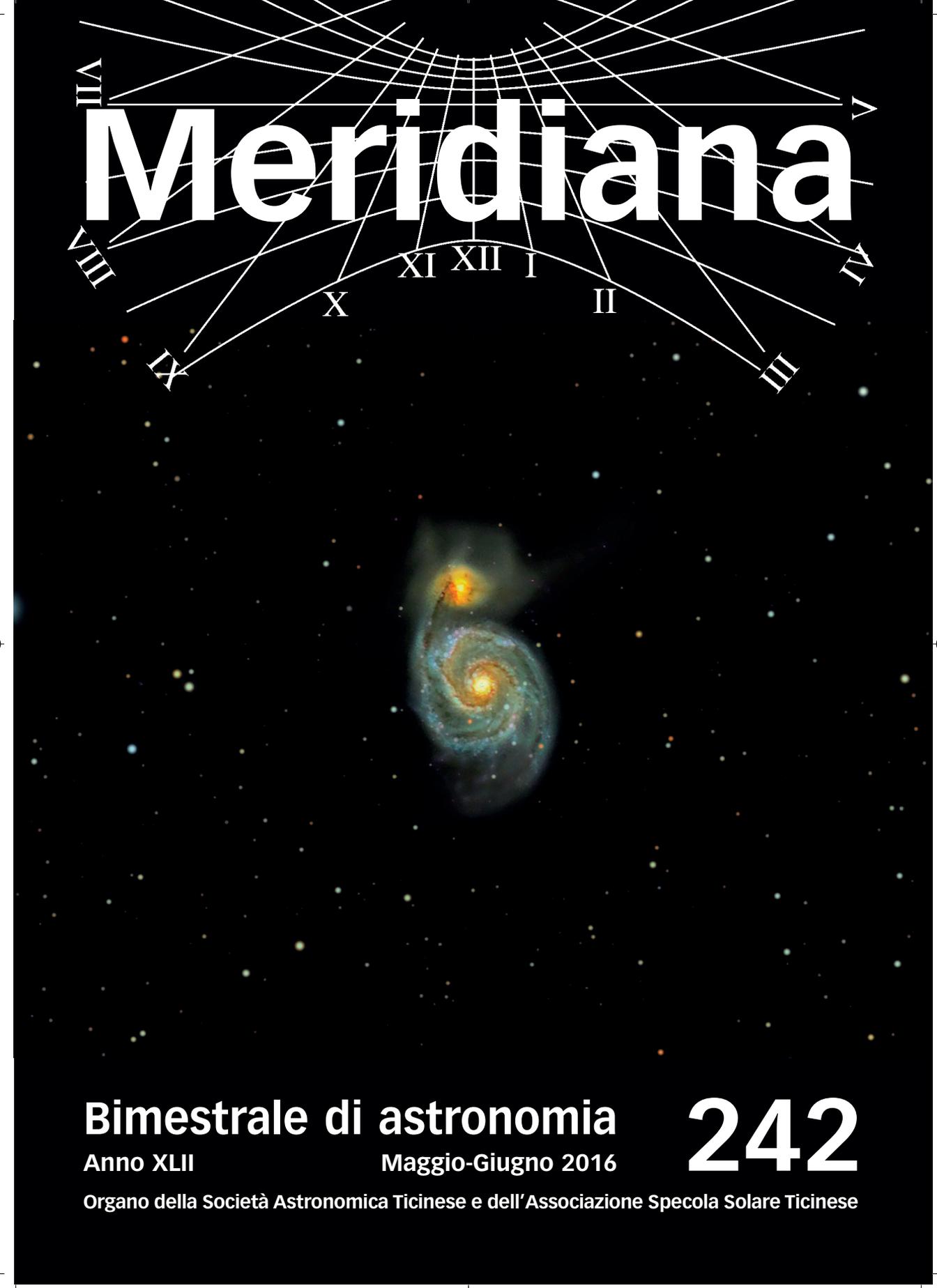


# Meridiana



**Bimestrale di astronomia**

Anno XLII

Maggio-Giugno 2016

**242**

Organo della Società Astronomica Ticinese e dell'Associazione Specola Solare Ticinese

---

# SOCIETÀ ASTRONOMICA TICINESE

www.astroticino.ch

---

## **RESPONSABILI DELLE ATTIVITÀ PRATICHE**

### **Stelle variabili:**

A. Manna, La Motta, 6516 Cugnasco  
(091.859.06.61; andreamanna@freesurf.ch)

### **Pianeti e Sole:**

S. Cortesi, Specola Solare, 6605 Locarno  
(091.751.64.35; scortesi@specola.ch)

### **Meteorite, Corpi minori, LIM:**

S. Sposetti, 6525 Gnosca (091.829.12.48;  
stefanosposetti@ticino.com)

### **Astrofotografia:**

Carlo Gualdoni (gualdoni.carlo@gmail.com)

### **Inquinamento luminoso:**

S. Klett, Via Termine 103, 6998 Termine  
(091.220.01.70; stefano.klett@gmail.com)

### **Osservatorio «Calina» a Carona:**

F. Delucchi, Sentée da Pro 2, 6921 Vico Morcote  
(079-389.19.11; fausto.delucchi@bluewin.ch)

### **Osservatorio del Monte Generoso:**

F. Fumagalli, via Broglio 4 / Bonzaglio, 6997 Sessa  
(fumagalli\_francesco@hotmail.com)

### **Osservatorio del Monte Lema:**

G. Luvini, 6992 Vernate (079-621.20.53)

### **Sito Web della SAT (<http://www.astroticino.ch>):**

Anna Cairati (acairati@gmail.com)

*Tutte queste persone sono a disposizione dei soci e dei lettori di "Meridiana" per rispondere a domande sull'attività e sui programmi di osservazione.*

## **MAILING-LIST**

**AstroTi** è la mailing-list degli astrofili ticinesi, nella quale tutti gli interessati all'astronomia possono discutere della propria passione per la scienza del cielo, condividere esperienze e mantenersi aggiornati sulle attività di divulgazione astronomica nel Canton Ticino. Iscrivere è facile: basta inserire il proprio indirizzo di posta elettronica nell'apposito form presente nella homepage della SAT (<http://www.astroticino.ch>). L'iscrizione è gratuita e l'email degli iscritti non è di pubblico dominio.

## **QUOTA DI ISCRIZIONE**

L'iscrizione per un anno alla Società Astronomica Ticinese richiede il versamento di una quota individuale pari ad almeno Fr. 40.- sul conto corrente postale n. 65-157588-9 intestato alla Società Astronomica Ticinese. L'iscrizione comprende l'abbonamento al bimestrale "Meridiana" e garantisce i diritti dei soci: prestito del telescopio sociale, accesso alla biblioteca.

## **TELESCOPIO SOCIALE**

Il telescopio sociale è un Maksutov da 150 mm di apertura,  $f=180$  cm, di costruzione russa, su una montatura equatoriale tedesca HEQ/5 Pro munita di un pratico cannocchiale polare a reticolo illuminato e supportata da un solido treppiede in tubolare di acciaio. I movimenti di Ascensione Retta e declinazione sono gestiti da un sistema computerizzato (SynScan), così da dirigere automaticamente il telescopio sugli oggetti scelti dall'astrofilo e semplificare molto la ricerca e l'osservazione di oggetti invisibili a occhio nudo. È possibile gestire gli spostamenti anche con un computer esterno, secondo un determinato protocollo e attraverso un apposito cavo di collegamento. Al tubo ottico è stato aggiunto un puntatore *red dot*. In dotazione al telescopio sociale vengono forniti tre ottimi oculari: da 32 mm (50x) a grande campo, da 25 mm (72x) e da 10 mm (180x), con barileto da 31,8 millimetri. Una volta smontato il tubo ottico (due viti a manopola) e il contrappeso, lo strumento composto dalla testa e dal treppiede è facilmente trasportabile a spalla da una persona. Per l'impiego nelle vicinanze di una presa di corrente da 220 V è in dotazione un alimentatore da 12 V stabilizzato. È poi possibile l'uso diretto della batteria da 12 V di un'automobile attraverso la presa per l'accendisigari.

Il telescopio sociale è concesso in prestito ai soci che ne facciano richiesta, per un minimo di due settimane prorogabili fino a quattro. Lo strumento è adatto a coloro che hanno già avuto occasione di utilizzare strumenti più piccoli e che possano garantire serietà d'intenti e una corretta manipolazione. Il regolamento è stato pubblicato sul n. 193 di "Meridiana".

## **BIBLIOTECA**

Molti libri sono a disposizione dei soci della SAT e dell'ASST presso la biblioteca della Specola Solare Ticinese (il catalogo può essere scaricato in formato PDF). I titoli spaziano dalle conoscenze più elementari per il principiante che si avvicina alle scienze del cielo fino ai testi più complessi dedicati alla raccolta e all'elaborazione di immagini con strumenti evoluti. Per informazioni sul prestito, scrivere alla Specola Solare Ticinese (cagnotti@specola.ch).

## **PERSONE DI RIFERIMENTO PER MERIDIANA**

Spedire articoli da pubblicare (possibilmente in formato Word) a:

Sergio Cortesi: scortesi1932@gmail.com

Anna Cairati : acairati@gmail.com

# Sommario

<b>Astronotiziario</b>	<b>4</b>
<b>La radiazione cosmologica di fondo...</b>	<b>14</b>
<b>Rapporto delle occultazioni asteroidali osservate nel 2015</b>	<b>22</b>
<b>Rapporto 2015 (Gruppo LIM)</b>	<b>23</b>
<b>Rapporto 2015 (Gruppo Meteore)</b>	<b>24</b>
<b>Il bolide del 15 marzo 2015</b>	<b>25</b>
<b>Lunik... non dimentichiamo</b>	<b>27</b>
<b>Premio Ezio Fioravanzo 2016</b>	<b>28</b>
<b>Con l'occhio all'oculare...</b>	<b>29</b>
<b>Effemeridi da maggio a luglio 2016</b>	<b>30</b>
<b>Cartina stellare</b>	<b>31</b>

La responsabilità del contenuto degli articoli è esclusivamente degli autori.

## Editoriale

*Sulla copertina di questo numero, per una volta ancora a colori, abbiamo riprodotto la foto della galassia M51 dei Cani da Caccia ottenuta dal nostro socio Carlo Gualdoni, responsabile del gruppo "Astrofotografia", dalla località Pian dell'Armà (Varzi) negli Appennini Liguri, a nord-est di Genova, a 1470 ms/m. La nostra ambizione sarebbe quella di poter riprodurre sulle nostre copertine solo astrofoto a colori riprese da nostri soci. Purtroppo al momento non ne disponiamo e ne approfittiamo qui per incitare i nostri astrofili a volercene inviare, soprattutto se recenti ed eseguite con una buona risoluzione. Nell'attuale numero di Meridiana, dopo la decina di pagine dell'abitale "Astronotiziario" ricavato per gentile concessione dalla pubblicazione italiana Coelum, riproduciamo una selezione del ponderoso lavoro di maturità di uno studente del Liceo di Locarno che ha meritato il secondo premio del nostro concorso su un soggetto molto specialistico e destinato agli astrofili esperti: ce ne scuseranno i nostri lettori medi, ma il concorso Fioravanzo di questi ultimi anni sembra diventato feudo dei lavori LAM che sono sempre di buon livello scientifico, come si addice ai nostri studenti destinati a diventare i futuri astrofisici. Seguono quattro rapporti di osservazione del nostro presidente rappresentanti l'attività degli astrofili ticinesi da lui istruiti e guidati, che continuano ad ottenere lusinghieri risultati nei rispettivi ambiti di lavoro, e che, pur se a livello amatoriale, fanno concorrenza ai professionisti. Le relazioni sull'assemblea generale della nostra società troveranno posto sul prossimo numero.*

## Copertina

Foto a colori della galassia M51 dei Cani da Caccia ripresa da Carlo Gualdoni con un Celestron C8 e camera Canon 1100D (ISO 1600), riduttore di focale 0.67x, stack di 31 foto di 6 min. Località: Pian dell'Armà, Varzi (1470 ms/m)

## Redazione:

Specola Solare Ticinese  
6605 Locarno Monti  
Sergio Cortesi (direttore),  
Michele Bianda, Marco Cagnotti,  
Anna Cairati, Philippe Jetzer,  
Andrea Manna

## Collaboratori:

Mario Gatti, Stefano Sposetti

## Editore:

Società Astronomica Ticinese

## Stampa:

Tipografia Poncioni SA, Losone

## Abbonamenti:

Importo minimo annuale:

Svizzera Fr. 30.-, Estero Fr. 35.-

(Società Astronomica Ticinese)

*La rivista è aperta alla collaborazione dei soci e dei lettori. I lavori inviati saranno vagliati dalla redazione e pubblicati secondo lo spazio a disposizione. Riproduzioni parziali o totali degli articoli sono permesse, con citazione della fonte.*

Il presente numero di "Meridiana" è stato stampato in 1.100 esemplari.

# Astronotiziario

a cura di Coelum  
([www.coelum.com/news](http://www.coelum.com/news))

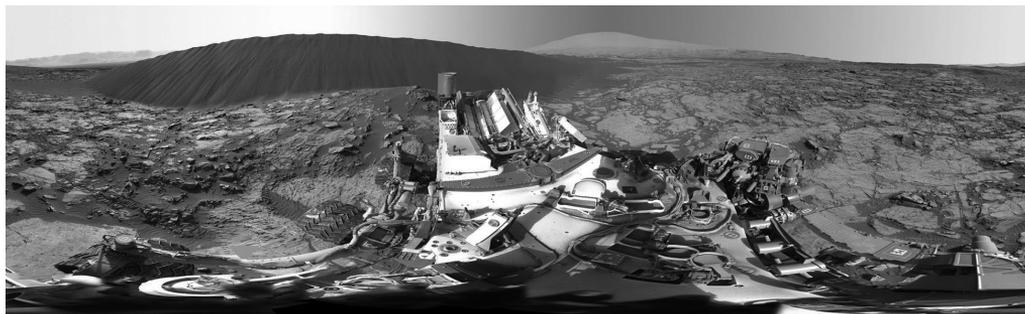
## UNO SPETTACOLARE PANORAMA MARZIANO (Daniele Gasparri)

Se avete visto il film *The Martian* (Il Sopravvissuto), è probabile che vi siate persi, proprio come Mark Whatney, nell'osservare l'affascinante desolazione del panorama marziano. Dune di finissima sabbia che si perdono a vista d'occhio, interrotte solo dalle crude e appuntite rocce di color rosso ruggine, sotto un cielo che a volte si tinge di un pallido rosa perlaceo. I panorami del film erano una ricostruzione (a volte neanche tanto accurata) di quello che potremmo trovare lassù, su un pianeta distante in media 100 milioni di chilometri dalla Terra. Eppure questa volta la realtà supera la fiction, perché su Marte ci sono al momento due rover perfettamente funzionanti che scorrazzano sulla superficie da diversi anni. Il più recente, grande e potente, Curiosity, ci regala allora una panoramica impressionante, ai piedi della duna Namib, ripresa il 19 dicembre scorso, che ci fa sentire al centro della scena e ci proietta sul Pianeta Rosso, senza passare per la finzione del cinema.

Uno sguardo che spazia a 360 gradi e che ci permette di osservare dettagli fino a 40 e più chilometri di distanza grazie alla rarefatta atmosfera marziana, questo è il panorama di un altro pianeta del sistema solare più impressionante che abbia mai visto in vita mia. E anche se ormai siamo stati anestetizzati da anni e anni di finzioni cinematografiche, effetti speciali di ogni tipo e ogni situazione possibile, ricordiamoci che questo panorama, anche se ci ricorda scenari già visti in videogiochi e film, ha qualcosa di unico: è reale.

## PHILAE, LA RICERCA NON SI FERMA (Fulvia Croci)

All'ESA non ci si dà per vinti. Un gruppo di esperti ha fatto il punto della situazione e ipotizzato la possibilità di un nuovo tentativo di comunicazione tra Rosetta e il piccolo lander. Ma per poter finalmente individuare la posizione del lander, la sonda dovrebbe orbitare a una distanza di circa 10 chilometri dalla cometa. Rosetta continuerà le operazioni di ricerca del lander Philae con l'obiettivo di riprenderne le attività. Questo è quanto



*Un'immagine a 360° della Duna Namib, con il Monte Sharp all'orizzonte, creato con le immagini del 18 dicembre 2015 (MastCam a bordo di Curiosity), le stesse con le quali è stato creato anche il panorama navigabile di cui si parla nell'articolo. I colori sono stati bilanciati in modo da essere il più possibile vicini a come si vedrebbero sotto la luce solare sulla Terra. (NASA/JPL-Caltech/MSSS)*

emerge dalla nota rilasciata dal Tiger Team, un gruppo di esperti voluto dal Lander Steering Committee per fare il quadro dell'attuale situazione di Philae. Dopo aver analizzato i dati ricevuti nel corso degli 8 contatti avuti tra lander e orbiter tra giugno e luglio 2015, il gruppo di specialisti ha formulato tre possibili scenari che spiegherebbero le difficoltà di stabilire un contatto con la sonda che giace sulla superficie della cometa 67P/Churyumov Gerasimenko dal 12 novembre 2014. Il primo presuppone che, per effetto delle temperature ambientali estremamente basse, il sistema di comunicazione o qualche altro apparato vitale del lander abbia riportato danni tali per cui Philae non riuscirebbe a mettersi in contatto con Rosetta; il secondo spiegherebbe l'assenza di segnali con la polvere cometaria che, depositata sui pannelli di Philae a causa della diminuzione dell'attività della cometa dopo aver superato il perielio (metà agosto 2015), avrebbe ridotto la capacità dei suoi pannelli solari di generare potenza elettrica. L'ultimo scenario, invece, prevede che il lander si sia mosso rispetto alla posizione in cui ha svolto la "First Science Sequence" nella zona denominata Abydos, e che le sue antenne siano invece orientate in un modo diverso da quello presunto, non permettendo la ricezione dei segnali provenienti da Rosetta.

"Il terzo scenario lascia uno spiraglio alla possibilità che si possa ripristinare il contatto con Philae e metterlo in condizioni di svolgere ancora indagini scientifiche sulla superficie della cometa – ha commentato Mario Salatti, project manager di Philae per ASI – è però necessario che Rosetta individui il lander e ci dica come sono posizionati i pannelli solari rispetto al Sole e come sono posizionate le sue antenne per ottimizzare le finestre di comunicazione con la sonda". Lo scorso 22 gennaio Rosetta si è spostata nella parte Sud della cometa e al momento sta orbitando a un'al-

tezza di circa 50 chilometri. Tale distanza viene monitorata di giorno in giorno ed eventualmente ridotta in modo che garantisca comunque le massime condizioni di sicurezza per la navigazione della sonda.

"È una lotta contro il tempo – ha concluso Salatti – con l'attività della cometa in costante diminuzione, Rosetta può avvicinarsi sempre di più alla sua superficie: quando sarà in grado di avvicinarsi a circa 10 chilometri potrà risolvere adeguatamente la figura di Philae nelle immagini di OSIRIS. Allo stesso modo però, le condizioni energetiche necessarie per l'accensione del lander vanno peggiorando man mano che la distanza dal Sole aumenta. ESA valuterà se fare un "flyby" ravvicinato alla zona Abydos nelle prossime settimane, ma sull'effettiva esecuzione della manovra peserà enormemente l'esigenza di non mettere a repentaglio la sicurezza della sonda Rosetta".

### **SCOPERTO UN POTENZIALE NUOVO PIANETA NANO NELLA PERIFERIA DEL SISTEMA SOLARE (Pietro Capuzzo)**

Un gruppo di astronomi è riuscito a scovare un nuovo oggetto celeste nella remota e gelida periferia del sistema solare. Il corpo, catalogato come 2015 KH162, è un probabile oggetto transnettuniano. Inoltre, vista la sua notevole magnitudine assoluta, pari a circa 3,6993, gli scienziati sospettano che si tratti di un pianeta nano. Assumendo che il suo albedo sia simile a quello dei pianeti nani già scoperti, una tale magnitudine assoluta sarebbe indicativa di un corpo di grandi dimensioni, con un diametro probabilmente compreso tra 480 e 1.080 chilometri. L'annuncio della scoperta è stato dato da Scott Sheppard, David Tholen, Chad Trujillo e Yudish Ramanjooloo dell'osservatorio hawaiano di Mauna Kea.

L'oggetto si trova su un'orbita che lo porta tra 41,4 e 82,8 unità astronomiche dal Sole. La sua inclinazione orbitale rispetto all'eclittica è di 28,8 gradi. Dati i suoi parametri orbitali, l'oggetto completa una rivoluzione intorno al Sole ogni mezzo millennio circa.

(Vedi la notizia, di Daniele Gasparri, pubblicata nell'Astronotiziario a pagina 10 del numero scorso di Meridiana)

### **L'ESA PROPONE UNA BASE PERMANENTE SULLA LUNA (Alberto Zampieron)**

Tornare sulla Luna? La prossima tappa dell'esplorazione spaziale, dopo l'esperienza della Stazione Spaziale Internazionale, prevede molto di più. L'Agenzia Spaziale Europea ha un nuovo obiettivo: costruire una base permanente sulla Luna.

I russi furono i primi a lanciare una missione sulla Luna, gli americani i primi a camminare sulla sua superficie. Oggi la Luna continua a essere al centro di ambiziose ricerche come conferma anche il direttore generale dell'ESA Johann-Dietrich Wörner. Una base internazionale, una stazione aperta ai diversi stati membri

dell'Agenzia e ai paesi di tutto il mondo. Un sogno animato dalla stessa passione che ha portato il primo uomo sulla Luna. Certo finora nessuno ha mai realizzato un progetto simile: dalla missione spaziale Apollo sono stati fatti passi da gigante.

L'idea del "Moon Village", di una stazione sulla Luna, rientra nel progetto globale destinato a sostituire la ISS e dovrebbe riguardare un grande laboratorio per sviluppare nuove tecnologie. "Saranno coinvolti USA, Russia, Cina, India, Giappone, e altri paesi con contributi minori", sottolinea Johann-Dietrich Wörner. Al momento i dettagli forniti non sono molti ma l'entusiasmo è alle stelle. All'inizio di febbraio al Centro Astronautico Europeo di Colonia si è tenuto un workshop su come costruire un villaggio lunare permanente. Tra i messaggi chiave: poter pensare di utilizzare ghiaccio, metalli e minerali rilevati sulla Luna. Alcuni degli scienziati, che potrebbero trasformare questa idea in realtà, lavorano presso il Centro Astronautico Europeo.

"La Luna è piena di risorse. Abbiamo trovato ghiaccio ai poli lunari e zone dove c'è quasi sempre luce. Queste aree possono offrirci le risorse necessarie da utilizzare per la costruzione della base lunare e per la sopravvivenza degli



astronauti”, fa sapere Bernard Foing, Direttore del Gruppo internazionale di lavoro per l’esplorazione lunare. Un’impresa che deve fare i conti anche con diversi ostacoli: radiazioni solari e cosmiche, micro-meteoriti, temperature estreme: problemi sui quali sta lavorando uno dei tanti ricercatori dell’ESA. Secondo Aidan Cowley, per utilizzare il suolo lunare bisogna costruire cupole protettive: “Tra le tante idee c’è quella di utilizzare materiale lunare per la stampa in 3D di un edificio sulla Luna, forse potrebbe funzionare”.

Alla creazione di una base lunare l’Europa si sta dedicando da tempo, ad esempio con il progetto “Luna 27” frutto di una collaborazione tra l’ESA e l’Agenzia Spaziale Russa (Roscosmos). Certo, potrebbero volerci 20 anni prima che il sogno diventi realtà ma l’ESA non è sola in questo progetto così ambizioso. La Cina sta pianificando la missione per riportare del campione di roccia lunare, la Russia un lander robotico con il supporto dell’ESA, mentre la capsula spaziale Orion della NASA dovrebbe volare attorno alla Luna prima del 2020.

“Il vantaggio del villaggio lunare è che non abbiamo bisogno, all’inizio, di una grande quantità di fondi. Possiamo iniziare con una semplice missione di atterraggio, che molti paesi stanno già pianificando. Poi servirà un maggiore investimento per telescopi e un radiotelescopio. Molteplici servizi per più utenti ma situati in un unico luogo”, conclude Johann-Dietrich Wörner. La Luna è scientificamente interessante, ma dal punto di vista tecnologico servono molti fondi. Un’impresa di grande valore per l’esplorazione da parte dell’uomo del sistema solare.

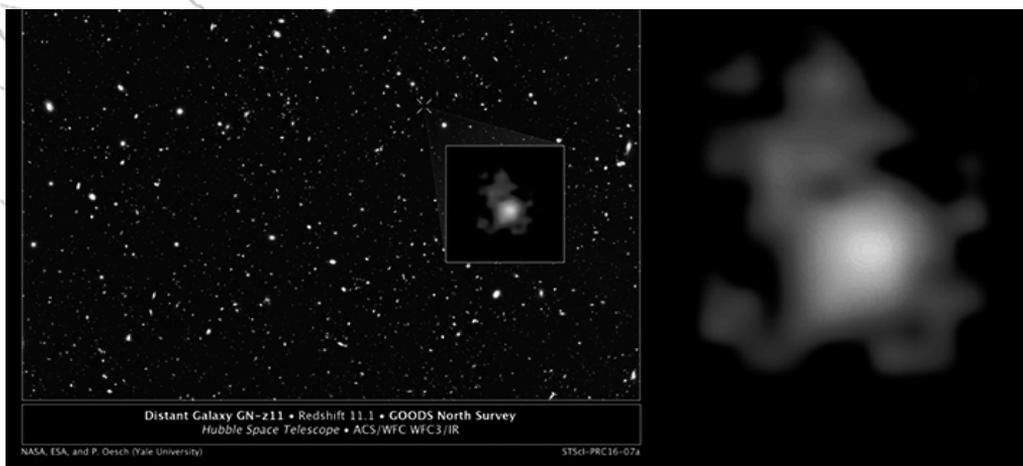
### **HUBBLE ABBATTE OGNI RECORD DI DISTANZA (Elisa Nichelli)**

Utilizzando il telescoio spaziale Hubble di

NASA ed ESA, un team internazionale di astronomi ha misurato la distanza di una nuova galassia, chiamata GN-Z11. Sebbene sia estremamente debole, la galassia è insolitamente brillante, considerata la sua distanza da Terra: quasi 13,5 miliardi di anni luce. La misura della distanza di GN-Z11 offre una forte evidenza a favore di altre osservazioni di galassie lontane e inaspettatamente luminose, dimostrando che ci stiamo avvicinando sempre di più alle prime galassie che si sono formate nell’universo. In precedenza, gli astronomi avevano stimato la distanza di GN-Z11 analizzando il suo colore nelle immagini raccolte con Hubble e con il telescopio spaziale Spitzer della NASA. Ora, per la prima volta nel caso di una galassia a una distanza così estrema, il team è riuscito a sfruttare la Wide Field Camera 3 (WFC3) a bordo di Hubble per misurare con precisione la distanza di GN-Z11 grazie ai dati spettroscopici estremamente accurati.

“Le nostre osservazioni spettroscopiche rivelano che la galassia si trova ancora più lontano di quanto avevamo inizialmente ipotizzato, proprio al limite degli oggetti che possono essere visti da Hubble”, spiega Gabriel Brammer dello Space Telescope Science Institute, co-autore dello studio. Il risultato ottenuto pone GN-Z11 a una distanza che si pensava sarebbe stata raggiunta solo dall’imminente James Webb Space Telescope (JWST), il progetto frutto della collaborazione tra NASA, Agenzia Spaziale Europea e Agenzia Spaziale Canadese. JWST è stato indicato come il successore di Hubble e il suo lancio è previsto per il 2018.

“Abbiamo fatto un enorme viaggio indietro nel tempo, ben oltre quello che ci saremmo mai aspettati di poter fare con Hubble”, dice Pascal Oesch della Yale University, primo autore dello studio. “Siamo riusciti a guardare così lontano da arrivare a misurare la distanza di una galassia che



*Questa immagine mostra GN-Z11 (nell'inserito): la galassia più distante scoperta fino ad ora. L'osservazione è stata realizzata grazie alla Wide Field Camera 3 a bordo del telescopio spaziale Hubble di NASA ed ESA, e ha permesso di datare l'epoca in cui si trova la galassia, ovvero quando l'Universo aveva appena 400 milioni di anni. (Credit: NASA, ESA, e P.Oesch, Yale University)*

si trova nell'epoca in cui l'universo aveva solo il 3 per cento della sua età attuale". Per determinare distanze così grandi gli astronomi calcolano il redshift dell'oggetto, ovvero lo spostamento verso il rosso della sua luce. Questo fenomeno è la conseguenza dell'espansione dell'universo: ogni oggetto distante sembra allontanarsi da noi, e di conseguenza la sua luce viene stirata verso lunghezze d'onda maggiori, che nello spettro ottico sono quelle rosse. La galassia che deteneva il record precedente si chiama EGSY8p7 e ha un redshift di 8,68. Per GN-Z11 il valore confermato da questo ultimo lavoro è pari a 11,1, che corrisponde a 400 milioni di anni dopo il Big Bang. "La galassia EGSY8p7 si trova immersa nell'epoca in cui la luce delle stelle nelle galassie primordiali ha cominciato a riscaldare e mettere in moto nubi di idrogeno gassoso e freddo", spiega Rychard

Bouwens dell'Università di Leiden, co-autore dello studio. "Questo periodo di transizione è noto con il nome di "epoca della reionizzazione". GN-Z11 è stata datata 150 milioni di anni prima, quando questa transizione dell'universo stava iniziando".

La combinazione delle osservazioni raccolte da Hubble e Spitzer ha mostrato che la giovanissima galassia è 25 volte più piccola della Via Lattea e ha solo l'1 per cento di massa sotto forma di stelle, in confronto alla nostra galassia. Tuttavia, il numero di stelle nella galassia neonata è in rapida crescita: sta sfornando stelle a un tasso 20 volte superiore a quello attuale della Via Lattea. Questo tasso di formazione stellare altissimo rende la galassia luminosa, seppure remota, e per questo Hubble ha potuto osservarla e analizzarla in dettaglio. La scoperta di questa galassia, però, pone anche nuovi dilemmi, poiché l'esistenza di

un oggetto così luminoso e relativamente grande non era previsto dalla teoria. “È incredibile che una galassia così massiccia sia esistita solo 2-300 milioni di anni dopo che si sono iniziate a formare le prime stelle. Occorre una crescita molto rapida, una produzione di stelle a un tasso enorme, per poter ottenere una galassia da un miliardo di masse solari in un’epoca così lontana”, spiega Garth Illingworth dell’Università della California a Santa Cruz. Marijn Franx, membro del team che ha effettuato la scoperta e ricercatore presso l’Università di Leiden, sottolinea: “La scoperta di GN-Z11 è stata una grande sorpresa per tutti noi, poiché un nostro lavoro precedente indicava che galassie così luminose non potevano esistere in epoche tanto remote”. Il suo collega Ivo Labbe aggiunge: “GN-Z11 ci ha dimostrato che la nostra conoscenza dell’universo primordiale è ancora molto limitata. Come questa galassia si sia potuta creare rimane un mistero, per ora. Stiamo forse vedendo le prime generazioni di stelle che si formano intorno ai buchi neri centrali delle galassie?”.

Questo risultato fornisce un’allettante anteprima di ciò che potremo ottenere con il JWST. “Questa scoperta dimostra che JWST potrà sicuramente scovare molte di queste galassie primordiali, risalenti all’epoca in cui l’universo stava formando le prime galassie”, conclude Illingworth.

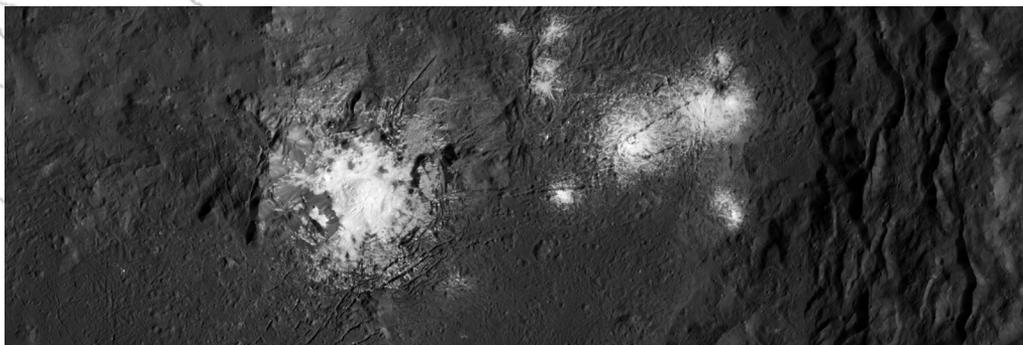
### **LE MACCHIE BIANCHE DI CERERE FINALMENTE VISTE DA “VICINO”! (Pietro Capuzzo)**

Finalmente rilasciate le prime immagini ravvicinate delle macchie luminose di Cerere, scattate dall’ultima orbita di Dawn attorno al pianeta nano, circa 385 chilometri al di sopra superficie grigiastra di questo mondo alieno. Le macchie bianche sono situate al centro del cratere Occator, una

catrice da impatto larga 92 chilometri e profonda quattro. La sonda Dawn le aveva avvistate già durante la fase di avvicinamento, in virtù della loro elevata luminosità – la più alta riscontrata finora dalla sonda sulla superficie del pianeta nano. La straordinaria risoluzione delle immagini rivela la presenza di una cupola geologica che si erge dall’interno di una fossa liscia situata nel cuore del cratere, in corrispondenza della macchia più centrale. Le propaggini a Nord e ai lati della cupola sono tagliate da numerose fratture lineari.

“Prima che Dawn iniziasse le sue osservazioni dettagliate di Cerere, il cratere Occator sembrava un’unica area luminosa. Ora, con le nuove immagini ad alta risoluzione, riusciamo a vedere complesse strutture che ci forniscono nuovi misteri da investigare,” spiega Ralf Jaumann del DLR. “L’intricata geometria all’interno del cratere suggerisce un’attività geologica nel recente passato, ma dovremo completare una mappatura geologica dettagliata del cratere prima di poter ricostruire la sua formazione.” Le prime stime suggeriscono che il cratere Occator sia uno dei più giovani su Cerere, forse risalente a soli 80 milioni di anni fa, ma non è l’unico: Dawn ha mappato più di 130 aree luminose sulla superficie di Cerere, la maggior parte delle quali sono associate a crateri da impatto. Secondo uno studio guidato da Andreas Nathues, del Max Planck Institute for Solar System Research, la composizione del materiale chiaro è compatibile con la presenza di un solfato di magnesio noto come esaidrite. Si pensa che le aree chiare ricche di sale si siano formate in seguito alla sublimazione di acqua ghiacciata.

“La natura globale dei punti luminosi di Cerere suggerisce che possa avere uno strato sotterraneo di ghiaccio d’acqua,” spiega Nathues. I puntini luminosi al centro del cratere Occator, in particolare, riflettono circa la metà della luce che ricevono.



*Le misteriose macchie bianche di Ceres finalmente viste da vicino, questa immagine è solo la parte centrale, che inquadra le macchie al centro del cratere Occator, di un'immagine ad altissima risoluzione che potete scaricare, in vari formati, qui: <http://go.nasa.gov/1WJwFYD>.*

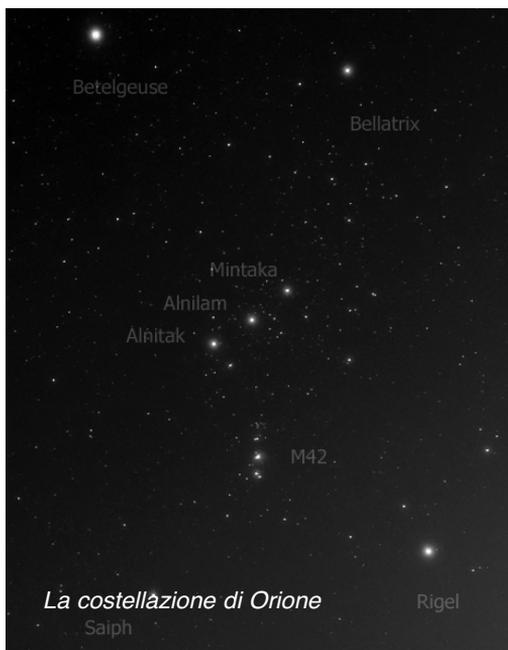
*Il cratere ha un diametro di circa 92 km, e una profondità di circa 4 km. L'immagine è stata ripresa durante l'orbita bassa (LAMO) di Dawn a 385 km dalla superficie.*

*(Credit: NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA/PSI)*

“Nonostante i processi d’impatto dominino la geologia superficiale di Cerere, abbiamo identificato specifiche variazioni di colore sulla superficie che indicano alterazioni chimiche dovute a una complessa serie di processi tra gli impatti e la composizione del sottosuolo,” spiega Jaumann. “Inoltre, ciò conferma la presenza di uno strato sotterraneo ricco di ghiaccio e materiali volatili”.

Ulteriori indizi a favore della presenza di tale strato sotterraneo emergono dai dati dello strumento G<sub>Ra</sub>ND, entrato in azione proprio nel corso di quest’ultima orbita. I conteggi di neutroni e raggi gamma effettuati dal rilevatore evidenziano importanti dettagli nella composizione chimica della superficie. I dati riguardano in media il primo metro di sottosuolo. Le analisi mostrano popolazioni di neutroni più modeste attorno alle regioni polari rispetto che alle regioni equatoriali, un risultato indicativo della maggiore concentrazione di idrogeno a latitudini più elevate. Trattandosi delle regioni polari,

gli scienziati sospettano che l’idrogeno sia presente assieme all’ossigeno in forma di acqua allo stato solido. “Le nostre analisi metteranno alla prova l’ipotesi che il ghiaccio d’acqua possa sopravvivere per miliardi di anni appena al di sotto della gelida superficie polare di Cerere,” spiega Tom Prettyman del Planetary Science Institute. La superficie di Cerere, a livello globale, è costituita perlopiù da carbonati e da fillosilicati. L’abbondanza relativa di questi materiali risulta tuttavia piuttosto variabile. Il cratere irregolare Haulani, in particolare, con le sue strisce di materiale luminoso, ha catturato l’attenzione degli scienziati. “Le immagini in falsi colori mostrano che il materiale scavato dall’impatto è diverso dalla composizione generale della superficie di Cerere”, spiega Maria Cristina de Sanctis dell’INAF. “La diversità di materiali implica che lo strato sotterraneo è ben mischiato, oppure che l’impatto stesso ha alterato le proprietà dei materiali”.



### CHI HA DETTO CHE LO SPAZIO È VUOTO? (Redazione di Coelum Astronomia)

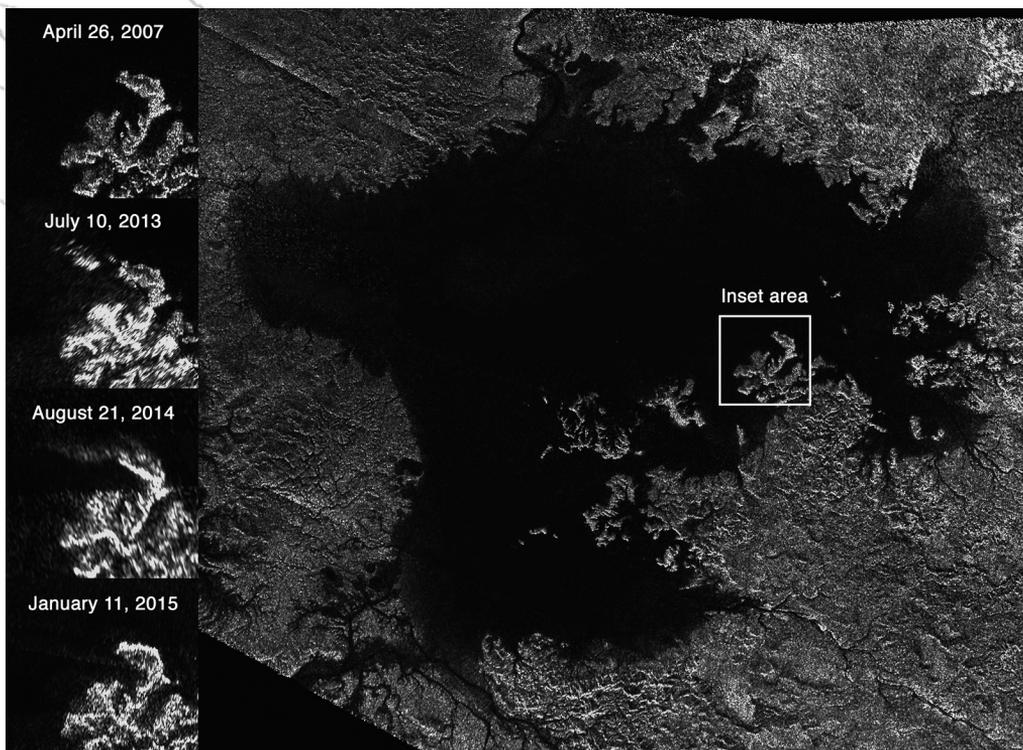
Una straordinaria immagine di Matt Harbison del “complesso molecolare di Orione” ci svela quello che gli occhi non possono vedere e quello che nello “spazio vuoto”...“vuoto” non è.

Avete presente Orione, la grande costellazione che domina le notti invernali? Chi sa riconoscerla non può non rimanere affascinato dalla sua forma singolare, disegnata da stelle che brillano talmente luminose sullo sfondo nero del cielo da incutere un senso di vertigine per il grande vuoto che sembra spalancarsi di fronte agli occhi dell'osservatore. Pare proprio che tra stella e stella non esista niente, tranne che il freddo e lo spazio desolatamente vuoto. Per aiutarvi a ricordare l'aspetto di quel fantastico giardino d'inverno,

dove sembrano esistere soltanto fiori (e niente steli, foglie, rami, cespugli e sottoboschi), vi proponiamo qui a sinistra una foto di ciò che usualmente si può vedere (anche stasera, se volete, declinante sull'orizzonte Sud-Ovest) alzando gli occhi al cielo non appena fa buio, mentre a destra... beh, a destra portiamo alla vostra attenzione una straordinaria fotografia della stessa regione realizzata dall'amatore americano Matt Harbison (vedi anche la versione originale, con tutti i dati alla pagina [www.astrobin.com/239186/](http://www.astrobin.com/239186/)).

### LE MISTERIOSE “ISOLE MAGICHE” NEI MARI DI TITANO (Pietro Capuozzo)

La sonda americana Cassini ha scattato nuove fotografie che documentano l'evoluzione di una misteriosa struttura transiente in Ligeia Mare,



*Una delle "isole magiche" nel mare di Ligeia su Titano*

uno dei vasti bacini di idrocarburi liquidi che costellano la superficie di Titano, luna di Saturno. Le misteriose strutture sono caratterizzate da una luminosità molto variabile, tanto da scomparire del tutto in alcuni scatti. I dati raccolti da Cassini suggeriscono che queste variazioni possano essere dovute a onde, solidi galleggianti o bolle, escludendo invece la possibilità che si tratti di maree, variazioni del livello del mare o cambiamenti nel fondale.

Nel corso degli anni, Cassini ha identificato una manciata di strutture simili, una delle quali è situata nel Mare Kraken. Secondo gli scienziati,

queste strutture sono le prime prove della presenza di processi attivi nei mari e laghi di Titano. La loro natura transiente dimostra come i bacini di Titano siano ambienti tutt'altro che stagnanti. Ligeia Mare è il secondo più vasto bacino di idrocarburi su Titano e copre una superficie totale di 130 mila chilometri quadrati.

#### **UN ASTEROIDE IMPATTA (DI NUOVO) SU GIOVE (Daniele Gasparri)**

Giove ha da poco passato l'opposizione e si trova quindi nel periodo migliore dell'anno per

essere osservato. Grazie alla numerosa schiera di appassionati di astronomia e di fotografia planetaria, il gigante gassoso è continuamente monitorato con un'ottima risoluzione e può quindi regalare sorprese inaspettate.

Lo scorso 17 marzo, alle ore 00:17 UT (Tempo Universale) si è verificata una di quelle sorprese che ogni appassionato spera di ricevere e che di certo ci fanno ben comprendere come l'universo non sia quel luogo statico e pacifico che potremmo erroneamente immaginare. Almeno due osservatori indipendenti hanno registrato un breve flash proveniente dal bordo del pianeta gassoso, che ha raggiunto una luminosità superiore a quella dei satelliti medicei. L'evento è stato scoperto per primo dall'astronomo dilettante austriaco Kembauer e poi confermato da John McKeon, a Nord di Dublino. Con molta probabilità il flash, della durata dell'ordine di un secondo, è associabile all'impatto di un piccolo asteroide o di una cometa sull'atmosfera del gigante gassoso. Non sono ancora disponibili stime delle dimensioni del corpo celeste che ha deciso di soccombere all'enorme forza di gravità di Giove e nemmeno una stima precisa della posizione, anche a causa del fatto che l'evento si è verificato proprio nei pressi del bordo, all'altezza della banda equatoriale Nord. L'impatto è comunque reale perché è stato registrato dalle camere planetarie che molti astronomi dilettanti utilizzano per catturare splendide immagini in alta risoluzione dei pianeti, quindi su un supporto di certo ben più oggettivo dell'occhio umano. I due video che mostrano il flash sono stati pubblicati su YouTube. Osservando a occhio i filmati disponibili è ragionevole stimare che il corpo impattante potrebbe avere avuto un diametro massimo di qualche decina di metri, probabilmente non troppo dissimile dal meteorite di 17 metri di diametro che nel febbraio del 2013 solcò i cieli della Siberia, portandosi dietro una

lunga scia di danni causati dalle onde d'urto generate dall'impatto con gli strati atmosferici più densi, a circa 30-50 chilometri di altezza. Si tratta tuttavia di una rozza stima, perché l'evento potrebbe essere avvenuto nella porzione di Giove non visibile dalla Terra in quel momento. Se questa ipotesi si rivelasse vera, l'energia liberata potrebbe essere stata maggiore, quindi l'asteroide (o la cometa) aumentare di dimensioni. Sarà interessante notare l'eventuale presenza di cicatrici nell'atmosfera di Giove, che potrebbero presentarsi come delle zone molto scure, quasi come l'ombra lasciata dal passaggio di un satellite mediceo, ma dalla forma più irregolare. Queste cicatrici sono lasciate dagli impatti più violenti che hanno un'alta penetrazione nell'atmosfera gioviana, al punto da bloccare in modo temporaneo i possenti moti convettivi che mantengono sempre in movimento i gas atmosferici. Se il corpo celeste era più grande di 10-20 metri potrebbe aver lasciato una traccia visibile anche con telescopi di piccolo diametro (10 centimetri).

Assistere in diretta all'impatto di un asteroide, o una piccola cometa, con un corpo celeste che si trova a una distanza che non ha bisogno di scomodare l'anno luce per essere espressa, e che orbita attorno alla nostra stessa stella, rappresenta di certo una forte emozione. Ma anche un piccolo campanello d'allarme perché ci rende partecipi in prima persona, e quasi in diretta, di quanto sia affollato, e potenzialmente pericoloso, il sistema solare.

*Abbiamo ricevuto l'autorizzazione di pubblicare di volta in volta su "Meridiana" una scelta delle attualità astronomiche contenute nel sito italiano "Coelum/news".*

# La radiazione cosmica di fondo e la sua anisotropia in cosmologia moderna

Alberto Pedrazzini

*Come sempre siamo nell'impossibilità di riprodurre integralmente il LAM dello studente del Liceo di Locarno (prof. Christian Ferrari) che comprende una settantina di pagine. Come in tutti i lavori che trattano di cosmologia, una parte indispensabile alla trattazione è la matematica. Purtroppo il livello medio di buona parte dei nostri lettori al riguardo ci obbliga di tralasciare tutta la parte delle equazioni matematiche di cui è ricco il presente lavoro. Oltre al sommario, ne riasumiamo solo le parti divulgative che pensiamo possano interessare i lettori di Meridiana e ce ne scusiamo con gli autori. L'originale integrale, in formato pdf, può essere richiesto alla nostra redazione. (Red.)*

## Indice

1	Introduzione	9	3.3.2 Il parametro di densità di radiazione $r$	37
2	Elementi di cosmologia moderna	11	3.3.3 Il parametro di densità di materia $m$	37
2.1	Il Principio Cosmologico	11	3.3.4 Il parametro di densità di energia oscura $OA$	39
2.2	La legge di Hubble e l'espansione dell'universo	12	3.4 Il parametro di decelerazione $q_0$	40
2.3	Costituenti dell'universo	14	4 La radiazione cosmica di fondo	43
2.3.1	Materia	15	4.1 Scoperta della radiazione cosmica di fondo	43
2.3.2	Radiazione	16	4.2 La radiazione cosmica di fondo in dettaglio	44
2.3.3	Energia oscura	16	4.2.1 Origine del CMB	44
2.3.4	Distribuzione dei costituenti	16	4.2.2 CMB oggi	45
2.4	Geometrie dell'universo	17	4.2.3 Stima della temperatura all'origine del CMB	48
2.4.1	Geometria euclidea	17	4.2.4 Legame tra fattore di scala e temperatura	49
2.4.2	Geometria sferica	18	4.3 Anisotropie della radiazione cosmica di fondo	50
2.4.3	Geometria iperbolica	19	5 Risultati ottenuti grazie alla radiazione cosmica di fondo	61
2.5	Evoluzione dell'universo	19	5.1 Effetti della gravità nello spazio-tempo della relatività generale	61
2.5.1	Cronologia del Big Bang	20	5.2 Geometria dell'universo	63
2.5.2	Il futuro dell'universo	24	5.3 Un universo che accelera	65
3	Parametri osservativi	27	5.4 L'energia oscura	68
3.1	Il fattore di scala e la sua legge	27	Bibliografia	73
3.1.1	L'equazione di Friedmann	27		
3.1.2	L'equazione del fluido	30		
3.1.3	L'equazione di accelerazione	31		
3.2	La costante di Hubble $H_0$	31		
3.3	Il parametro di densità $\Omega$	34		
3.3.1	Primo principio della termodinamica per la cosmologia	35		

## Riassunto

Questo testo si prefigge di analizzare gli

aspetti chiave dell'universo, soffermandosi sulla radiazione cosmica di fondo (in inglese Cosmic Microwave Background Radiation o

semplicemente CMB). Il fulcro di questo approfondimento consiste nell'osservazione e nell'analisi dell'immagine dell'universo primordiale attraverso il fenomeno della radiazione cosmica di fondo. In tal modo sarà possibile trarre delle importanti conclusioni.

Il percorso del testo comincia, dopo una breve introduzione, con lo studio dei principali elementi di cosmologia moderna. Si parte dal Principio Cosmologico e da alcuni cenni storici sulla scoperta della legge di Hubble, per poi introdurre i costituenti, i tre diversi tipi di geometria e l'evoluzione nel tempo dell'universo.

Si prosegue, passando a un livello di approfondimento superiore, con l'analisi dei diversi parametri fondamentali per poter effettuare uno studio quantitativo, che caratterizzano il nostro universo. Vengono inoltre introdotte diverse equazioni di fondamentale importanza per la sua descrizione. Grazie alle conoscenze acquisite a proposito della cosmologia moderna, dei parametri osservativi e di altre fondamentali relazioni, è possibile iniziare l'approfondimento riguardante la radiazione cosmica di fondo.

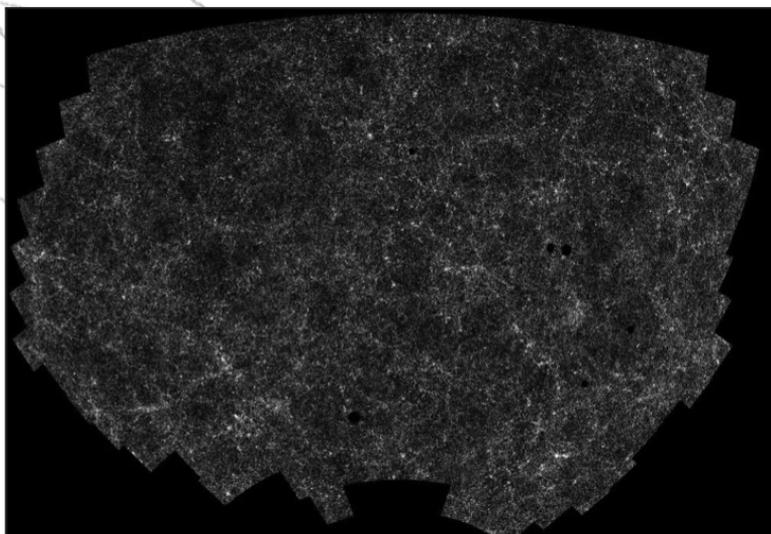
Nel capitolo successivo vengono evidenziate l'importanza e la complessità di questo fenomeno, attraverso lo studio delle sue caratteristiche, ponendo in particolar modo l'accento sulle anisotropie della radiazione cosmica di fondo. In tal modo si ottengono tutte le informazioni necessarie per trarre le risposte alle domande che stanno alla base di questo testo, ovvero quali informazioni sull'universo si possono ricavare dallo studio della radiazione cosmica di fondo.

Nell'ultimo capitolo vengono esposte le conclusioni che è possibile trarre dagli approfondimenti compiuti nei capitoli precedenti.

Dette conclusioni riguardano il fatto che l'universo è caratterizzato da una curvatura pressoché nulla, il fatto che esso si sta espandendo in modo accelerato e il fatto che l'energia oscura gioca un ruolo fondamentale in questa espansione.

## 1. Introduzione

Fin dalla sua comparsa sulla Terra, l'uomo è sempre stato fortemente affascinato da tutto ciò che lo circonda. È stata la sua enorme curiosità, unita a un'intelligenza superiore a quella di qualunque altra specie animale, a permettergli di scoprire tutto quello che noi oggi sappiamo. Era quindi inevitabile che, prima o poi, qualcuno volgesse lo sguardo verso l'alto per contemplare ciò che stava sopra di lui. Purtroppo per i nostri antenati, l'universo ha mantenuto, fino ai primi anni del ventesimo secolo, un'aura di mistero attorno a sé, lasciando tutti a brancolare nel buio di fronte alla sfida di comprendere i segreti di tutti quegli oggetti luminosi appesi sopra le nostre teste. Questa sconcertante complessità ha portato quindi al concepimento dei più disparati miti, spesso difficilmente distinguibili dalle varie credenze religiose. L'uomo ha quindi avuto bisogno di molto tempo, per riuscire a superare questa enorme quantità di superstizioni: per dare un'idea basti pensare che si è dovuto attendere fino al XVI secolo per vedere la teoria geocentrica, che fino ad allora era comunemente accettata, venir messa seriamente in discussione e addirittura fino al 1904 perché si iniziasse a dubitare dell'effettiva posizione centrale del Sole. Una volta acquisite queste consapevolezza, si è assistito a un'esplosione delle conoscenze riguardo l'universo. Esse hanno segnato la nascita della cosmologia



*Rappresentazione della disposizione di 2 milioni di galassie secondo la APM Survey e mostra quindi come su larga scala l'universo sia isotropo.*

moderna e portato, nel giro di alcuni anni, ad accumulare un'incredibile serie di scoperte.

È quindi obiettivo di questo testo ripercorrere brevemente le grandi scoperte della cosmologia degli ultimi decenni e analizzare più approfonditamente alcune questioni di grande spessore, che sono ancora oggi al centro dell'attenzione della comunità scientifica.

#### **4.1 Scoperta della radiazione cosmica di fondo**

La scoperta di questo fondamentale fenomeno cosmologico risale al secolo scorso. Le prime supposizioni a riguardo di residui del Big Bang sotto forma di radiazione vanno attribuiti a Georges Lemaître. Egli, già nel 1927, arriva alla conclusione che l'universo si sta espandendo e, proprio studiandone la nascita, si rende conto che ci devono essere tutt'ora dei resti di quell'evento. La comunità scientifica del tempo non dà peso alle sue

considerazioni e quindi devono passare diversi anni prima che altri studiosi s'impegnino per approfondire la tesi di Lemaître. Bisogna comunque annotare che negli anni '40 alcuni scienziati incappano nella radiazione cosmica di fondo durante studi con obiettivi differenti, ma nessuno di loro dà importanza o prova a interpretare gli strani risultati ottenuti. Perché le ricerche proseguano si deve attendere George Gamow, già citato nel capitolo 2.5.1. Egli introduce il concetto che l'atomo primitivo ipotizzato da Lemaître non sia solo molto denso, ma anche estremamente caldo. Gamow concentra i suoi sforzi sulla nucleosintesi primordiale e, assieme allo studioso Ralph Alpher (1921-2007), mette a punto la famosa teoria riguardante la formazione degli elementi durante il Big Bang. È proprio Alpher che, assieme a Robert Herman (1914-1997), capisce che la nucleosintesi primordiale necessita di una grandissima quantità di radiazione che non può essere scomparsa

improvvisamente. Per una quindicina d'anni Gamow, Alpher e Herman, oltre a qualche altro studioso indipendente, provano a calcolare e stimare la temperatura che questi fotoni residui dovrebbero avere. I risultati non coincidono tra loro, si va infatti da minimi di 1 a massimi di 50 gradi Kelvin, e si deve quindi aspettare una nuova svolta per ottenere il valore effettivo di questa radiazione.

La svolta decisiva avviene per mano di due radioastronomi statunitensi: Arno Penzias (1933 -) e Robert Wilson (1936 -). Nel 1964 essi sono impiegati presso la Bell Telephone e lavorano con un'antenna radio di 6 metri, costruita per comunicare con i primi satelliti per telecomunicazioni in orbita.

Nel tentativo di ridurre al minimo e calcolare il rumore interno dell'apparecchio, ovvero i disturbi elettronici propri dell'antenna, incappano però in un rumore di fondo, che persiste nonostante gli sforzi per eliminarlo. Dopo aver escluso ogni tipo di interferenza proveniente dalla Terra, Penzias e Wilson capiscono come il rumore non provenga dall'interno dell'apparecchio ma dal cielo. Quello che ancora non riescono a spiegare è come la debole entità che continuano a captare non provenga da oggetti celesti ma sia uniforme in qualunque direzione di puntamento. Senza riuscire a superare questo ostacolo i due studiosi calcolano comunque la temperatura di questa radiazione e ottengono un risultato tra 2,5 e 4,5 gradi Kelvin.

Nello stesso anno due fisici sovietici, Andrei G. Doroshkevich (1936 -) e Igor Novikov (1935 -), studiando il lavoro di Gamow, Alpher e Herman, ipotizzano la possibilità di misurare la radiazione abbozzata da essi e considerano l'antenna usata anche da Penzias e Wilson come l'apparecchio ideale

per questa misurazione. Mentre a Holmdel, New Jersey, i due radioastronomi non riescono a eliminare in nessuna maniera il rumore di fondo captato, a Princeton, New Jersey, un gruppo di quattro scienziati composto da Robert Dicke (1916-1997), James Peebles (1935 -), Peter Roll (1935 -) e David Wilkinson (1935-2002) cerca di captare dei fotoni residui, previsti dai calcoli teorici effettuati da Peebles. Essi però cercano alla frequenza sbagliata, in quanto la teoria su cui si basano presume che la temperatura di questi fotoni si aggiri attorno ai 10 gradi Kelvin.

L'ultimo passo avviene quando Penzias discute confidenzialmente del proprio problema con un collega del Massachusetts Institute of Technology (MIT), Bernard Burke. Quest'ultimo è a conoscenza del lavoro di Dicke e dei suoi collaboratori, che vengono contattati e incontrano Penzias e Wilson. Essi controllano i risultati e capiscono che il rumore di fondo dell'antenna è dovuto effettivamente ai fotoni risalenti all'universo primordiale.

Su *The Astrophysical Journal Letters*



*Arno Penzias e Robert Wilson posano nel 1993 davanti all'antenna grazie alla quale tra il 1964 e il 1965 fu scoperta la radiazione cosmica di fondo.*

escono due articoli. Il primo, redatto da Penzias e Wilson, parla di un eccesso di temperatura di circa 3,5 gradi Kelvin, ma non interpreta questo dato, facendo riferimento come possibile spiegazione all'articolo di Dicke, Peebles, Roll e Wilkinson, nel quale è illustrata la teoria del CMB. Penzias e Wilson nel 1978 riceveranno il premio Nobel per la fisica grazie ai loro risultati. La scoperta della radiazione cosmica di fondo è di importanza fondamentale, in quanto conferma, lasciando ben pochi dubbi, le ipotesi del modello cosmologico del Big Bang caldo. Essa è infatti considerata, assieme al redshift cosmologico, la prova più chiara ed eloquente a favore di questo modello ed è proprio grazie a questa scoperta, che la cosmologia viene finalmente consacrata, nel 1965, come disciplina osservativa a tutti gli effetti.

#### **4.2.1 Origine della radiazione cosmica di fondo (CMB)**

Per analizzare l'origine della radiazione cosmica di fondo è necessario tornare al periodo conosciuto come "era della ricombinazione". Nell'universo le condizioni cominciano a permettere la formazione di atomi di idrogeno, fenomeno detto appunto "ricombinazione". L'energia di ionizzazione dell'idrogeno è di 13,6 elettronvolt, dunque basta questa energia per staccare l'elettrone dal nucleo, ma a quel tempo la maggior parte dei fotoni possiede ancora un'energia maggiore. Quindi ogni volta che un fotone interagisce con un atomo appena formatosi, quest'ultimo perde il proprio elettrone. Il fotone viene deflesso e questa interazione è descritta dal fenomeno chiamato "scattering Thomson", responsabile dell'aspetto opaco dell'universo di allora. Per questo moti-

vo il cammino libero percorso dai fotoni tra una collisione e l'altra è estremamente breve e impedisce appunto la formazione di atomi stabili. Con il passare del tempo però l'universo si espande, la temperatura cala e di conseguenza anche l'energia dei fotoni diminuisce, facendone decrescere sempre più il numero in grado di ionizzare gli atomi di idrogeno. Al termine di questo processo si hanno gli elettroni nel loro stato fondamentale e i fotoni ormai non più in grado di interagire con essi. Cessa dunque il fenomeno di scattering e l'universo passa da uno stato opaco a uno trasparente. Si parla quindi di disaccoppiamento tra materia e radiazione, perché da questo momento in poi i fotoni sono liberi di propagarsi in moto perenne nell'universo, senza essere più deflessi, costituendo ciò che oggi è conosciuto come radiazione cosmica di fondo. Importante notare come ricombinazione e disaccoppiamento sono fenomeni distinti e non avvengono contemporaneamente.

Visto che il CMB ha origine durante il disaccoppiamento, è dunque chiaro come si misura la radiazione proveniente dalla superficie sulla quale è avvenuto questo evento. Questa superficie è chiamata "superficie di ultimo scattering" e questo fa quindi capire come si osserva un'immagine che appartiene al passato, più precisamente all'evento del disaccoppiamento.

#### **4.2.2 CMB oggi**

A partire dal 1983 sono stati condotti diversi esperimenti per ottenere più informazioni, tra cui soprattutto l'effettiva temperatura dei fotoni della radiazione cosmica di fondo.

Sono tre le missioni spaziali più famose a questo riguardo: COBE, acronimo di Cosmic

Background Explorer, del 1992, WMAP, ovvero Wilkinson Microwave Anisotropy Probe, del 2001 e Planck, lanciato nel 2009. Quest'ultima nasce con l'obiettivo di misurare con grande precisione il CMB, osservare strutture dell'universo come alcuni ammassi di galassie, studiare l'effetto chiamato lente gravitazionale e stimare i parametri osservativi. Questi obiettivi, uniti alla tecnologia utilizzata nella realizzazione dell'esperimento, rendono questa missione la più importante delle tre. Grazie ai dati raccolti, soprattutto da Planck, si sono fatti importanti passi avanti in questo campo. Oggi si sa infatti che la radiazione cosmica di fondo corrisponde esattamente alla radiazione emessa da un corpo nero a una temperatura

$$T_0 = 2.725 \pm 0.001 \text{K}$$

### Corpo nero

Un corpo nero è, fisicamente parlando, un radiatore ideale, ovvero un oggetto che assorbe ogni tipo di radiazione elettromagnetica da cui viene colpito, senza riflettere energia. Il principio di conservazione dell'energia tuttavia non permette di assorbire semplicemente energia e quindi un corpo nero riemette tutta l'energia che ha ricevuto sotto forma di radiazione. Questa radiazione prende il nome di "radiazione del corpo nero", mentre la densità di energia irradiata è detta "spettro del corpo nero". È proprio sullo spettro che ci si concentra, visto che esso possiede alcune caratteristiche importanti. Questo spettro ha infatti una caratteristica forma a campana che dipende esclusivamente dalla temperatura del corpo nero e non dal materiale o da altri fattori. Le missioni COBE e WMAP hanno confermato le ipotesi che erano state fatte sul CMB. È stato infatti dimostrato come lo spettro della radia-

zione cosmica di fondo corrisponda esattamente a quello di un corpo nero.

### 4.3 Anisotropie della radiazione cosmica di fondo

Nel primo articolo riguardante la radiazione cosmica di fondo redatto da Penzias e Wilson si parla di un eccesso di temperatura di 3,5 gradi Kelvin isotropo, nei limiti dell'osservazione. Questa isotropia corrisponde a una forte omogeneità diffusa nell'universo primordiale e porrebbe, se verificata, diversi problemi riguardanti la spiegazione della formazione delle strutture dell'universo, che si possono oggi osservare.

Bisogna subito ammettere che l'antenna di Penzias e Wilson presentava diversi limiti tecnici, non era infatti in grado di rilevare con precisione differenze nelle onde e, inoltre, aveva lo svantaggio di essere posta sulla Terra, dovendo quindi fare i conti con le interferenze dovute alle radiazioni provenienti da essa. Già pochissimi anni dopo la scoperta del CMB cominciano a sorgere idee su una possibile natura disomogenea dell'universo primordiale, che si rifletterebbe nella radiazione cosmica di fondo, per spiegare appunto la formazione dei grandi complessi celesti, caratterizzati da una forte attrazione gravitazionale, corrispondenti ad anisotropie del CMB che, grazie alle prove teoriche sviluppate, vengono accettate dalla comunità scientifica e integrate nel modello del Big Bang.

Per ottenere conferme pratiche bisogna però attendere che la tecnologia faccia dei passi avanti, perché era impensabile riuscire a cogliere queste anisotropie con un'antenna simile a quella con la quale si scoprì la radiazione cosmica di fondo.

La conferma dell'esistenza di anisotropie nello spettro del CMB arriva nel 1992, con la pubblicazione dei risultati del satellite COBE (lanciato nel 1989), che aveva appunto come obiettivo quello di misurare dallo spazio la temperatura dei fotoni con maggiore precisione. Con questa missione si verifica che lo spettro del CMB corrisponde con grandissima precisione a quello di un corpo nero di temperatura  $T = 2,725\text{K}$  e vengono inoltre rilevate delle anisotropie dal valore compreso tra lo 0,0001 e lo 0,001 per cento del valore medio.

Grazie alla scoperta delle anisotropie del CMB, ai principali responsabili della missione COBE John Mather (1946 -) e George Smoot (1945 -) viene attribuito il Premio Nobel per la Fisica nel 2006.

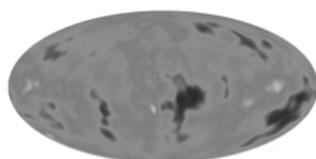
A seguito di COBE vengono lanciati altri satelliti con lo scopo di raccogliere dati sempre più precisi sulle anisotropie. I più importanti sono, oltre appunto a COBE, i satelliti WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe), lanciato nel 2001, e Planck, lanciato nel 2009. Quest'ultimo ha raccolto dati che hanno permesso di realizzare l'immagine finora più precisa della radiazione cosmica di fondo.

Queste mappe evidenziano le anisotropie del CMB e, soprattutto grazie alla mappa

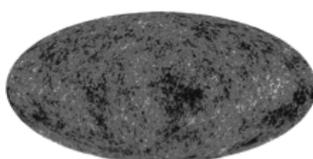
ottenuta dal satellite Planck, è possibile osservare la dimensione angolare apparente delle macchie dovute a queste variazioni di temperatura. Le dimensioni reali di esse possono invece essere ottenute con grande precisione attraverso dei calcoli teorici basati sulla velocità, con la quale le onde si propagano nel plasma primordiale.

#### 5.4 L'energia oscura

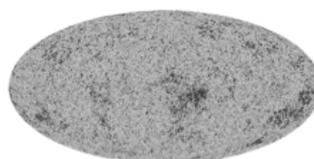
L'energia oscura è già stata brevemente introdotta nel capitolo 2.3.3. Si sa perciò che si possiedono pochissime informazioni sulla sua effettiva natura, in quanto praticamente tutto quello che si conosce riguarda la sua funzione repulsiva, opposta alla forza gravitazionale. L'introduzione di questa entità ha vantaggi e svantaggi. Tra i vantaggi risalta il fatto che, attribuendo un certo valore alla densità relativa dell'energia oscura, matematicamente tutto combacia e si ottiene un universo a curvatura nulla il cui modello, dal punto di vista puramente teorico, non mostra problemi o insicurezze di sorta. Lo svantaggio principale riguarda invece la scarsissima conoscenza che si ha di questa energia oscura e consiste nel fatto che non soltanto bisogna inserire nel modello



COBE



WMAP



PLANCK

*L'immagine mostra le mappe della radiazione cosmica di fondo tratte dai dati ottenuti grazie ai tre satelliti COBE, WMAP e Planck. Si nota facilmente come la precisione cresca costantemente e come queste mappe permettano di osservare le anisotropie con facilità. La forma caratteristica è data dal fatto che le mappe rappresentano ogni porzione di cielo che avvolge la Terra.*

“qualcosa” che ancora non si conosce, ma si deve convenire che questo “qualcosa” rappresenti addirittura il 70 per cento della densità dell'intero universo. Nonostante la scarsità di informazioni a riguardo, è importante capire che la vera sfida per i cosmologi non è capire da cosa sia costituita l'energia oscura, ma come funzioni e quali effetti abbia.

Vi sono tre opzioni per spiegare l'energia oscura: la costante cosmologica introdotta da Einstein nel 1917 nella teoria della relatività generale, secondariamente la cosiddetta quintessenza (un campo scalare che pervade tutto l'universo e che rappresenterebbe la quinta interazione fondamentale) e infine, terza e ultima opzione, potrebbe essere un'energia del vuoto da ricercare in scale subatomiche.

Con l'uso di equazioni di fisica quantistica applicate a tempo ed energia si ricava un risultato che si discosta da quello per così dire classico di un fattore dell'ordine di dieci elevato alla 122esima potenza. Il fatto di ottenere un errore così grande è significativo e indica, come minimo, una carenza di informazioni sull'energia oscura.

### **Conclusione**

A prima vista, può apparire frustrante il fatto di portare a termine una ricerca senza ottenere una risposta chiara e definitiva in merito ai quesiti posti sulle caratteristiche del nostro universo.

Anzi, alla luce degli sforzi intrapresi, può esserci addirittura sconforto nel dover ammettere che, anziché una risposta chiara, si ottiene in realtà un quesito di ancor più difficile soluzione. Si è infatti costretti a riconoscere che l'energia oscura rimane tutt'oggi uno dei grandi misteri della cosmologia e che si è

ancora ben lungi dall'essere in grado di spiegare adeguatamente questa entità.

Non bisogna però arrendersi di fronte agli enigmi che l'universo ancora ci riserva. È in definitiva anche errato affermare che una nuova domanda è tutto ciò che ci rimane. Infatti, negli ultimi anni è stata raccolta un'importante quantità di informazioni a riguardo della radiazione cosmica di fondo, della geometria dell'universo e di molti altri aspetti. Dette informazioni sono da considerare un successo e devono renderci fiduciosi in vista delle sfide che il futuro ci riserva. Nella sua storia l'uomo si è infatti sempre ritrovato a doversi confrontare con problemi inizialmente dall'aspetto ermetico: poco a poco l'uomo è comunque spesso riuscito a trovare delle risposte e a compiere progressi oltre ogni più rosea aspettativa.

L'errore mostrato nel capitolo sull'energia oscura riportato qui sopra, circa la densità di questo parametro, dev'essere quindi recepito come un segnale e uno stimolo, perché per proseguire è necessario continuare a porsi degli interrogativi.

L'impossibilità, per ora, di poter dare una risposta definitiva ai quesiti posti va dunque vista da un lato come limite reale e attuale della conoscenza scientifica. D'altro canto, essa deve essere presa anche come sfida, giacché stimola e incuriosisce lo studente e ogni ricercatore.

Vi sono ancora parecchi aspetti legati all'universo che meritano di essere approfonditi!

# Rapporto delle occultazioni asteroidali osservate nel 2015

Nel rendiconto del gruppo per l'anno 2015 un dato svetta su tutti: 28 corde. Un record.

Di ch  essere fieri. Le sei persone che hanno contribuito a questa prestazione sono sempre le stesse, purtroppo mancano forze nuove che possano contribuire a migliorare ulteriormente il bilancio.

La tecnica di misura che prevale   quella video: affidabile, precisa e anche sensibile poich  permette di misurare luminosit  stellari che a occhio nudo non si potrebbero raggiungere.

Sono state nove le occultazioni positive

osservate. L'evento migliore   stato quello di (216) Kleopatra del 12 marzo, favorito dal cielo sereno e da una evidentissima caduta di luce di oltre 3 magnitudini. Ne   uscito un profilo stupendo, modellato da oltre una trentina di corde: 5 realizzate dal Ticino, 4 dal resto della Svizzera e il resto dall'Europa.

Il 24 ottobre il gruppo ha organizzato all'osservatorio Calina un incontro sull'uso di un software per la determinazione degli istanti di inizio e fine occultazione, seguito da 10 presenti.

Gli osservatori del 2015:

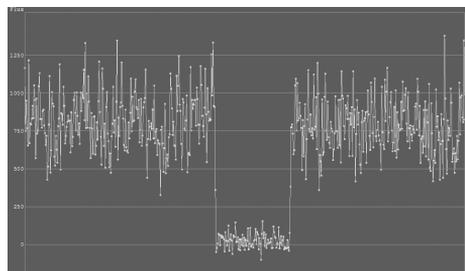
OSSERVATORE/I	misure	corde	score
Fausto Delucchi	1	1	100%
Carlo Gualdoni	17	6	35%
Andrea Manna	27	5	19%
A. & S. Manna	2	1	50%
Alberto Ossola	19	7	37%
Stefano Sposetti	60	8	13%
<b>TOTALE</b>	<b>126</b>	<b>28</b>	<b>22%</b>

I 9 eventi positivi.

2015/03/09	51	Nemausa
2015/03/12	216	Kleopatra
2015/04/09	173	Ino
2015/06/04	322	Phaao
2015/08/20	409	Aspasia
2015/09/25	135	Hertha
2015/10/31	1075	Helina
2015/12/02	1114	Lorraine
2015/12/29	63	Ausonia

La tabella che segue riassume il bilancio di sei anni di occultazioni del gruppo Corpi Minori.

Anno	Persone coinvolte	Eventi osservati	Eventi positivi	Corde
2010	4	49	5	6
2011	10	48	6	17
2012	9	62	6	8
2013	8	87	7	11
2014	8	123	11	21
2015	6	126	9	28
<b>TOTALE</b>	-	<b>495</b>	<b>44</b>	<b>91</b>



La curva di luce, realizzata da Cugnasco da Andrea Manna, mostra l'occultazione di (216) Kleopatra del 12 marzo 2015.

# Rapporto 2015

Stefano Sposetti

Anche nel 2015 è continuata l'attività osservativa del gruppo e da essa sono scaturiti notevoli risultati. Alcuni membri avevano iniziato le osservazioni nel 2009, consistenti nel controllo della porzione di Luna che brilla di luce cinerea, alla ricerca di evanescenti flash luminosi prodotti da impatti di meteoroidi. Dal 2013 l'attività si è inserita nella SAT come gruppo di lavoro.

Sono state effettuate 22 sessioni osservative per un tempo di sorveglianza di 48 ore e 18 minuti: 13 ore e 37 minuti mattutine e 34 ore e 41 minuti serali.

Sette i probabili flash da impatto (nel 2014 erano stati due) che sono stati catturati nei giorni

25 gennaio 2015 alle 18:29:13 (ITEN, SPOSETTI)

26 febbraio 2015 alle 21:35:22 (ITEN)

7 novembre 2015 alle 03:31:26 (SPOSETTI)

7 novembre 2015 alle 04:14:07 (SPOSETTI)

7 novembre 2015 alle 05:06:45 (SPOSETTI)

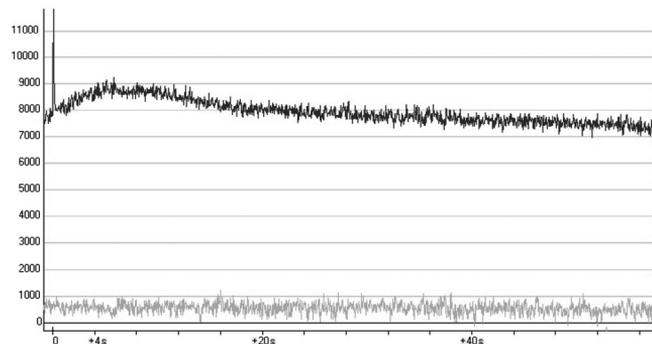
8 novembre 2015 alle 05:14:09 (SPOSETTI)

15 novembre 2015 alle 18:13:57 (SPOSETTI)

L'evento di gran lunga più importante è stato quello registrato lungo il terminatore da Marco Iten il 26 febbraio, descritto brevemente sul numero 390 della rivista "Orion" e ripreso anche dal sito web della SAT. In sostanza l'evento si è contraddistinto da un "lungo" flash luminoso di 0,6 secondi e da una successiva emissione luminosa in espansione di diversi secondi prodotta probabilmente dalla luce solare radente sulle polveri lunari eiettate verso l'alto. Siamo alla ricerca del cratere da impatto mediante confronto con le immagini fornite dal satellite LRO.

Gli impatti di novembre, alcuni coincidenti con il massimo di attività dello sciame delle Tauridi, sono stati confermati dal Dr. José Maria Madiedo della Universidad de Huelva in Spagna che dirige il progetto di ricerca MIDAS.

I dettagli osservativi degli impatti sono stati pubblicati sulla rivista online Selenology Today e inviati al Meteoroid Environment Office della NASA. Verrà probabilmente anche scritto un estratto per l'annuale Lunar and Planetary Science Conference.



*L'evoluzione temporale della luminosità del flash del 26 febbraio 2015 catturato da Marco Iten.*

# Rapporto 2015

Stefano Sposetti

Il 28 marzo e il 12 settembre 2015 si sono svolti a Bülach e a Falera il 4° e il 5° incontro della FMA (Fachgruppe Meteorastronomie). Rispettivamente 19 e 15 erano le persone presenti. Questi incontri attestano la notevole attività di questo gruppo, che si rivela sia dall'impressionante numero di meteore osservate, sia dallo sviluppo dell'attività osservativa radar e spettroscopica. Sulla rivista "Orion" vengono pubblicate le statistiche bimensili dei membri, chiamate Swiss Meteor Numbers, che illustrano i risultati conseguiti.

Alla fine del 2015 la rete della FMA contava 26 stazioni osservative sul territorio nazionale e 2 esterne. 13 siti osservativi hanno inviato dati video provenienti da un totale di 43 diverse videocamere. Su un totale di oltre 72 mila tracce meteoriche registrate, appartenenti a circa 55 mila meteore diverse, 9.400 (il 20,6 per cento) sono state correlate a osservazioni simultanee ed è stato quindi possibile estrapolarne le orbite con il metodo della triangolazione.

In Ticino ci sono diverse stazioni osservative video, ma non tutte sono legate alla FMA. In questo 2015 quelle di Gnosca e di Locarno hanno visto delle sostanziali migliorie con il conseguente aumento del numero delle detezioni (vedi immagine).

Fra la fine di ottobre e la prima parte di novembre sono apparsi diversi bolidi. Si è trattato per la maggior parte di meteore appartenenti allo sciame delle Tauridi (sia Nord che Sud). Le immagini (come pure i video) sono visibili sul sito SAT, nella sezione Meteore. La luminosità dei bolidi è di difficile stima quando supera quella delle stelle più brillanti, ma si può ragionevolmente dire che queste apparizioni hanno superato la magnitudine -5.

Il 15 marzo 2015 un bolide ha attraversato il cielo del territorio nazionale: il numero 388 di "Orion" contiene un articolo a esso dedicato. L'oggetto è apparso inizialmente sulla verticale della Germania

del Sud e si è spento sopra la regione del Gottardo. Numerose sono state le attestazioni visuali di avvistamento, ma ciò che più conta è il fatto che ben 6 stazioni svizzere hanno registrato il fenomeno su video (tra cui, fra le nuvole, quella di Gnosca). Un'approfondita analisi è stata eseguita da Beat Booz, membro FMA. Poiché i risultati dell'analisi di volo sono apparsi promettenti è stata pure avviata una ricerca sul terreno finalizzata al ritrovamento di eventuali frammenti rocciosi, ricerca che si è rivelata fino a oggi infruttuosa.

Una notevole fotografia di un bolide apparso l'11 novembre è stata scattata da Ivo Scheggia dalla Capanna Gorda. La sua immagine è stata con onore pubblicata sul sito APOD. Complimenti.

È stato riportato anche un avvistamento visuale di una brillante meteora da parte di Eric Delucchi.

Stazione	Meteore	Altri oggetti	Totale
GNO_1	4006 (2311)	6	4012 (2311)
GNO_2	4385 (279)	0	4385 (279)
GNO_3	2926	0	2926
GNO_4	775	0	775
LOC_1	4094 (400)	34	4128 (400)
LOC_2	4761 (547)	13	4774 (547)
LOC_3	4168 (416)	27 (2)	4195 (418)
LOC_4	3866 (286)	0	3866 (286)
LOC_5	1813	0	1813
LOC_6	1646	0	1646
<b>TOTALE</b>	<b>32440 (4239)</b>	<b>80 (2)</b>	<b>32521 (4241)</b>

Classe	Totale
J5_Gem - Geminids	3785 (224)
J5_nTa - North. Taurids	1220 (53)
J5_Ori - Orionids	1426 (119)
J5_Per - Perseids	1161 (201)
J5_sTa - South. Taurids	1239 (103)
spo - Sporadic Meteors	16720 (2256)

*Statistica delle registrazioni di meteore con la tecnica video fatte dalle stazioni di Locarno e di Gnosca (fra parentesi i dati del 2014). Fra le registrazioni si annoverano pure 80 sprites (fenomeni elettrici luminosi che si svolgono nell'alta atmosfera e che sono correlati a temporali). Con oltre l'11 per cento del totale, le Geminidi hanno potuto essere osservate in gran numero grazie al cielo sereno nel periodo del loro massimo di attività (14 dicembre). L'osservazione delle Perseidi è stata invece sfavorita da una meteorologia poco clemente*

# Il bolide del 15 marzo 2015

A soli 15 minuti dall'evento ci giunge il primo avviso da una persona che, quasi senza fiato, ci descrive cosa ha visto con i suoi occhi. Sono circa le 21:00. Ci rivolgiamo subito ai membri della nostra rete video per cercare una conferma della segnalazione. E che conferma! Le immagini mostrano chiaramente una stella cadente molto brillante all'ora e nella porzione di cielo indicata. Pubblichiamo una sequenza video sulla nostra homepage. Andiamo a dormire.

Il giorno successivo il mondo non è più lo stesso: già durante la colazione ci telefonano alcuni giornalisti per avere maggiori informazioni circa l'evento. Diamo un'occhiata alla posta elettronica e siamo impressionati: dozzine di richieste, di resoconti di testimoni oculari, di formulari di "avvistamento-bolide" già riempiti. La casella è piena all'inverosimile. Le richieste dei mezzi di comunicazione, sia nazionali che esteri, non si fanno attendere: Radio SRF, St. Galler Tagblatt, Aargauerzeitung, Blick, 20 Minuten, Radio Argovia, Radio 32, Keystone, SWR, RTL, Sat 1, web.de, gmx.de e molti ancora. Tutti che vogliono interviste, immagini, materiale video. Migliaia di persone hanno visto il bolide grazie alla sua evidente luminosità e alla lentezza di movimento, si tratta ora di rispondere in modo preciso sia alla popolazione sia ai media. Analizzando i dati in nostro possesso, in poco tempo siamo riusciti a fornire informazioni circa il punto di apparizione, la direzione del bolide e il punto di scomparsa.

L'oggetto è apparso alle 20:44 TMEC a Nord-Est di Stoccarda a una quota di 88 chilometri. Si è poi diretto verso Sud-Ovest passando sopra Costanza, la Svizzera centrale e spegnendosi sopra il passo dell'Oberalp a una quota di circa 30 chilometri (immagine 1). La sua apparizione è durata circa 11 secondi e

durante il suo moto il meteoroido si deve essere frammentato più volte poiché nelle riprese video si distinguono chiaramente vari aumenti di luminosità (immagine 2 e 3). A causa della sua velocità ultrasonica il meteoroido ha anche causato un'onda di pressione d'aria che, giungendo al suolo, è stata udita da diversi testimoni e descritta come un'esplosione o un tuono in lontananza. Queste onde d'urto sono pure state registrate dai sismografi della rete nazionale dell'Istituto Svizzero di Sismologia (SED)! Pensiamo che il corpo progenitore sia stato piuttosto grande e che alcune sue parti, alla fine della violenta fase di frenata nell'atmosfera, siano giunte fino a terra. Il calcolo dell'esatta posizione del loro arrivo al suolo dipende dal cosiddetto "volo buio" (dark flight), cioè da quella traiettoria descritta dai frammenti una volta che il fenomeno luminoso ha cessato di mostrarsi. Nel caso qui descritto, pensiamo che da 0,5 a 5 chilogrammi di materiale possa essere arrivato al suolo, da qualche parte in Ticino. Nell'ipotesi che qualcuno trovi un sasso di colorazione diversa dal solito e che pensi si tratti di un meteorite deve, prima ancora di raccogliarlo, fotografare la sua posizione al suolo e annotare accuratamente le coordinate del ritrovamento. Il sasso dovrà essere riposto in un contenitore pulito (sacchetto di plastica o foglio di alluminio) avendo cura di non toccarlo con le mani nude. L'oggetto potrà poi essere controllato dagli esperti del nostro gruppo. Le informazioni sono sul sito [www.meteore.ch](http://www.meteore.ch). Se ci fossero ulteriori analisi da fare, consigliamo di rivolgersi all'Istituto di Geologia dell'Università di Berna, al PD Dr. Beda Hofmann.

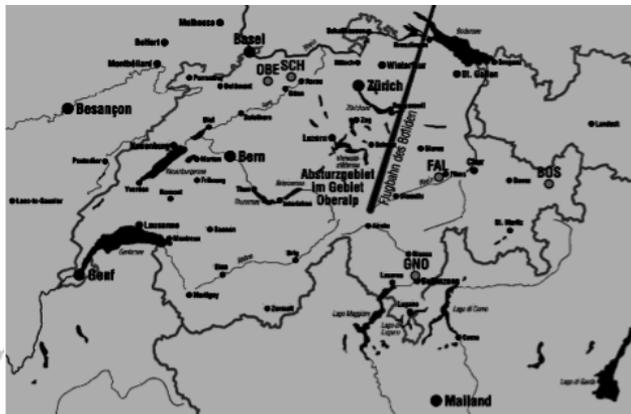


Immagine 1: la traccia del volo del bolide. BOS, FAL, GNO, OBE, SCH indicano le stazioni video che hanno fornito i loro filmati alla rete svizzera FMA. Il bolide si è spento sopra la regione dell'Oberalp, ma è giunto al suolo un po' oltre, dopo un certo tempo di "volo buio", nell'alto Ticino.

Immagine 2: Alcuni frames, tolti dalle riprese video e sincronizzati temporalmente, registrati dalle postazioni di Oberdorf e Falera.

Immagine 3: La foto della "Kamera-Oculus" dell'osservatorio di Bülach che mostra la lunga traccia luminosa del bolide. La camera è anche luogo di sosta di alcuni uccelli che depositano volentieri i loro rifiuti liquidi e solidi. Le macchie scure non sono quindi nuvole.



# Lunik...

Uranio

## non dimentichiamo

Era il pomeriggio del 4 ottobre 1957 , ero a Milano , in centro di via Larga, e uno strillone (venditore di giornali) urlava “ la Russia conquista lo spazio “ . Era stato lanciato il primo satellite artificiale: lo Sputnik 1 dal cosmodromo di Baikonur in Kazakistan ed il suo nome significa “compagno di viaggio”. Era una sfera di 58 centimetri di diametro con quattro antenne di due metri e mezzo di lunghezza. Rimase in orbita per ben ventun giorni. Bruciò nel rientro in atmosfera il 3 gennaio 1958. Famosissimo risultò il Bip Bip che lanciava e che fu captato anche da molti radioamatori .

Questo fatto per rammentare l'inizio dei lanci dei satelliti artificiali, i quali presero subito di mira la Luna, come già fece il retore greco di origine siriana Luciano di Samostata nel secondo secolo dopo Cristo, che per primo immaginò l'uomo sulla Luna.

L'Unione Sovietica si trovava in un primo tempo in netto vantaggio sugli Stati Uniti. Poco più di un anno dopo lo Sputnik 1, iniziò da parte dei russi il programma delle missioni Lunik verso la Luna. La sonda Lunik 1 fu lanciata il 2 gennaio 1959 ed era previsto che impattasse la Luna , invece la mancò passandole vicino, a circa 6000 chilometri il 4 gennaio 1959. È bene ricordare che era una sonda sferica primordiale , che però aprì la corsa verso lo spazio, la Lunik 1 si inserì in un'orbita intorno al Sole. Successivamente la Lunik 2 , lanciata il 12 settembre 1959, si schiantò sul nostro satellite. Di ben maggior importanza fu la Lunik 3, perché fotografò per la prima volta la faccia della Luna, sempre nascosta alla Terra, da una distanza di 65.200 chilometri ed inviò ben 29 foto ormai storiche. Di estrema importanza fu anche la Lunik 9 ,

lanciata il 31 gennaio 1966, perchè realizzò il primo allunaggio morbido il 3 febbraio 1966. La Lunik 10 fu la prima sonda immessa in orbita lunare, mentre la Lunik 17 fu la prima a portare un robot sulla Luna, il Lunakhod. Il fatto che tutte le sonde portino lo stesso nome, non deve trarre in inganno. Esistono notevoli differenze tra le prime Lunik e le ultime. Come esempio, basti pensare che la Lunik 1 pesava 361 Kg, , mentre l'ultima Lunik della serie pesava circa 6 tonnellate(!).

Gli specialisti dividono le Lunik in tre generazioni, le prime tre molto semplici , le sonde dalla 4 alla 14 molto più complicate, le ultime, sino alla Lunik 24 lanciata il 9 agosto 1976 che riuscì ad allunare nel Mare Crisium ed a riportare a terra 170 grammi di suolo lunare , vengono considerate di terza generazione.

Tutte le Lunik furono sonde automatiche senza piloti umani. E come non sarà sfuggito al lettore, si ricorda che mentre si svolgeva il programma Lunik da parte sovietica, gli Stati Uniti realizzarono lo sbarco umano sulla Luna, avvenuto nel luglio 1969 con l'Apollo 11. Ma indubbiamente le sonde Lunik sono state molto importanti per la storia della conoscenza del nostro satellite naturale.

## Società Astronomica Ticinese

Per onorare la memoria di un suo membro, l'ingegner Ezio Fioravanzo di Milano, esperto e appassionato astrofilo, la Società Astronomica Ticinese (SAT), grazie all'iniziativa e con l'appoggio finanziario della figlia del defunto, dottoressa Rita Erica Fioravanzo, istituisce un concorso, arrivato quest'anno alla sua 23<sup>a</sup> edizione, per l'assegnazione del

### PREMIO EZIO FIORAVANZO 2016

inteso a risvegliare e favorire nei giovani del nostro Cantone l'interesse per l'astronomia e a incitare gli astrofili a collaborare con la rivista *Meridiana*, organo della SAT.

1. Il concorso è riservato ai giovani residenti nel Ticino, di età compresa tra i 14 e i 21 anni (al momento della scadenza).  
Subordinatamente all'assenza di giovani concorrenti, esso viene esteso a tutti gli astrofili collaboratori di *Meridiana* che, nel corso dell'anno, abbiano pubblicato articoli sulla rivista e che non facciano parte della redazione.
2. I lavori in concorso devono consistere in un elaborato di argomento astronomico, eventualmente un lavoro di maturità. **In caso di premiazione, dall'elaborato dovrà poi essere estratto un articolo adatto alla pubblicazione su *Meridiana*, che non dovrà occupare più di 6 pagine dattiloscritte, a cura dell'autore, o, in mancanza, da parte di un membro della giuria.**  
Possono essere descritte in particolare:
  - osservazioni e rilevazioni astronomiche (a occhio nudo, con binocoli, con telescopi o altri strumenti),
  - costruzione di strumenti o apparecchiature come cannocchiali e telescopi, altri dispositivi osservativi, orologi solari (meridiane) eccetera,
  - esperienze di divulgazione,
  - visite a Osservatori, mostre e musei astronomici,
  - ricerche storiche su soggetti della nostra materia.
3. I lavori devono essere inviati entro il **15 gennaio 2017**, al seguente indirizzo: **"Astroconcorso", Specola Solare Ticinese, CP71, 6605 Locarno-Monti.**  
Oltre alla versione cartacea, va possibilmente spedita una versione in formato elettronico (preferibilmente formato PDF) da indirizzare per email a: **scortesi@irsol.ch**
4. I lavori verranno giudicati inappellabilmente da una giuria composta da membri scelti dal Comitato direttivo della SAT e dalla dottoressa Rita Fioravanzo.  
Più che allo stile letterario verrà data importanza al contenuto del lavoro e si terrà pure conto dell'età del concorrente.
5. Verranno aggiudicati tre premi **in contanti** :
  - **il primo del valore di 600.- Fr.**
  - **il secondo del valore di 400.- Fr.**
  - **il terzo del valore di 300.- Fr.**(da consegnare in occasione della cena sociale della Società Astronomica Ticinese)

Possono anche venire assegnati premi *ex-aequo*.

# Con l'occhio all'oculare...

## Astrocalina di Carona

L'osservatorio (via Nav 17) sarà a vostra disposizione **ogni primo venerdì del mese**, a partire dal **4 marzo**, per ammirare gli innumerevoli oggetti celesti che transiteranno di volta in volta. E inoltre

**sabato 14 maggio, sabato 11 giugno** per ammirare la Luna vicina al Primo Quarto e altre curiosità celesti

e **sabato 25 giugno**, osservazione speciale dedicata a Saturno (a partire dalle 21h00) Per il transito di Mercurio sul Sole, **lunedì 9 maggio è previsto un pomeriggio (dalle 13h00 alle 21h00)** e per l'osservazione del Sole: **domenica 12 giugno e domenica 10 luglio (dalle 14h00 alle 16h00)**.

Responsabile: Fausto Delucchi (tel. 079 389 19 11) fausto.delucchi@bluwin.ch

## Gruppo Pleiadi

E' entrata in funzione la remotizzazione/robotizzazione del telescopio sul Monte Lema. Per le condizioni di osservazione e le prenotazioni contattare il nuovo sito :

<http://www.lepleiadi.ch/sitounuovo/>

Programma osservativo pubblico:

**9 maggio (dalle 11h13 alle 18h42 T.U.)**

**Monte Lema o Gravesano:** transito di Mercurio

**27 maggio (dalle 21h30): Gravesano,** Giove e Marte vicino all'opposizione.

Si tengono inoltre degli incontri informali in sede (Gravesano) i seguenti giovedì (a partire dalle 20h00):

**26 maggio, 30 giugno.**

Altri eventi, come conferenze o trasferte, saranno comunicati di volta in volta dalla stampa e sul sito delle Pleiadi (v.sopra)

## Specola Solare

È ubicata a Locarno-Monti, vicino a MeteoSvizzera ed è raggiungibile in automobile (posteggi presso l'osservatorio).

Il **CAL** (Centro Astronomico Locarnese) comunica i prossimi appuntamenti:

**venerdì 10 giugno (dalle 21h30)** osservazioni di Luna, Giove, Marte, Saturno

**sabato 18 giugno (dalle 10h00)** osservazioni del Sole e dello spettro solare.

Dato il numero ridotto di persone ospitabili, si accettano solo i primi 14 iscritti in ordine cronologico. Le prenotazioni vengono aperte una **settimana prima** dell'appuntamento. Ci si può prenotare tramite Internet sull'apposita pagina (<http://www.irsol.ch/cal>).

## Monte Generoso

Il Gruppo Insubrico d'Astronomia del Monte Generoso (GIAMG) comunica che, a causa dei lavori di costruzione dell'albergo in vetta e dell'interruzione della ferrovia, per tutto il 2015 è sospesa l'attività osservativa. **Probabile ripresa entro fine 2016.**

# Effemeridi da maggio a luglio 2016

## Visibilità dei pianeti

<b>MERCURIO</b>	praticamente <b>invisibile</b> in maggio, giugno (nonostante la sua elongazione occidentale massima il 5 giugno, rimane bassissimo sull'orizzonte orientale) e fino all'ultima settimana di luglio quando ricompare timidamente alla sera, verso l'orizzonte occidentale (mag.-0.4). <b>In transito davanti al disco solare il 9 maggio</b> (vedi sotto).
<b>VENERE</b>	<b>Invisibile</b> in maggio e giugno. In congiunzione eliaca il 9 giugno. Riappare alla sera dall'ultima settimana di luglio nella stessa regione di cielo di Mercurio (mag. -3.9).
<b>MARTE</b>	è <b>visibile</b> per tutta la notte nei mesi di maggio e giugno, (in opposizione il giorno 22 maggio (mag. -2.1) e nella prima parte della notte in luglio, nella costellazione della Bilancia.
<b>GIOVE</b>	è <b>visibile</b> nella costellazione del Leone praticamente per tutta la notte in maggio e giugno, nella prima parte della notte in luglio (mag. -1.8)
<b>SATURNO</b>	rimane <b>visibile</b> praticamente tutta la notte dalla seconda metà di maggio alla fine di luglio nella costellazione dell'Ofiuco (mag. 0.0). In opposizione il 3 giugno.
<b>URANO</b>	<b>invisibile</b> fino a metà maggio, quando riappare prima del sorgere del Sole all'orizzonte orientale. <b>Visibile</b> al mattino in giugno e luglio, nella costellazione dei Pesci (mag. 5.9).
<b>NETTUNO</b>	nella costellazione dell'Aquario è visibile al mattino in maggio e nella seconda parte della notte in giugno e luglio (mag. 7.9).

## FASI LUNARI



Luna Nuova	6 maggio,	5 giugno,	4 luglio
Primo Quarto	13 maggio,	12 giugno,	12 luglio
Luna Piena	21 maggio,	20 giugno,	20 luglio
Ultimo Quarto	29 maggio,	27 giugno,	27 luglio

## Stelle filanti

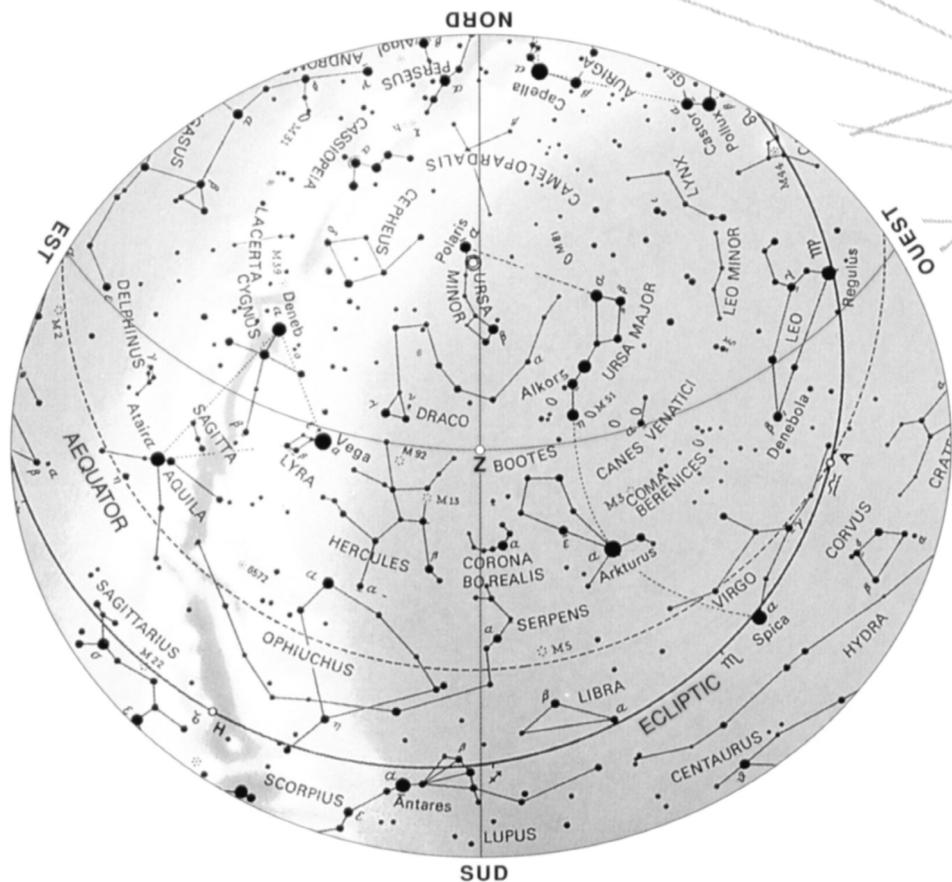
Lo sciame delle Aquaridi è attivo dal 19 aprile al 28 maggio, con un massimo il 5 maggio; la cometa di origine è la famosa 1P/Halley. Frequenza media oraria prevista: ca. 60 meteore all'ora.

## Transito di Mercurio davanti al Sole

9 maggio (dalle 13h12 alle 20h42)

## Estate

La Terra si trova al solstizio il 21 giugno, alle 0h34. Per il nostro emisfero ha inizio l'estate e il Sole si trova alla massima declinazione nord a +23°26'.

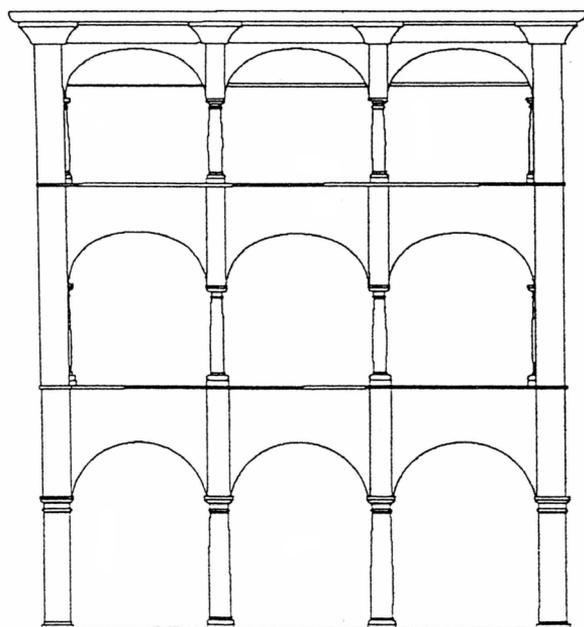


12 maggio 02h00 TL

12 giugno 24h00 TL

12 luglio 22h00 TL

Questa cartina è stata tratta dalla rivista Pégase, con il permesso della Société Fribourgeoise d'Astronomie.



## LIBRERIA CARTOLERIA LOCARNESE

**PIAZZA GRANDE 32**

**6600 LOCARNO**

**Tel. 091 751 93 57**

***libreria.locarnese@ticino.com***

Libri divulgativi di astronomia

Atlanti stellari

Cartine girevoli "SIRIUS"  
(modello grande e piccolo)

G.A.B. 6616 Losone

Corrispondenza:

Specola Solare - 6605 Locarno 5

shop online



www.bronz.ch