

GRUPPO ASTRONOMICO TRADATESE

ANNO INTERNAZIONALE DELLA
ASTRONOMIA 2009



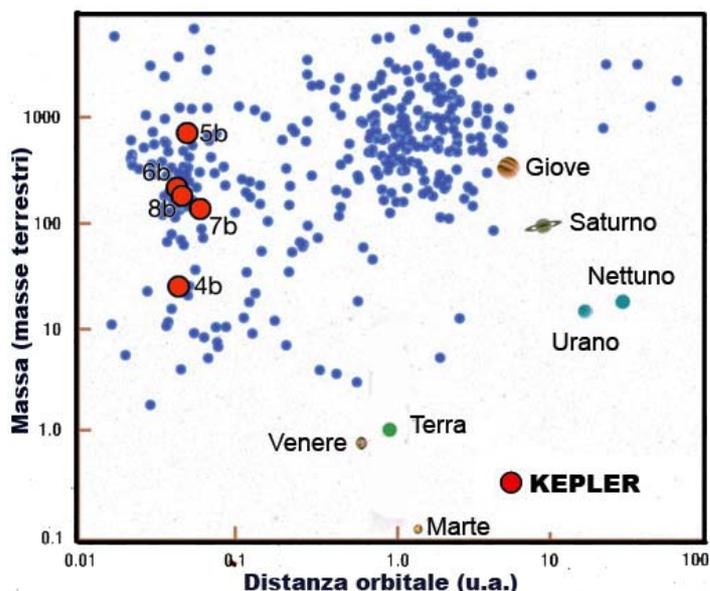
L'UNIVERSO: A TE SCOPRIRLO

LETTERA N. 122

A tutti i soci

Gennaio-Febbraio 2010

<http://www.gruppoastronomicotradatese.it>



Il 10 Gennaio 2010 si è chiuso ufficialmente a Padova (nella stessa Università dove Galileo insegnò per 18 anni) davanti a 200 tra i massimi scienziati esistenti, il Primo Anno Internazionale dell' Astronomia (IYA 2009), nato su proposta dell' Italia per celebrare il 400° anniversario del telescopio di Galileo. IYA 2009 è stato un anno straordinario, ed irripetibile, durante il quale tutti coloro che si occupano di scienza (compresi ovviamente noi del GAT) hanno fatto il possibile e l' IMPOSSIBILE per far capire nella gente di questo inizio secolo (specie i più giovani) quanto sia importante guardare in alto, verso le stelle ed i pianeti, per capire e difendere meglio il nostro di pianeta, la Terra (trovata ancora una volta succube di insensate diatribe politico-economiche al recente Congresso mondiale sul Clima di Copenhagen). IYA 2009 è stato anche un anno di grandi scoperte.

L'ultima, recentissima, è emersa a Washington nella prima settimana di Gennaio 2010 in occasione del 215° Congresso della AAS (American Astronomical Society): William Borucki (responsabile della missione Kepler presso il NASA Ames Research Center) ha infatti annunciato ai 3500 presenti che il satellite Kepler, in soli 43 giorni di lavoro (Primavera 2009) ha scoperto i suoi primi cinque pianeti transitanti (sul disco della loro stella). Finora si tratta di pianeti caldi di massa gioviana, orbitanti in pochi giorni attorno alla loro stella (vedi grafici qui a fianco). Ma è già molto grande l'attesa per i dati raccolti da Kepler nei sei mesi successivi, nei quali ci sono centinaia di casi 'sospetti': potrebbero riservarci, durante il 2010, sorprese che neanche immaginiamo...

In campo astrofisico non finisce di stupire il comportamento del Sole (risvegliatosi parzialmente solo in Dicembre '09) e viene seguita (fondamentali i contributi di astrofili di mezzo mondo!) con gradissimo interesse l' eclisse (inizio alla metà di Agosto e totalità dal 21 Dicembre '09) della stella ε-Aurigae (una gigante di tipo F attorno a cui ruota, con periodo di 27 anni, un sistema di due stelle avvolte in un disco di polvere di 15 anni luce di diametro, parzialmente ripulito al centro).

In campo planetario una scoperta domina su tutte: quella della presenza di ghiaccio sui poli della Luna, dimostrata il 9 Ottobre '09 dall' impatto di un vettore Centaur contro il cratere Cabeus del polo Sud lunare, perennemente in ombra, quindi costantemente a temperatura inferiore a -200°C sotto zero (ne parleremo diffusamente il prossimo 8 Marzo).

Ricco anche il calendario spaziale: si va da una decina di flyby tra la Cassini e Titano (erano 63 alla fine del 2009), agli incontri della sonda Rosetta con l'asteroide 21 Lutezia (10 Luglio 2010) e della sonda EPOXI-Deep Impact con la cometa Hartley-2 (11 ottobre 2010).

Numerosi sono anche i fenomeni celesti previsti per il 2010 (vedi allegato a questa lettera di L. Comolli). Due eventi, però, dominano su tutti: si tratta della grande eclisse totale di Sole di Domenica 11 Luglio 2010 che attraversa la Polinesia e l'isola di Pasqua e dell'eclisse totale di Luna visibile dall'Italia nella seconda parte della notte del 21 Dicembre 2010.

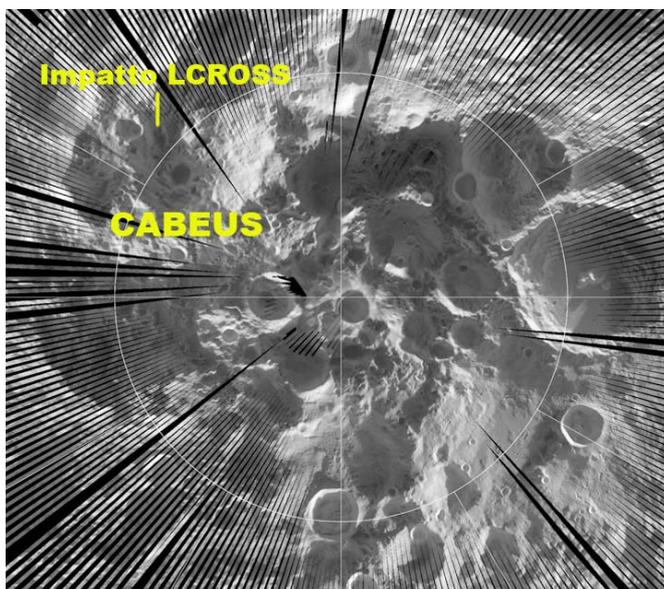
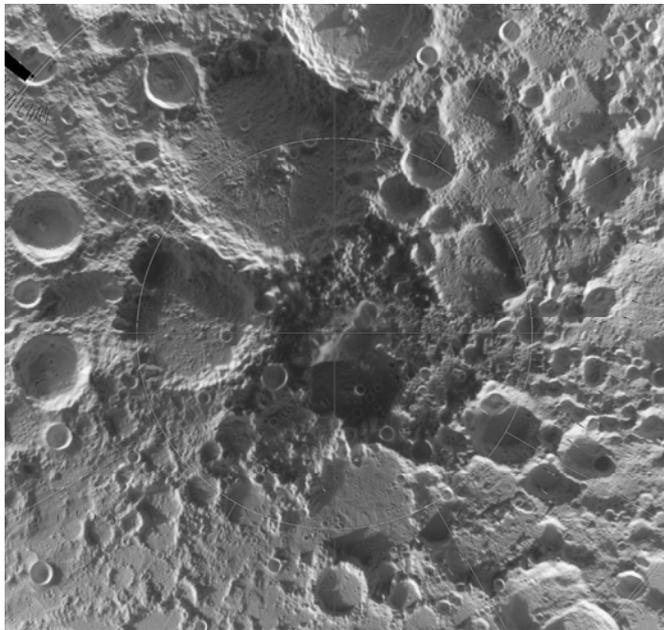
Ecco adesso i nostri primi appuntamenti del 2010, impostati come sempre su uno stretto connubio tra attualità ed elevata valore scientifico.

Lunedì 25 Gennaio 2010 h 21 Cine-Teatro P.GRASSI	Conferenza del dott. C.Guaita, Presidente del GAT sul tema <u>TUTTE LE NOTTI 'GALILEIANE' DEL 2009</u> : una serata davvero sorprendente ed affascinante, durante la quale verranno presentati, con immagini realizzate direttamente sul campo, i tantissimi fenomeni di tipo 'galileiano' che si sono verificati durante il 2009.
Lunedì 8 Febbraio 2010 h 21 Cine-Teatro P.GRASSI	Conferenza del dott. G. Bonacina sul tema <u>MACCHIE SOLARI E MACCHIE STELLARI</u> : dedicata agli studi recenti ed innovativi sulle analogie e diversità tra fenomeni e cicli di attività del Sole e di "stelle solari. Con lo scopo di capire meglio anche regolarità ed anomalie nel comportamento della nostra stella.
Lunedì 22 Febbraio 2010 h 21 Cine-Teatro P.GRASSI	Conferenza di Pierrmario ARDIZIO sul tema <u>SPAZIO 2009</u> , durante la quale verrà fatto il punto sui moltissimi eventi spaziali che hanno caratterizzato IYA2009, dalla 5° manutenzione dello Space Telescope, al lancio di satelliti altamente tecnologici (Kepler, Herschel, Plank), ai primi test dei nuovi vettori lunari.
Lunedì 8 Marzo 2010 h 21 Cine-Teatro P.GRASSI	Conferenza del dott. C.Guaita sul tema <u>ACQUA SULLA LUNA!</u> , ovvero la cronistoria completa di quella che si può considerare la più importante scoperta planetaria del 2009. Verranno discussi in maniera critica i dati raccolti dalla missione LCROSS, che ha lanciato un missile contro un cratere in ombra del polo Sud della Luna.

La Segreteria del G.A.T.

1) LCROSS scopre acqua sulla Luna.

Il 18 Giugno '09 un missile Atlas (+ razzo Centaur per lo stadio superiore) ha lanciato verso la Luna la sonda LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) assieme ad una capsula minore denominata LCROSS (Lunar Crater Observing and Seeing Satellite): prima il Centaur e poi la capsula LCROSS erano destinati ad impattare su un cratere del polo Sud della Luna perennemente in ombra, quindi con temperatura perennemente inferiore a -200°C . Il 23 Giugno '09 LRO entrò in un'orbita lunare polare a 50 km di altezza. Da questa posizione privilegiata lo strumento DLRE (Diviner Lunar Radiometer Experiment) realizzò le prime mappe termiche complete delle regioni polari della Luna, riscontrando in alcuni crateri perennemente in ombra temperature addirittura più basse di quanto si era prima stimato (-240°C). Contemporaneamente entrò in azione lo strumento LEND (Lunar Exploration Neutron Detector) in grado di misurare la presenza di atomi di H (uno dei componenti fondamentali del ghiaccio) attraverso l'esame dei neutroni di media energia emessi dal suolo lunare in conseguenza dell'impatto dei raggi cosmici (l'H riduce la quantità di questi neutroni 'lenti'). Si ebbe la conferma che laddove la temperatura era minima, lì la concentrazione di idrogeno (quindi verosimilmente di ghiaccio) era massima. Ecco due impressionanti mappe 'TERMICHE' delle regioni polari Nord e Sud lunari realizzate da LRO tra Agosto e Settembre '09:



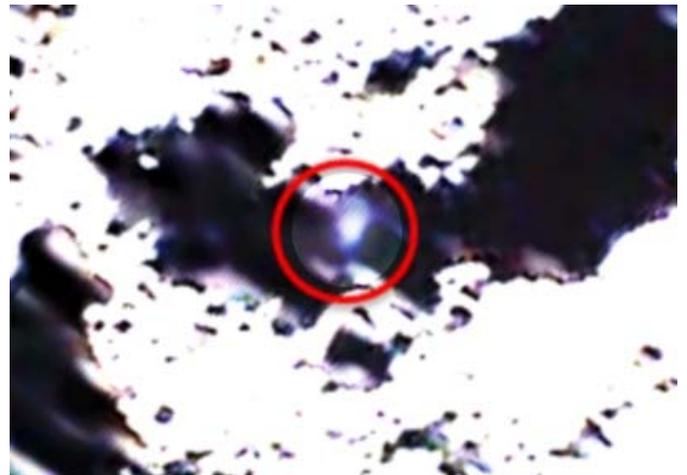
La scelta del cratere perennemente in ombra del polo Sud della Luna entro cui fare avvenire l'impatto fu molto laboriosa. Alla fine, assemblando tutte le misure altimetriche (profondità crateri), termiche (temperatura più bassa possibile) e di emissione di neutroni lenti (massima quantità ipotetica di ghiaccio) venne scelto il cratere CABEUS (84.9°S e 35.5°Ovest), un'impatto di 98 km situato a soli 100 km dal polo Sud della Luna.

Mentre LRO faceva questo lavoro, la capsula LCROSS + razzo Centaur si immetteva in una lunga orbita ellittica di 37 giorni, che avrebbe portato entrambi contro il polo Sud della Luna.

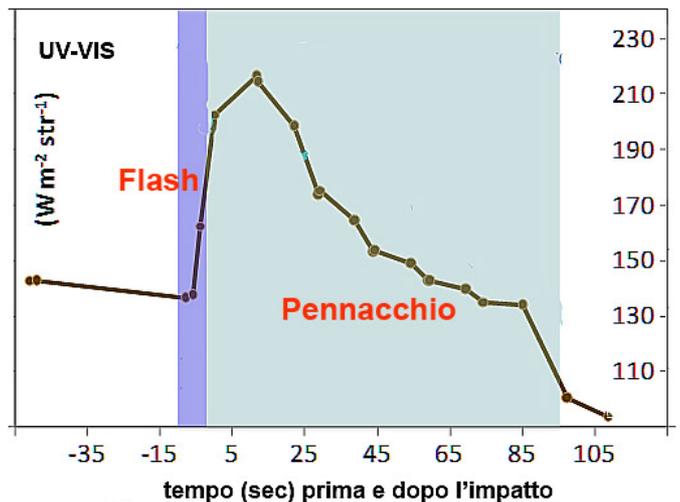
Il 9 Ottobre '09, a 87.000 dalla Luna, il Centaur (2300 kg) si staccò da LCROSS e si diresse contro la Luna a $2,5 \text{ km/sec}$. Ogni fase dell'impatto venne registrata da LCROSS che, a sua volta, impattò la Luna 4 minuti dopo.

Da Terra, nonostante lo spiegamento di molti tra i maggiori telescopi esistenti (compreso il telescopio spaziale Hubble) non si è visto assolutamente nulla sia a livello fotografico che spettroscopico.

Fortunatamente LCROSS aveva a bordo una strumentazione di tutto rispetto: una camera ottica, 4 camere infrarosse (due nel vicino e due nel medio IR), uno spettrometro nell'UV-visibile e due nell'infrarosso, un fotometro per misurare lampi di luce. Questa strumentazione, grazie all'estrema vicinanza dell'evento da studiare (LCROSS, come già ricordato, ha impattato il fondo del cratere Cabeus 4 secondi dopo il razzo Centaur) ha fornito una documentazione davvero eccezionale. La camera ottica riprese (nel giro di 20 sec) il cratere da 20 metri prodotto dall'impatto del missile Centaur e la nuvola di detriti in fase di sollevamento:

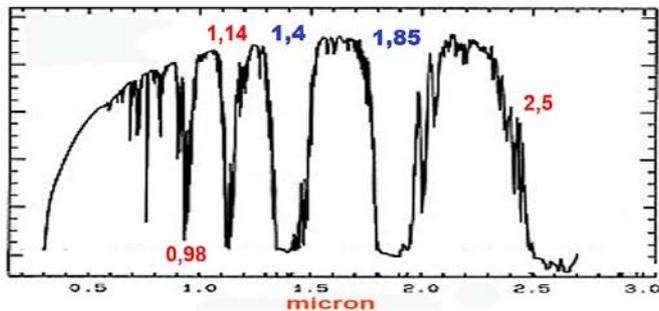


Contemporaneamente, il fotometro ne misurava un chiaro flash luminoso con salita al max in meno di 5 secondi e ridiscesa in poco più di 100 sec:

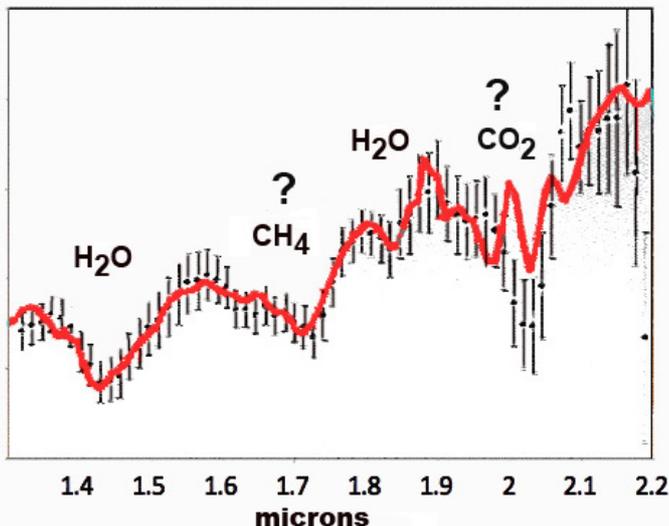


Nello stesso intervallo temporale gli spettrometri infrarossi e UV hanno permesso di fare la scoperta più grande e più desiderata:

quella della presenza di vapor d'acqua nel pennacchio di materiale sollevato dall'impatto. Vediamo come. Va premesso che l'acqua in forma di vapore presenta almeno quattro bande tipiche di assorbimento nel vicino infrarosso, secondo questo andamento spettrale:



Ebbene, lo spettrometro infrarosso di LCROSS è riuscito, nei primi 20 secondi dopo l'impatto del Centaur, a riprendere questo fondamentale spettro infrarosso, che abbiamo opportunamente semplificato per facilitarne la comprensione:



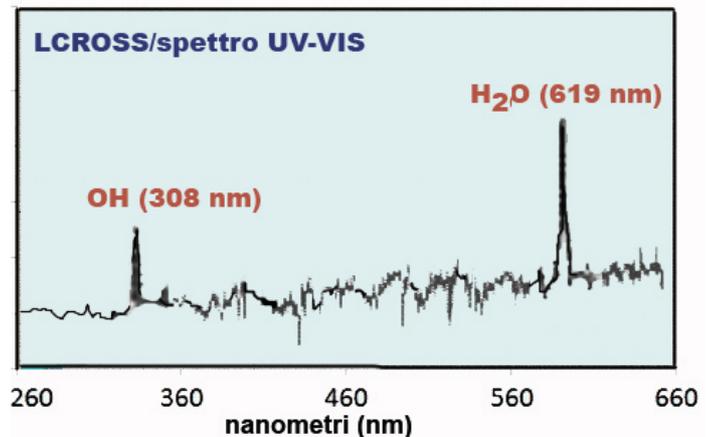
Come si vede sono state colte due bande di assorbimento infrarosso del vapor d'acqua centrate a 1,4 e 1,85 micron, il che rende la presenza di acqua inequivocabile. Dall'intensità di queste bande si è potuto calcolare che dal cratere di 20 metri prodotto dalla caduta del missile Centaur si sono sollevati almeno 100 litri di acqua: forse troppa, a meno che l'impatto non sia avvenuto in un tratto di terreno particolarmente ricco di ghiaccio.

Ma una lettura attenta di questo spettro ci permette anche di rispondere ad una domanda fondamentale, vale a dire la provenienza di questa acqua lunare. E' altamente probabile che la banda a 1,7 micron sia attribuibile al Metano (CH₄) ed altri idrocarburi leggeri e che la banda profonda a 2 micron sia dovuta all'anidride Carbonica (CO₂). Non si può inoltre escludere la presenza di alcool metilico (CH₃OH) ed alcool etilico (C₂H₅OH). Siccome CO₂, idrocarburi leggeri ed alcoli sono molecole presenti nei ghiacci cometari, è giocoforza ammettere che sia proprio cometaria l'origine dell'acqua ghiacciata presente nei crateri perennemente in ombra della Luna. Evidentemente i ghiacci cometari precipitati nei crateri polari lunari in ombra sono stati conservati indefinitamente dalla bassissima temperatura ivi presente.

L'idea che l'acqua sulla Luna sia di origine cometaria primordiale diventa predominante (ma non esclusiva !) sulla teoria secondo la quale l'acqua (o meglio il radicale OH) sarebbe creata di continuo dall'interazione dei protoni (H⁺) energetici del vento solare con le rocce lunari più predisposte. Come vedremo tra poco, questa possibilità entra in gioco per spiegare un'altra scoperta indiretta (sonda Chandrayaan-1 e Cassini): quella di un eccesso (variabile con la temperatura locale) di emissione infrarossa a 2,8 micron

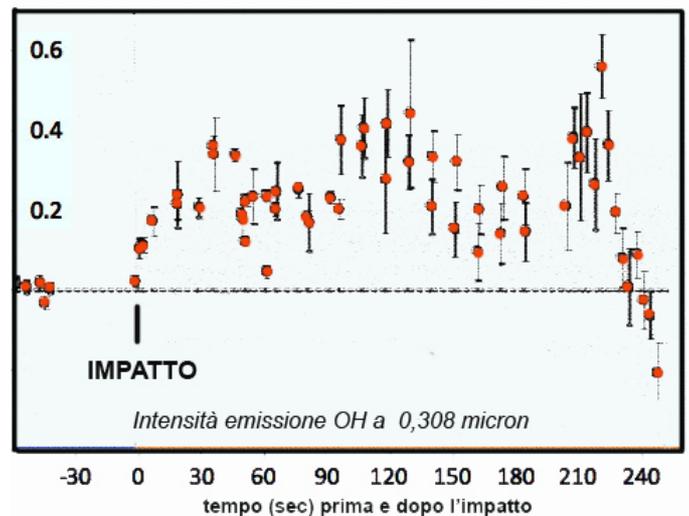
(radicale OH) ed a 3 micron (H₂O) anche al di fuori delle regioni polari della Luna.

In ogni caso, la conferma definitiva della presenza di ghiaccio all'interno del cratere Cabeus è venuta anche da alcune bande di emissione UV-VIS (dovute a temperature che possono aver raggiunto i 500°C) che la capsula LCROSS è riuscita ad individuare nel pennacchio sollevato dall'impatto del Centaur:



Come si può vedere, in questo spettro a cavallo tra l'UV e il Visibile compaiono chiaramente sia la banda di emissione del radicale OH a 0,308 micron, sia la banda di emissione dell'acqua eccitata a 0,619 micron.

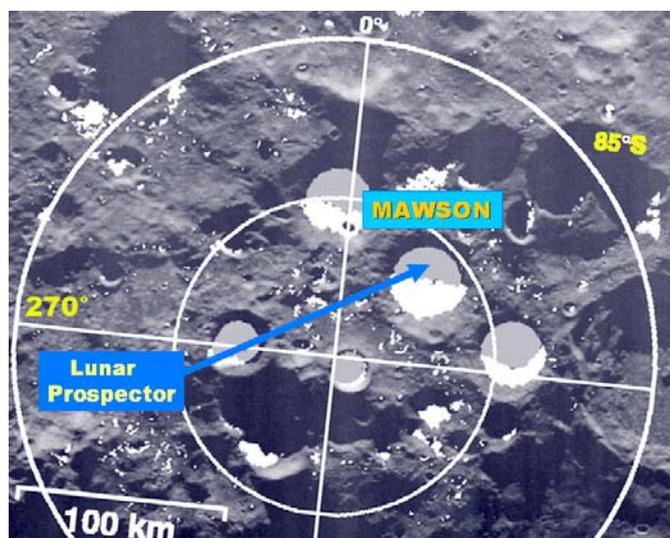
Una ulteriore ottima dimostrazione che l'emissione OH a 0,308 micron era dovuta al vapore surriscaldato sollevato dall'impatto è stato l'andamento della sua intensità, aumentata istantaneamente all'impatto e poi esauritasi poco più di 3 minuti dopo:



2) 15 ANNI di indizi contrastanti.

Dal 21 febbraio al 3 maggio '94, la sonda Clementine-1 realizzò il primo mosaico completo della superficie lunare entro 5° dal polo Sud (quasi 30.000 Km²), scoprendovi un gran numero di depressioni e fosse crateriche così profonde da non essere mai illuminate dalla luce solare, quindi così fredde (T mai oltre i -200° C) da permettere l'esistenza di ghiaccio (sia esso di natura primordiale o di provenienza cometaria). Clementine-1, però fece anche di più: andò a cercare direttamente del ghiaccio sul polo Sud della Luna con un esperimento di trasmissione radio 'bistatica'. In pratica, passando sul polo Sud della Luna, la navicella ha sparato radiosegnali a 2273 Hz contro un certo numero di crateri perennemente in ombra. Questi segnali, riflessi dal suolo lunare, sono stati raccolti, a Terra, dalla grande antenna californiana di Goldstone ed accuratamente analizzati. Ebbene, le modificazioni (di polarità ed intensità) subite dalle radioonde in conseguenza della riflessione sono risultate esattamente uguali a quelle che ci si doveva aspettare da una superficie lunare ricca di depositi di ghiaccio. Anche nei dintorni del polo Nord della Luna Clementine-1 riscontrò la presenza di molti crateri parzialmente o

totalmente in ombra. Non riuscì, però a condurre ricerche sulla presenza di ghiaccio. L'esperimento 'bistatico' era comunque solo una prova INDIRETTA della presenza di ghiaccio. Ben presto (1998) però, è arrivata anche una prova ben più importante grazie alla missione del Lunar Prospector. Lanciato in una bassa orbita polare lunare (100 km) il 7 Gennaio 1998, Lunar Prospector aveva a bordo uno Spettrometro per neutroni simile a quello di recente utilizzato da LRO, capace di individuare la presenza di atomi di H, quindi di ghiaccio. Su entrambi i poli lunari la risposta è stata positiva (calo di neutroni del 4,6% sul polo Nord e del 3% sul polo Sud): in particolare, sul polo Sud è stata individuata presenza di H (ghiaccio?) su una superficie di 5-20.000 km², con preferenza assoluta per il fondo dei crateri perennemente in ombra. Sul Polo Nord lunare esisterebbe addirittura il 50% in più di ghiaccio che sul Polo Sud: la superficie coinvolta sarebbe di 10-50.000 km², da cui si potrebbero ricavare 5-150 milioni di tonnellate di acqua. Tutto risolto quindi? Non proprio. La prima doccia...gelata è arrivata il 31 Luglio '99, quando la sonda Lunar Prospector, in un autentico gran finale di una missione per altro assai positiva, è stata fatta precipitare all'interno di uno dei crateri del polo Sud lunare dove era massima la probabilità della presenza di ghiaccio. La speranza era che l'energia dell'impatto facesse evaporare del ghiaccio e che da Terra se ne potesse captare la presenza per via spettroscopica. La scelta è cascò su Mawson, un cratere di 40 km, situato a soli 40 km dal polo Sud e con il bordo meridionale così elevato da essere, per metà, perennemente in ombra:

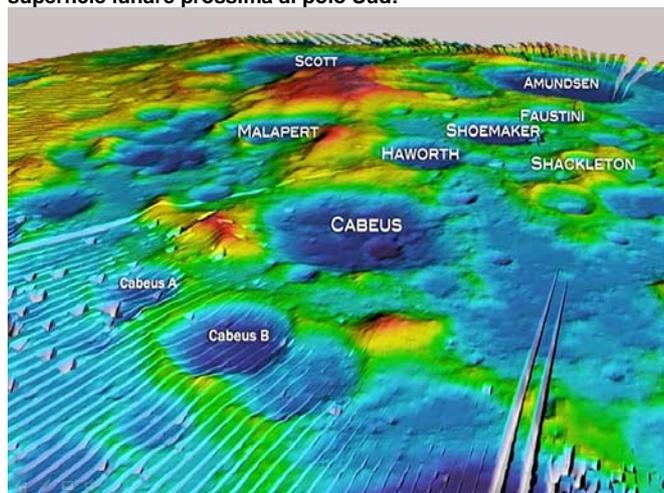


Lunar Prospector si è schiantato in questo punto alle 9:51 T.U. del 31 luglio '99 ad una velocità di 4.700 Km/h. Purtroppo, nonostante una colossale campagna osservativa (cui ha partecipato perfino lo Space Telescope) nessuna traccia di vapor d'acqua è stata individuata da Terra.

Altre docce più o meno fredde sono venute da una lunga serie di indagini radar condotte da Donald Campbell (Cornell University) con alcuni dei massimi radiotelescopi esistenti (tra cui quello di Arecibo da 330 metri). Il segnale riflesso veniva lanciato e raccolto direttamente da Arecibo, oppure (in maniera bistatica) lanciato da Arecibo e raccolto da altri radiotelescopi come Goldstone o Green Bank. In sostanza Campbell ha sparato verso i poli della Luna radioonde a lunghezza d'onda crescente (3,5 cm nell'Ottobre '97, 13 cm nell'Aprile 2005, 70 cm nel Novembre 2003) per penetrare sempre di più nel sottosuolo lunare (da 30 cm fino a qualche metro). Con risultati sistematicamente simili: le caratteristiche del raggio riflesso erano identiche sia che venissero colpiti crateri polari perennemente in ombra sia che venissero colpiti terreni illuminati. Campbell attribuì i suoi risultati semplicemente alla rugosità del terreno lunare: se questo NON escludeva totalmente che esistesse del ghiaccio nei crateri in ombra (anche il ghiaccio può avere una rugosità simile ad un terreno normale...), di certo ne rendeva assai meno probabile la presenza. Era evidente, a questo punto, che la difficoltà di correlare le misure radar e con le misure di neutroni lenti, imponeva di proseguire la ricerca di ghiaccio sui poli della Luna con metodi alternativi. In realtà un metodo alternativo ben noto ci sarebbe: quello di fare misure infrarosse dell'assorbimento

tipico del ghiaccio a 3 micron e/o dell'assorbimento a 2,8 micron del radicale OH tipico delle rocce idratate (ossia con acqua fisicamente legata nella loro struttura cristallina). Ma la mancanza di spettrometri dotati della necessaria sensibilità, ha bloccato sul nascere questa possibilità fino a pochissimi anni fa.

Il primo spettrometro adatto allo scopo è stato portato in orbita lunare dalla sonda indiana Chandryaan-1 (Novembre '08-Agosto '09). Realizzato per conto della NASA dal JPL di Pasadena e denominato M3 (ossia Moon Mineralogy Mapper) poteva costruire mappe infrarosse della Luna con una risoluzione di 140 m, dal visibile al vicino infrarosso (0,43-8 micron). I primi risultati, pubblicati nel Settembre '09, hanno destato scalpore. L'assorbimento tipico del ghiaccio a 3 micron aumentava progressivamente man mano che ci si approssimava alle regioni polari (Nord e sud) della Luna, ovvero con minore era l'entità di insolazione solare. Combinando questi dati con altri dati altimetrici e termici della sonda LRO ed assegnando al ghiaccio il falso colore blu, ne deriva questa mappa davvero innovativa della superficie lunare prossima al polo Sud:



Con una variante ulteriore davvero inaspettata: il fatto che l'assorbimento attorno a 3 micron venne riscontrato a volte anche lontano dalle regioni polari, in corrispondenza degli ejecta di certi giovani crateri. Sembrava quasi che questi impatti recenti avessero sollevato del ghiaccio (o delle rocce idratate) sotterraneo o, in alternativa, che il terreno fresco fosse particolarmente predisposto a legare nella matrice silicatica (SiO₂) l'idrogeno di provenienza solare per formare radicali OH. La pubblicazione di questi risultati fu piuttosto tribolata. Lo stesso Carle Pieters (Brown University), creatore dello strumento M3, continuò ad avere forti dubbi sulla bontà di questi risultati finché essi non vennero confermati in maniera inaspettata ed indipendente.

La prima conferma venne Deep Impact, ossia da una macchina che mai e poi mai era stata pensata per studi lunari. Dopo l'incontro del 4 luglio '05 con la cometa Tempel-1 (e lancio di un missile contro la sua superficie) la missione della navicella venne estesa (sotto la denominazione di 'EPOXI' per farle incontrare anche una seconda cometa (la Hartley-2, l'11 Ottobre 2010). Dal momento che, per raggiungere la Hartley-2, la sonda ha dovuto effettuare alcuni flyby con il sistema Terra-Luna, si decise di approfittare dell'occasione per 'tarare' lo spettrometro di bordo (29 Dicembre '07 da 1 milione di Km, 2 e 9 Giugno '09 da 7,9 e 5,9 milioni di km). Ancora una volta la risposta a 3 micron fu sorprendente: venne evidenziata la presenza di ghiaccio laddove la temperatura della superficie lunare era più bassa (mattina, sera, poli). Fu interessante scoprire, insomma che il ghiaccio si formava o scompariva di continuo anche fuori dai poli: bastava che la temperatura si abbassasse al di sotto dei -100°C, indipendentemente dalla natura della superficie.

Un risultato analogo venne ritrovato anche in alcune misure effettuate dalla sonda Cassini, quando, nel corso del suo lungo viaggio verso Saturno, dovette effettuare un flyby con il sistema Terra-Luna (19 Agosto '99). In quell'occasione, lo spettrometro VIMS rilevò un eccesso dell'assorbimento a 3 micron (ghiaccio) nelle regioni ad alta latitudine (ma non solo!) ed un eccesso analogo di assorbimento a 2,8 micron (rocce idratate).

Poi, lo scorso 9 Ottobre '09, la conferma DIRETTA di LCROSS.

Con la visita che ha effettuato in **Cina** lo scorso mese di novembre, il presidente B.Obama dovrebbe aver gettato le basi per una proficua collaborazione dei due paesi nello spazio: basandosi sui principi della reciprocità, trasparenza e comune benessere, nel prossimo futuro potrebbe iniziare una cooperazione nel settore spaziale che dovrebbe, nel tempo, iniziare anche il volo umano. Pertanto nel 2010 vi saranno una serie di visite reciproche dei responsabili delle rispettive agenzie spaziali. In realtà tale strada era già stata tracciata da M. Griffin nel 2006, data che segnò il primo viaggio ufficiale di un dirigente NASA in Cina. Griffin a quel tempo tornò senza un accordo formale, ma con l'intento che le due agenzie spaziali si incontrassero almeno una volta all'anno. Dalla metà del 2008 la **NASA** e la **CNSA** (China National Space Administration) hanno stabilito dei gruppi di lavoro per le scienze spaziali e le ricerche sul clima effettuate da terra. Dai recenti accordi un passo importante è comunque stato conseguito, ovvero: ottenere dalla Cina l'assicurazione che non vi saranno altri esperimenti di armi anti-satellite e che l'infelice episodio del 2007 (che per altro generò oltre 2750 **detriti orbitanti**) rimarrà un caso isolato per il bene dello spazio e dei suoi esploratori. Nel contempo il vettore cinese **Lunga Marcia 3A**, dopo l'avaria dello scorso 31 agosto, tornerà a volare. La commissione di inchiesta ha identificato in uno dei motori dello stadio superiore le cause del malfunzionamento del vettore che ha lasciato un satellite commerciale su di un'orbita sbagliata. Si è trattato della prima avaria in 13 anni e la causa sembra dover essere ricondotta alla presenza di materiale estraneo (o ghiaccio) che ha otturato gli iniettori dell'idrogeno. Per prevenire il ripetersi di un tale problema, verranno installati dei filtri sulle linee del combustibile per impedire il passaggio di particelle estranee, che verranno quindi "pulite" prima del lancio. Il satellite, in seguito ad una spinta inferiore del 38% (rispetto a quella nominale) per la metà del volo, ha lasciato il **Palapa D** (costruito dal consorzio italo-francese di Thales Alenia Space) su di un'orbita sbagliata e solo una serie di successive accensioni dei suoi motori di bordo lo ha portato sull'orbita prevista: qui resterà in servizio 10 anni invece dei previsti 15, avendo a disposizione meno combustibile per le correzioni orbitali. Malgrado il fallimento del lancio del **Cosmos1** nel 2005 la **Planetary Society** è decisa ha dimostrare la fattibilità della navigazione spaziale con l'uso delle cosiddette "vele solari". Varie nazioni come la Russia, il Giappone e l'ESA avevano avviato studi sulle vele solari, ma una volta a corto di fondi le avevano tagliate. Il concetto della propulsione mediate **vele solari** è abbastanza semplice: i fotoni in arrivo dal Sole rimbalzano sulla superficie di una vela solare (un grande foglio di Mylar alluminato come se fosse uno specchio); ogni fotone che colpisce la vela le trasmette il suo momento (velocità x massa): quindi una simile sonda non richiede combustibile a bordo ma sfrutta la forza, debole ma continua della radiazione solare: questo significa che nel tempo può raggiungere una velocità da 5 a 10 volte maggiore rispetto a quella di un razzo a propulsione chimica. Anche in considerazione del fatto che la tecnologia ha fatto passi da gigante, si può quindi ottenere più prestazioni pur riducendo spazio, costi e dimensioni. Per dimostrare la fattibilità e l'utilità di questo sistema di propulsione, si sta quindi pensando ad una serie di 3 navicelle da lanciare nei prossimi anni. La prima a salpare sarà **Light Sail 1 (LS1)** la più semplice delle 3 navicelle previste: sarà posizionata su un'orbita a 800 Km per evitare gli effetti di rallentamento dovuti agli strati alti dell'atmosfera. La gravità terrestre la terrà in orbita mentre la pressione della radiazione solare incrementerà la sua velocità, che sarà monitorata da terra per quantificare l'effettivo incremento di energia. A bordo vi saranno delle unità miniaturizzate di soli 10 cm di lato (denominati **ubesat**): le prime due si occuperanno della gestione della vela solare da 32m² in Mylar e del suo dispiegamento, il terzo avrà un computer, un sistema radio per ricevere e trasmettere dati / istruzioni e un accelerometro per misurare l'incremento di velocità, oltre ad un sistema GPS e una telecamera per riprendere il dispiegamento della vela solare. Questa missione getterà le fondamenta per la successiva **LS 2** che sarà più ambiziosa: durerà mesi e porterà un carico scientifico più complesso. Dopo qualche anno vedremo anche la sonda **LS 3** il cui scopo è molto più ambizioso: dimostrare che è possibile avere una stazione di primo allarme per le tempeste geomagnetiche, posizionata in uno dei punti lagrangiani. Diventerà un'ottima vedetta dell'attività della nostra Stella. Il prototipo suborbitale del nuovo vettore **Ares1** (ribattezzato **Ares1-x**) che è stato sviluppato negli ultimi anni dalla NASA è finalmente decollato lo scorso 28 ottobre dal Kennedy Space Center. Durante i suoi due minuti di volo ha raggiunto un'altezza di 45 Km prima della separazione dal secondo stadio fasullo (lo stadio era inerte), per poi ricadere nell'oceano dove è stato recuperato. Purtroppo due dei tre paracadute di cui era dotato non si sono aperti, causando al vettore un impatto con l'oceano più violento del previsto che ha causato qualche danno alla struttura del booster. Il problema non è grave in quanto non ha compromesso il previsto suo riutilizzo. Lo scopo della missione era di acquisire i dati sulla traiettoria e sulle prestazioni del vettore (grazie ai 700 sensori con cui era strumentato), dati che sono ora

nelle mani dei tecnici ed ingegneri per le valutazioni. Attualmente si sospetta che la causa del malfunzionamento dei paracadute dovrebbe essere legato ad una loro prematura apertura che li ha sottoposti ad uno sforzo maggiore del previsto. Il vettore alto 100 m e costato 445milioni di \$, ha dimostrato di avere dei livelli di vibrazioni molto inferiori alle aspettative, garantendo quel livello di sicurezza che NASA richiede: i dati a disposizione non forniscono quindi elementi per cambiare direzione soprattutto in tema di sicurezza. Ci si deve aspettare quindi che con il proseguimento del programma (il prossimo volo dell'**Ares** è previsto per il 2012) saranno l'**Ares1** e la capsula **Orion** a rimpiazzare lo Shuttle e a riportare l'America sulla Luna con il programma **Constellation**, a cui si sta lavorando da ormai 5 anni (si è iniziato nel 2005) e il volo del 28 ottobre scorso rappresenta lo stato dell'arte del progetto in questo momento. Durante un recente convegno lo speaker della NASA ha tenuto a sottolineare come lo sviluppo dell'**Ares** non sia in competizione con lo sviluppo dei sistemi privati, soprattutto quelli per portare merci da e per la **Stazione Spaziale**. Se però si tratta di trasportare astronauti è fuori discussione che le linee guida devono essere quelle della NASA. Si può fare tutto, ma non discutere sulla sicurezza quando vi sono uomini di mezzo, per questo la NASA continuerà a lavorare per migliorare la sicurezza di **Ares** e **Orion** (che però ragionevolmente non saranno pronti prima del 2017). Nel frattempo bisognerà addestrare gli astronauti ad usare le **Soyuz** (ci vorranno circa 3 anni), mentre le alternative di usare razzi come il Delta 4 o l'Atlas 5 per portare **Orion** nello spazio richiederebbero non meno di 6 anni per integrare i due sistemi. In realtà qualcuno suggerisce che se ci si accontentasse di una capsula più piccola, ci si potrebbe riuscire in soli 3 anni. *Certamente una volta scelta la via non si può continuamente rimetterla in discussione.* Con l'esplorazione lunare nel limbo, il volo umano sembra spostarsi verso gli asteroidi tipo **NEO** (Near Earth Object). Ovviamente per vedere realizzata una simile missione ci vorrà del tempo, ma potrebbe essere la stessa capsula **Orion** a portarla a termine. Il piano della missione è già pronto: una prima capsula senza piloti, con a bordo combustibile, cibo, acqua, ossigeno ed in aggiunta uno stadio superiore per lasciare l'orbita terrestre, verrebbe agganciata da un'altra navicella con due astronauti a bordo. Mentre la prima partirebbe con un **Ares 5**, per la seconda basterebbe l'**Ares 1** e il tutto potrebbe accadere tra il 2020 e il 2025. La navicella si porterebbe vicino all'asteroide, senza atterrarvi. Gli astronauti scenderebbero sulla superficie usando degli zaini con propulsione autonoma (tipo il vecchio **MMU**). La permanenza potrebbe essere da pochi giorni a un paio di settimane.

Lo scorso 16 novembre '09 partiva dalla rampa 39A del KSC lo Shuttle Atlantis per la missione **STS129**, una delle ultime prima del pensionamento dell'intera flotta Shuttle prevista per il 2010 (ma non sembra molto credibile che NASA riesca a lanciare le restanti 5 missioni entro la fine di settembre 2010). I 6 astronauti sono attraccati alla **ISS** (International Space Station) il 18 novembre scorso; a bordo vi erano due piattaforme di parti di ricambio chiamate **External Logistic Carriers**: esse sono state attraccate a ciascun lato della ISS Truss con 12.386 Kg di parti di ricambio, che permetteranno alla ISS di operare per un tempo molto più lungo rispetto al previsto ritiro dello Space Shuttle. Quindi la missione **STS129**, durata più di 11 giorni, possiamo definirla una missione logistica il cui scopo è stato principalmente quello di rifornire la ISS per continuare a volare anche quando la flotta Shuttle non sarà più operativa. Si è trattato della 5° e ultima missione per il 2009 (2 giroscopi di riserva, vari serbatoi e pompe di scorta oltre a ricambi per il braccio robotico della ISS). Atlantis ed il suo equipaggio hanno anche trasportato a bordo della ISS una quantità di nuovi esperimenti ed un innovativo sistema di comunicazione ad alta frequenza realizzato da una ditta californiana (Space Exploration Technologies), il cui scopo è facilitare le comunicazioni tra la stazione e la capsula **Dragon**, che questa ditta sta realizzando per trasportare merci a bordo della stazione spaziale una volta ritirato lo Space Shuttle. Dopo 11 giorni di missione e 3 uscite extraveicolari per completare le attività all'esterno, lo Shuttle Atlantis è atterrato, lo scorso 27 novembre, sulla Shuttle Landing Facility al Kennedy Space Center in Florida. Ora resta un solo modulo americano da aggiungere alla ISS: parte dei prossimi voli Shuttle (l'unico sistema di lancio con capacità di trasporto di moduli particolarmente ingombranti) saranno dedicati a tale scopo. Il 14 dicembre, dalla base di Vandenberg in California è decollata la sonda **Wide** (Wide Field Infrared Survey Explorer). La navicella è equipaggiata con un sofisticato telescopio infrarosso che dovrà gettare luce sull'origine dei pianeti, delle stelle e delle galassie. Trascorrerà 10 mesi attorno alla Terra in orbita polare completando l'intera esplorazione del cielo in infrarosso per scoprire oggetti nascosti, quali stelle fredde, asteroidi scuri. Ci si aspetta almeno 100.000 nuovi asteroidi nella fascia degli asteroidi e qualche centinaio di NEO. La missione, costata 320 milioni di\$, è gestita dal JPL.

I fenomeni del 2010

Questo spazio è veramente poco per riuscire a riassumere i fenomeni astronomici del 2010, ma ci proveremo evidenziando i principali.

Il fenomeno più interessante sarà l'**eclisse totale di Sole dell'11 luglio** (Fig.1), che risulterà visibile da pochissime isole nell'oceano Pacifico, principalmente in Polinesia Francese e Isola di Pasqua. Per la particolarità dei luoghi quasi agli antipodi dell'Italia risulterà alquanto scomodo andarci. I fortunati eclissofili che intraprenderanno il viaggio potranno fare osservazioni in un ambiente magnifico, su atolli corallini quasi incontaminati oppure con la compagnia delle grandi statue dell'Isola di Pasqua. Si tratta di un'eclisse abbastanza lunga: 5 minuti e 20 secondi in pieno oceano, dai 3 ai 4,5 sulle isole migliori. Le successive eclissi totali saranno decisamente meno favorevoli oppure più scomode (2012 Australia e Oceano Pacifico, 2015 Oceano Atlantico, Isole Faroe, 2016 Indonesia, Oceano Pacifico) La successiva veramente degna di nota sarà solo nell'agosto 2017 (Stati Uniti). Un'altra **eclisse di Sole, anulare**, si verificherà il **15 gennaio** e sarà visibile nell'oceano Indiano, dall'Africa centrale alla Cina. Nulla di entrambe le eclissi risulterà visibile da Tradate.

Le **eclissi di Luna** saranno due, la prima, parziale, il **26 giugno**, completamente invisibile dall'Italia, e la seconda, totale, il **21 dicembre** (Fig.3,4), visibile da noi solamente per la parte iniziale di penombra e una piccola parte dell'ombra (Tab.2). In sostanza il fenomeno sarà deludente, con soltanto una piccola parte di oscuramento dell'ombra terrestre visibile sul disco lunare, mentre la Luna starà per tramontare sull'orizzonte NW, nel cielo già chiaro per le luci dell'alba.

Un genere di fenomeni legato alla **Luna** sono le congiunzioni e occultazioni. Quelle con l'ammasso aperto M45, le **Pleiadi**, sono tra le più interessanti. Quest'anno se ne verificheranno 12, ma qui ne segnaliamo solo una, forse la più interessante. La sera del **21 febbraio** alle ore 21 la Luna occulterà alcune delle stelle più meridionali dell'ammasso (Fig.2). La fase lunare sarà precedente al primo quarto, e quindi l'abbinamento sarà abbastanza contenuto.

Mercurio avrà le migliori elongazioni ovest (visibili all'alba) al 27 gennaio e 19 settembre, e le elongazione est (visibile alla sera) al 9 aprile. **Venere** avrà l'elongazione est il 20 agosto, ma sarà favorevole: la massima altezza sull'orizzonte verrà raggiunta nei mesi di maggio e giugno, circa 25° al tramonto. La congiunzione solare sarà il 29 ottobre, 6° a Sud del Sole. Poi in dicembre si vedrà all'alba. **Marte** sarà in opposizione il 30 gennaio, e si potrà osservare bene per i primi 4 mesi dell'anno, alto in cielo (Dec +22°), ma con diametro piccolo (14" all'opposizione, distanza 0,66 UA, mag. -1,3). **Giove** sarà molto più alto dell'anno scorso perchè avrà Dec -2° all'opposizione, il 22 settembre. **Saturno** sarà in opposizione il 22 marzo, tra le stelle della Vergine. Per quanto riguarda l'aspetto degli anelli, la situazione è analoga a quella dello scorso anno: disco con asse maggiore di 20", l'anello largo 44" e alto solo 3", corrispondenti a un'apertura angolare di soli 3°.

Buone notizie per gli appassionati di comete: è previsto che nel 2010 si rendano visibili due comete di 5^a magnitudine. La **C/2009 R1 (McNaught)** da maggio a giugno, bassa nel cielo del mattino, ma il massimo avverrà quando per noi è inosservabile. Meglio sarà la **103P/Hartley 2**, visibile sopra la 6^a tra settembre e dicembre (massimo il 22 ottobre). Sarà molto alta in cielo per gran parte della notte (soprattutto nella seconda parte), e passerà veloce moltissime costellazioni. Ne ripareremo a suo tempo. Le **Perseidi** avverranno in periodo di Luna nuova e saranno da osservare nella notte tra 12 e 13 agosto.

Buone osservazioni e cieli sereni a tutti!

Tab. 2: l'eclisse totale di Luna del 21 dicembre 2010 (parziale in Italia)

Evento	Orario	Altezza sull'orizzonte		
		Milano	Roma	Reggio Calabria
Inizio penombra	6.29	13°	10°	6°
Inizio parzialità	7.33	4°	0°	-

Eclisse totale invisibile dall'Italia. Fasi iniziali visibili all'orizzonte Ovest. Sono favorite le regioni del Nord-Ovest dell'Italia.

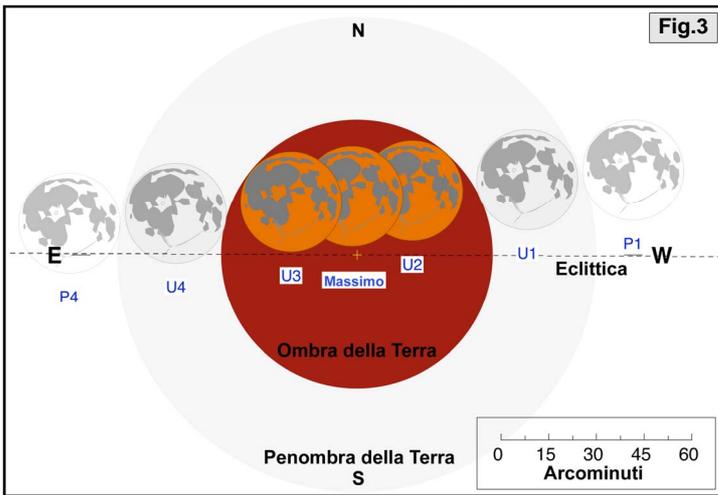
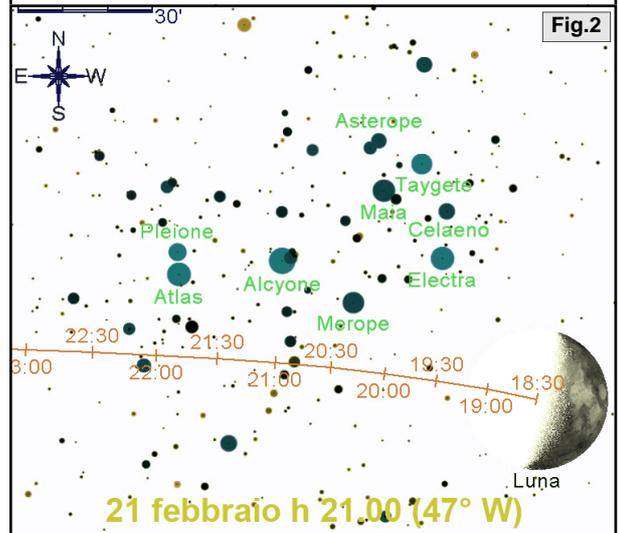
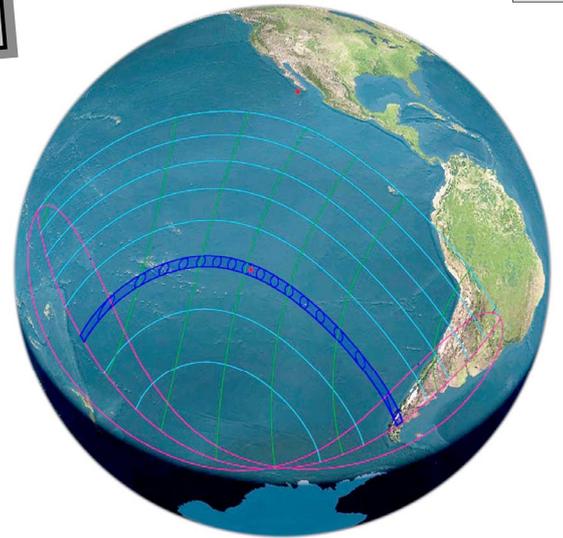


Fig.1: L'eclisse totale di Sole dell'11 luglio 2010.

Fig.2: Una delle migliori congiunzioni tra Luna e Pleiadi del 2010.

Fig.3: Eclisse totale di Luna del 21 dicembre 2010: traccia della Luna.

Fig.4: Eclisse totale di Luna del 21 dicembre 2010: zone di visibilità



Links:

- http://xjubier.free.fr/en/site_pages/SolarEclipsesGoogleMaps.html
Mappe di Google interattive con le tracce delle eclissi, a cura di X. Jubier.
- <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/OH/OH2010.html>
Eclissi del 2010 sul sito della NASA curato da Fred Espenak.
- <http://www.aerith.net/> Informazioni aggiornate sulle comete visibili.
- <http://www.heavens-above.com/>
Tabelle personalizzate coi passaggi dei satelliti artificiali.

Tab. 6: opposizioni dei pianeti esterni nel 2010

Pianeta	Opposizione	Declinazione all'opposizione	Costellazione	Magnitudine	Diametro
Marte	30 gennaio	+22°	Cancro	-1,3	14"
Giove	22 settembre	-2°	Pesci	-2,8	50" x 47"
Saturno	22 marzo	+2°	Vergine	+0,5	20" x 18" (anello 44" x 3")
Urano	22 settembre	-1°	Pesci	+5,8	3,7"
Nettuno	20 agosto	-13°	Capricorno	+7,8	2,3"

