



Associazione Astrofili ALTA VALDERA

www.astrofilialtavaldera.it

Casper, Wyoming - USA / 21 Agosto 2017

LE ECLISSI

Alla scoperta delle eclissi di Sole e di Luna. Preparazione all'osservazione e alla ripresa dell'eclisse totale di Sole visibile dagli STATI UNITI D'AMERICA il 21 Agosto 2017.



In collaborazione per la parte astronomica con TOA nell'organizzazione del viaggio negli USA in occasione dell'evento.

A cura di Alberto Villa

INDICE

Indice	pag. 3
Introduzione	pag. 5
Come e quando si verificano le eclissi	pag. 7
<input type="checkbox"/> La dinamica delle eclissi di Luna e di Sole	Pag. 8
Le eclissi nella storia	pag. 11
<input type="checkbox"/> Mito e simbolismo delle eclissi	Pag. 11
<input type="checkbox"/> I babilonesi	Pag. 12
<input type="checkbox"/> I Cinesi	Pag. 12
<input type="checkbox"/> Gli antichi Egizi	Pag. 13
<input type="checkbox"/> I Maya	Pag. 14
<input type="checkbox"/> Stonehenge e le eclissi	Pag. 14
Alcune eclissi storiche	pag. 15
Un accenno alla Luna e alla sua struttura	pag. 20
L'eclisse di Luna	pag. 23
Come fotografare l'eclisse di Luna	pag. 27
Un accenno al Sole e alla sua struttura	pag. 31
L'eclisse di Sole	pag. 38
<input type="checkbox"/> Tipologie di eclissi di Sole	Pag. 40
<input type="checkbox"/> Eclisse Parziale di Sole	Pag. 41
<input type="checkbox"/> Eclisse Totale di Sole	Pag. 43
<input type="checkbox"/> Eclissi Anulare di Sole	Pag. 49
<input type="checkbox"/> Eclisse di Sole Ibrida	Pag. 50
<input type="checkbox"/> Quanto può durare una eclissi di Sole	Pag. 51
Come osservare una eclisse di Sole	pag. 54
Come fotografare una eclisse di Sole	pag. 58
<input type="checkbox"/> Fotografia tradizionale e fotografia digitale	Pag. 62
<input type="checkbox"/> Come organizzare le riprese fotografiche	Pag. 62
<input type="checkbox"/> La messa a punto della strumentazione	Pag. 63
<input type="checkbox"/> Prove da effettuare prima di riprendere una eclisse di Sole ...	Pag. 64
<input type="checkbox"/> Osservazione o fotografia?	Pag. 65
Eclisse di Sole: la scelta del sito osservativo	pag. 66
Il Ciclo di Saros	pag. 69

Inseguendo il “Sole Nero” (esperienze personali)	pag. 70
<input type="checkbox"/> Eclisse totale del 26.2.1998 – Aruba (Antille Olandesi)	Pag. 70
<input type="checkbox"/> Eclisse totale del 11.8.1999 – Pinkafeld (Austria)	Pag. 71
<input type="checkbox"/> Eclisse anulare del 3.10.2005 – Formentera (Spagna)	Pag. 72
<input type="checkbox"/> Eclisse totale del 29.3.2006 – Tobruk (Libia – deserto)	Pag. 73
<input type="checkbox"/> Eclisse totale del 1.8.2008 – Barnaul (Siberia / Russia)	Pag. 75
<input type="checkbox"/> Eclisse totale del 22.7.2009 – Anji (Cina)	Pag. 76
<input type="checkbox"/> Eclisse totale del 11.7.2010 – Isola di Pasqua (Cile)	Pag. 77
<input type="checkbox"/> Eclisse parziale del 4.1.2011 – Santa Croce S/Arno (Italia)	Pag. 80
<input type="checkbox"/> Eclisse totale del 13.11.2012 – Cairns (Australia)	Pag. 80
<input type="checkbox"/> Eclisse totale del 20.03.2015 – Torshavn (Far Oer Island)	Pag. 85
 Le prossime eclissi di Luna	 pag. 92
 Le prossime eclissi di Sole	 pag. 94
 Guida all’osservazione del cielo australe	 pag. 99
 Bibliografia / Autore / Recapiti	 pag. 120

INTRODUZIONE

Se presso i popoli primitivi la scomparsa del Sole o della Luna destava solitamente angoscia e terrore, oggi guardiamo alle eclissi come ai fenomeni celesti più spettacolari. Ma è proprio l'eclisse totale di Sole l'evento astronomico più affascinante, emozionante e coinvolgente.

Nel 1998 mi sono recato ad Aruba (Antille Olandesi) per osservare la mia prima eclisse totale di Sole, che si verificava il 26 febbraio di quell'anno. Su una delle spiagge più belle del mondo, nei giorni precedenti l'evento ho incontrato Fred, un astrofilo australiano. Ne è nata una simpatica conversazione, e confidandogli che per me era "la prima volta", ho sgranato gli occhi quando mi sono sentito rispondere con orgoglio che per lui era l'undicesima eclisse totale, e non aveva alcuna intenzione di smettere! Una affermazione di questo tipo suscita perplessità, in quanto ci si domanda se ne valga la pena e che differenza ci sia mai tra due fenomeni dello stesso genere: non capivo il motivo e la necessità di vederne così tante. Due giorni dopo, quando a causa di una emozione mai provata di fronte a un evento naturale ho rischiato di non riuscire a scattare neppure una fotografia, ho compreso cosa voleva dire l'amico Fred: il cielo che via via diventa quasi notte con un tramonto che corre su tutto l'orizzonte, l'ombra che si avvicina e sta per avvolgerci, l'ultimo raggio di sole che incredibilmente cede il posto a una corona che prende forma dal nulla e circonda il disco della luna che diventa di un nero mai visto. Il rosso vivo delle protuberanze e della cromosfera che – come la corona - solo in questa occasione possiamo osservare direttamente, ci lasciano senza fiato mentre in cielo appaiono i pianeti e le stelle più luminose. Brevissimi e interminabili minuti che regalano un'emozione davvero incredibile per essere suscitata da un "semplice" evento astronomico. Quando ci si rende conto che il Sole sta per diventare di nuovo padrone del cielo diurno che gli appartiene, vorremmo avere a portata di mano una bacchetta magica per fermare tutto e prolungare quelle sensazioni ma non si può! Al primo raggio di Sole resta allora la commozione, la consapevolezza di aver vissuto qualcosa di magico: e mentre ancora si intravede un velo di corona che sta per sparire ci stiamo già inconsapevolmente chiedendo quando potremo di nuovo rivivere tutto ciò.

Qualcuno sostiene che alla vigilia della una prima eclisse di Sole ci sia la massima tensione ... magari anche per il meteo. Probabilmente la massima tensione si prova invece almeno dopo averne già vista una, perché solo in quel caso si è consapevoli dello spettacolo che si potrebbe perdere!

Avendone la possibilità, mi sono ripromesso di non mancare all'appuntamento con il "sole nero", immaginando di poter un giorno raccontare a qualcuno la mia emozione per aver vissuto più volte la magia di questo evento.

Dopo Aruba, è stata la volta di Graz (Austria) nel 1999. Quindi l'eclisse anulare nel 2005 a Formentera. Ancora la fantastica esperienza del marzo 2006 per l'eclisse totale in pieno deserto libico, e a seguire l'avventura in Siberia per l'evento del 1 agosto 2008. Quindi lo splendido viaggio in Cina che culmina con l'osservazione dell'eclisse totale di Sole del 22 luglio 2009 da Anji: nonostante le condizioni meteo avverse su larga scala, è stato però possibile riprendere alcune immagini anche durante la fase culminante. L'eclisse dell'11 luglio 2010 è stata poi un'eclisse veramente unica in quanto ha unito alla spettacolarità dell'evento la magia e il mistero del sito di osservazione: l'Isola di Pasqua in Cile, con una emozione assolutamente indimenticabile. Il fascino dell'Australia ha rappresentato uno stimolo notevole per l'eclisse totale di Sole del 13 novembre 2012, osservata da Cairns nel Queensland: all'inizio sotto la pioggia, tanto da essere ormai rassegnati ... con le nubi che si sono però aperte all'improvviso proprio sul disco magico del "Sole Nero".

Durante tutti questi viaggi si è formato un gruppo di appassionati “cacciatori d’eclisse”, ormai un gruppo di amici per i quali un’eclisse totale di Sole appetibile rappresenta un appuntamento che non deve neppure essere rammentato: ci si cerca istintivamente per fare un nuovo magico viaggio insieme. E’ così che il 20 marzo 2015 ci siamo ritrovati anche alle Far Oer dove le previsioni meteo davano veramente poche speranze di poter vedere qualcosa... ma su tutto ha avuto il sopravvento l’amicizia e la passione! Abbiamo mancato la totalità per soli tre minuti ... ma il viaggio ci ha regalato una inaspettata aurora boreale!

Che dire dunque? Tutti pronti ... e da un bel po’ di tempo ... per l’eclisse del secolo! Stati Uniti, 21 agosto 2017: un’eclisse che per tanti motivi (dei quali avremo occasione di parlare) sarà un evento davvero indimenticabile.

Ogni eclisse totale di Sole è unica, irripetibile e indimenticabile: al tutto va poi aggiunta l’esperienza del viaggio che normalmente bisogna intraprendere per raggiungere le zone del globo terrestre dalle quali l’eclisse è visibile come totale.

Queste parole potrebbero sembrare esagerate, come sembravano esagerate a chi le ha scritte prima di essere stregato dalla magia del Sole Nero tanto da rincorrerlo appena sia possibile farlo. Per chi non ci crede, c’è solo una cosa da fare: provare! Ma attenzione: la magia del Sole Nero non ha antidoto!

Questa relazione vuole semplicemente illustrare i diversi aspetti legati al fenomeno delle eclissi (in alcune occasioni come accennato vissute in prima persona), con particolare riferimento:

- ❑ alla dinamica delle eclissi di Luna e di Sole;
- ❑ alla struttura della Luna e del Sole;
- ❑ alle varie tipologie di eclissi, nonché alla loro visibilità e durata;
- ❑ all’osservazione e alla fotografia delle eclissi;
- ❑ all’organizzazione, preparazione e prova della strumentazione necessaria;
- ❑ alla corretta interpretazione della documentazione in argomento;
- ❑ all’organizzazione di un viaggio dedicato, anche in relazione alle statistiche meteo;

Il tutto con una particolare attenzione alle problematiche connesse alle riprese effettuate con strumentazione digitale.

COME E QUANDO SI VERIFICANO LE ECLISSI

Fra i tanti fenomeni celesti visibili ad occhio nudo, l'eclisse (di Sole o di Luna) è fra quelli che più colpiscono l'immaginazione di chi li osserva. Presso i popoli primitivi la scomparsa del Sole o della Luna destava solitamente angoscia e terrore. Purtroppo anche nella nostra società tecnologica, all'inizio del terzo millennio, non sono pochi quelli che credono ancora ai presagi infausti delle eclissi. Una credenza di questo tipo è del tutto ingiustificata, anche se riceve attenzione dalla gran parte dei mass-media, sempre pronti ad interpellare l'astrologo di turno per le "previsioni" più fantasiose.

Così come tutti i corpi illuminati dal Sole, anche Terra e Luna proiettano un cono d'ombra. Nel momento in cui la Luna entra nel cono d'ombra della Terra avviene un'eclisse di Luna. Viceversa, quando la Luna proietta il proprio cono d'ombra sulla Terra si ha un'eclisse di Sole (Fig. 1). Un'eclisse di Sole può avere luogo solo durante il novilunio e solo se i tre astri Sole, Luna e Terra sono allineati sulla stessa retta. Questa condizione si può verificare da due a sette volte in un anno. Diversamente da quanto potrebbe sembrare sono molto più numerose le eclissi di Sole che quelle di Luna; però le prime si possono osservare solo da piccole zone della superficie terrestre, mentre le ultime sono visibili dall'intero emisfero notturno. È per questo motivo che le eclissi di Luna, per una data località, sono più frequenti di quelle di Sole.

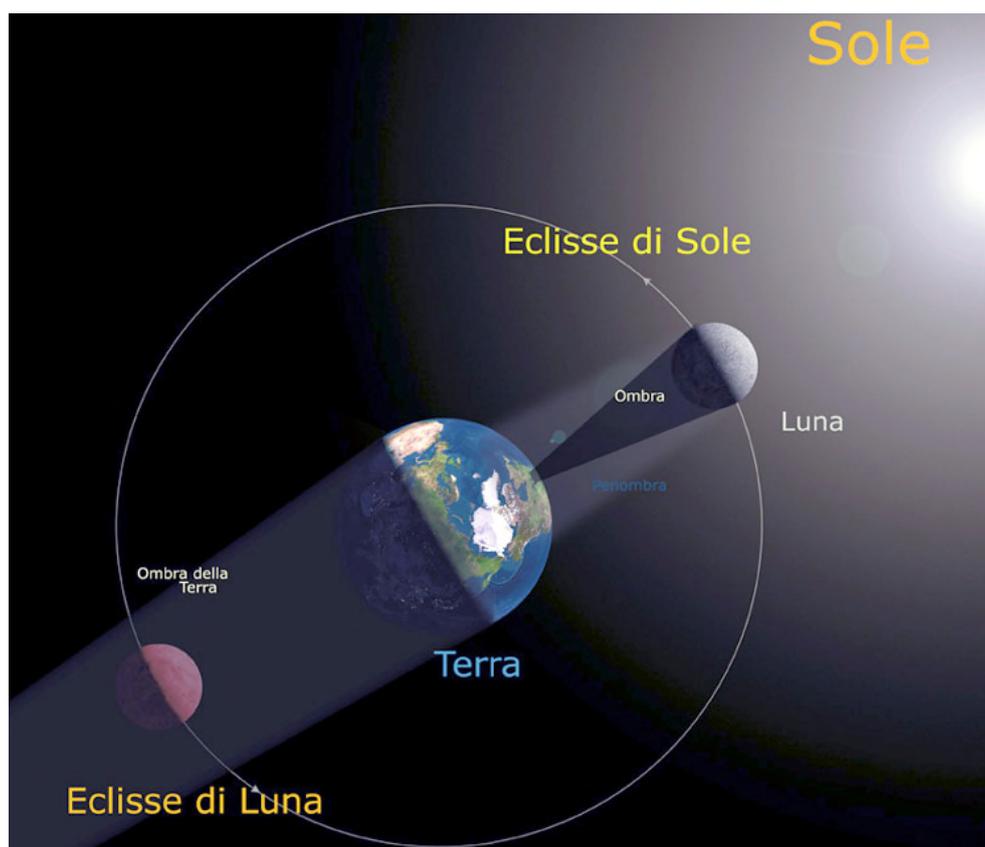
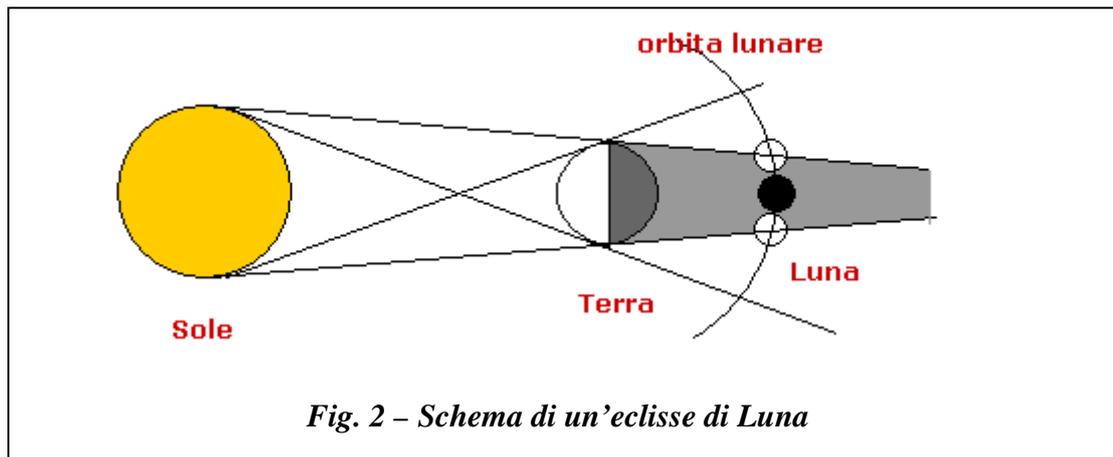


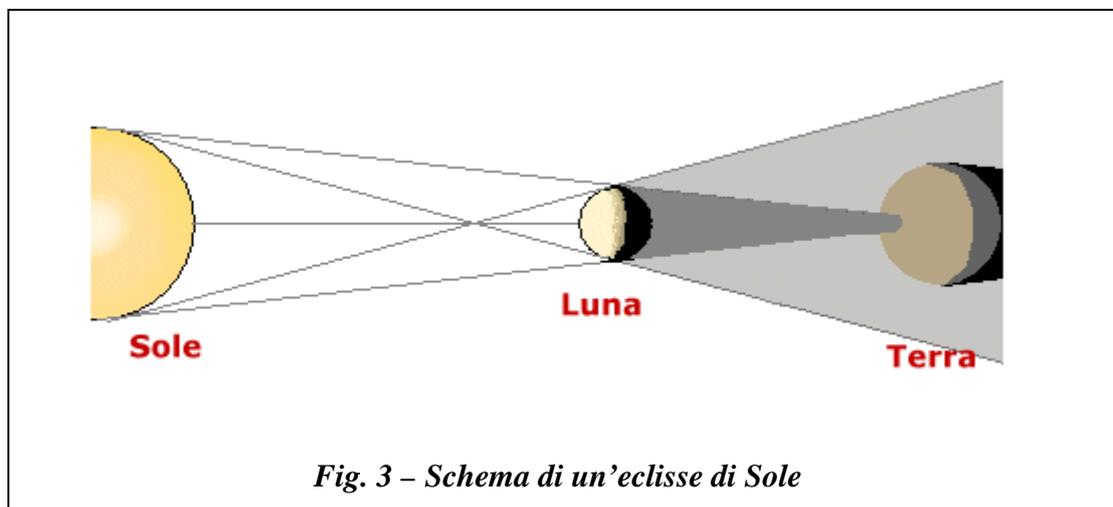
Fig. 1 – Dinamica delle eclissi di Sole e di Luna

La dinamica delle eclissi di Luna e di Sole

Quando il Sole, la Terra e la Luna sono perfettamente allineati, si ha un' **eclisse di Sole** o di **Luna**. Nella situazione mostrata in Fig. 2, nella quale la Terra si interpone fra la Luna e il Sole proiettando la propria ombra sulla Luna - che viene così oscurata - si ha un' **eclisse di Luna** .



Se invece è la Luna a trovarsi interposta fra Terra e Sole, essa proietta la propria ombra sulla Terra, oscurando il Sole: si ha così un' **eclisse di Sole** (fig. 3).

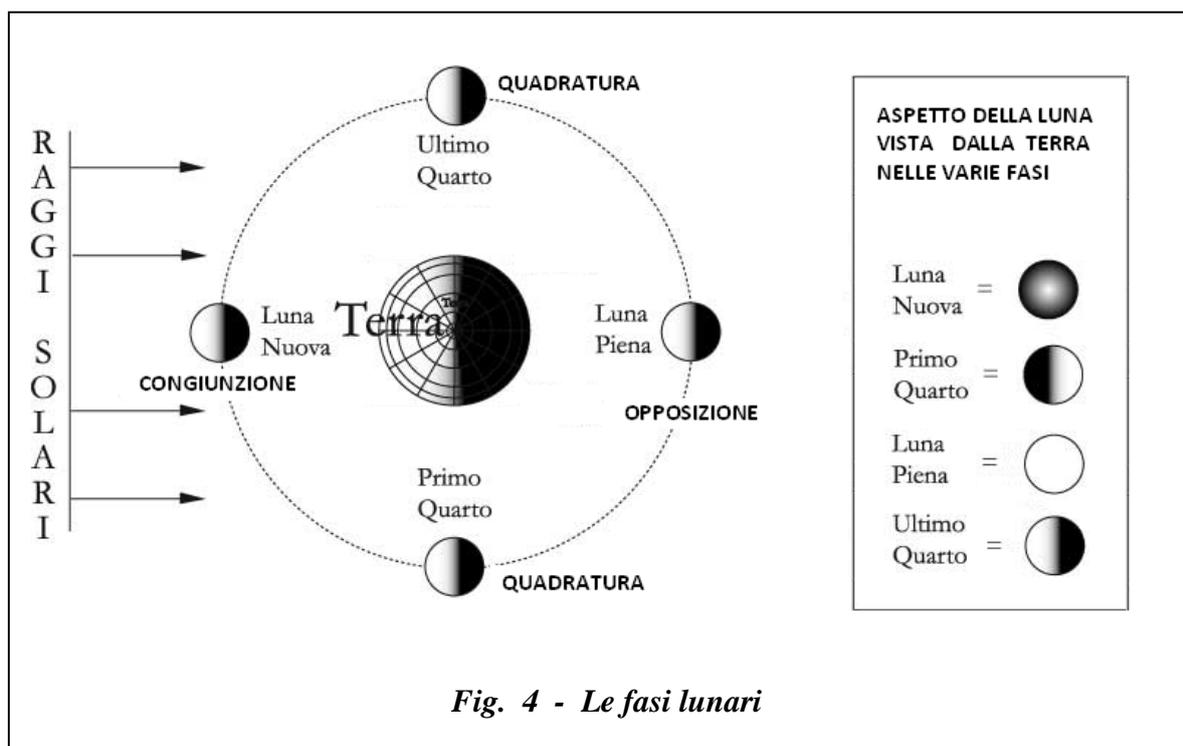


Per una curiosa coincidenza Sole e Luna, benché di dimensioni reali estremamente diverse, si trovano a distanze dalla Terra tali da avere più o meno la stessa dimensione apparente. Il diametro del Sole è in realtà circa 400 volte maggiore di quello della Luna, ma esso si trova anche circa 400 volte più distante, sicché entrambi hanno lo stesso diametro apparente (all'incirca mezzo grado).

Per questo motivo, se i centri geometrici della Terra, della Luna e del Sole sono perfettamente allineati, la Luna può oscurare completamente il disco solare, dando luogo ad una eclisse totale di Sole.

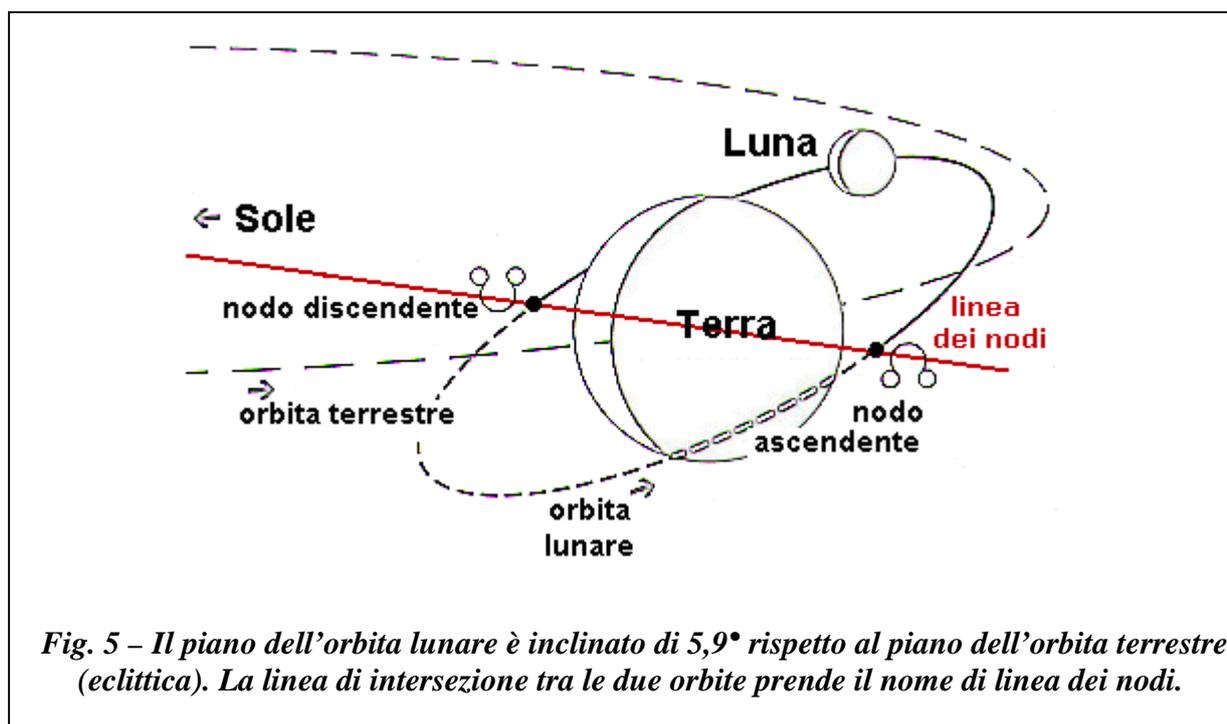
L'orbita della Terra intorno al Sole giace su di un piano chiamato *eclittica* (il suo nome deriva proprio dal fatto che è su questo piano che avvengono le eclissi). La Luna a sua volta orbita attorno alla Terra completando un giro in 27 giorni, 7 ore, 43 minuti e 12 secondi. Durante il proprio moto attorno alla Terra, la Luna attraversa varie fasi: **la congiunzione, la quadratura e l'opposizione**. Quando si trova all'opposizione, cioè dalla parte opposta del Sole rispetto alla Terra, la vediamo completamente illuminata dai raggi solari: è la fase di *luna piena*.

Viceversa, quando si trova in congiunzione, cioè dalla stessa parte del Sole rispetto alla Terra, rivolge verso di noi la sua faccia non illuminata: è la fase di *Luna nuova*. Nelle fasi di quadratura, infine, la superficie lunare ci appare illuminata per metà: avremo quindi il *primo e l'ultimo quarto* (fig. 4).

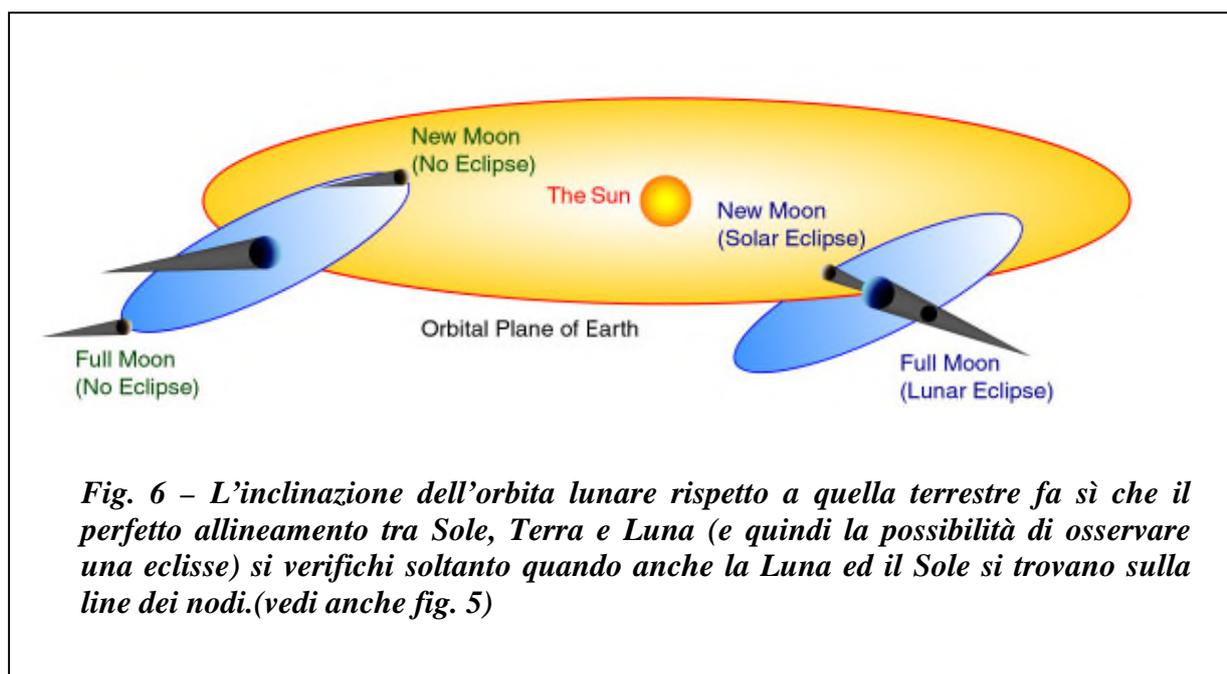


Come si può facilmente comprendere osservando la fig. 4, se i piani orbitali della Terra e della Luna coincidessero, ad ogni novilunio la Luna sarebbe esattamente interposta fra noi e il Sole, e ad ogni plenilunio la Terra si troverebbe esattamente fra Sole e Luna. Avremmo così un'eclisse di Luna ad ogni plenilunio, e un'eclisse di Sole ad ogni novilunio!

Invece l'orbita lunare è inclinata di $5^{\circ} 9'$ rispetto all'eclittica, e la linea di intersezione dei due piani orbitali prende il nome di *linea dei nodi* (fig. 5).



La Fig. 6 mette in evidenza come effettivamente non si verifichi una eclisse ad ogni Luna Nuova e a ogni Luna Piena: come si può notare infatti, l'allineamento fra Sole, Terra e Luna è un fenomeno molto più raro: la Luna e il Sole devono trovarsi entrambi in prossimità della linea dei nodi affinché i tre corpi si trovino allineati per generare il fenomeno di una eclisse. Per quanto ovvio, la Terra è sempre attraversata dalla linea dei nodi.



LE ECLISSI NELLA STORIA

Il cielo è stato considerato immutabile per molto tempo ed i fenomeni che avvengono sulla volta celeste, ripetendosi con grande regolarità, hanno permesso di stabilire alcune delle principali unità di tempo: il giorno, il mese e l'anno. Ogni deviazione da questo "normale" comportamento degli astri, quale poteva essere l'apparire di un oggetto celeste nuovo o, al contrario, la sparizione di uno ben conosciuto, provocava in chi ne era testimone suggestioni profonde e quasi sempre grande timore. La vita sulla Terra dipende strettamente dalla luce e dal calore che il Sole ci invia quotidianamente: la sua scomparsa improvvisa durante un'eclisse era quanto di più temibile si potesse immaginare. Per secoli la gente ha considerato le eclissi come un evento terribile e funesto, presagio di sventura, e ha compiuto **rituali, cerimonie e sacrifici** per esorcizzarle.

Gli antichi però, si accorsero presto che le eclissi non sono un fenomeno unico, ma si presentano con una certa regolarità: incominciarono allora a registrare con grande precisione i tempi delle varie fasi delle eclissi di Sole e di Luna, annotando talvolta anche la percentuale di oscuramento del disco, o se il Sole e la Luna fossero sorti o tramontati nel corso del fenomeno. Lo scopo principale di queste osservazioni così dettagliate era quello di imparare a prevedere il fenomeno e cercare delle correlazioni con il moto del Sole e della Luna. Gli astronomi dell'antica Grecia e quelli arabi del Medioevo misurarono i tempi delle eclissi viste dalle diverse località, per determinarne le differenze di longitudine.

In Cina e Babilonia, invece, le eclissi venivano predette ed osservate per ricavare degli auspici di carattere astrologico.

Anche gli storici antichi, pur possedendo una scarsa dimestichezza con l'astronomia, mostrarono sempre un grande interesse per le eclissi solari. Nel riportare questi eventi infatti, ne sottolineavano l'aspetto spettacolare e annotando anche particolari come la comparsa delle stelle in cielo nel caso di eclissi totali.

Mito e simbolismo delle eclissi

Molti popoli hanno sviluppato fin dai tempi più antichi i propri miti e le proprie leggende riguardo alle eclissi, spesso credendo che esse fossero il presagio di qualche catastrofe naturale o della morte o disfatta di un re.

Un mito molto diffuso è quello che durante un'eclisse un drago divorì il Sole. Molte culture hanno inoltre sviluppato i propri metodi per contrastare gli effetti di un'eclisse: per esempio gli antichi Cinesi cercavano di fare molto rumore per spaventare e scacciare il drago, suonando tamburi, scoccando frecce nell'aria e percuotendo delle pentole. Questa tradizione è sopravvissuta in un certo senso fino al secolo scorso, quando la Marina Imperiale Cinese usava sparare con le proprie armi da cerimonia durante l'eclisse, per scacciare simbolicamente il drago invisibile.

In India, la gente si immergeva fino al ginocchio nell'acqua di un fiume, credendo che questo aiutasse la Luna e il Sole a difendersi dal drago. In Giappone si usava invece ricoprire i pozzi durante un'eclisse, per evitare che vi cadesse del veleno proveniente dal

cielo oscuro.

Tuttavia ci furono anche credenze più ottimistiche riguardo a questo fenomeno naturale: a Tahiti per esempio, le eclissi erano interpretate come il congiungimento amoroso del Sole e della Luna. Perfino ai giorni nostri, presso certe tribù eschimesi e artiche si crede che le eclissi siano un segno della benevolenza divina: il Sole e la Luna lasciano temporaneamente il proprio posto in cielo per controllare che sulla Terra vada tutto bene.

I Babilonesi

Gli osservatori babilonesi cominciarono studi sistematici dei più vari fenomeni celesti dal 750 a.C. circa. Le registrazioni incise su tavolette di argilla a caratteri cuneiformi sono venute alla luce circa un secolo fa tra le rovine della città di Babilonia. Gli astronomi babilonesi non giunsero a capire le vere cause delle eclissi, ma probabilmente le appresero dai Greci durante il periodo ellenistico a Babilonia (dalla fine del IV secolo a.C. in poi). Le loro osservazioni però sono tra le più precise e non hanno eguali nel mondo antico.

Si ha notizia di circa 50 eclissi lunari, che coprono un intervallo temporale compreso tra il 700 a.C. e il 50 a.C. Le registrazioni di eclissi solari sono solamente una decina, tra il 350 a.C. e il 50 a.C.

Altre notizie relative all'eclissi lunari probabilmente copiate da testi babilonesi perduti, si trovano nell'Almagesto, la grande opera di Astronomia matematica scritta da **Tolomeo** intorno al 150 d.C. . Per quanto riguarda le eclissi solari, la registrazione babilonese più completa è quella del 15 aprile 136 a.C. , per la quale si trovano informazioni su due tavolette distinte.

I Cinesi

Le osservazioni cinesi coprono un periodo maggiore rispetto a quello babilonese, all'incirca dal 720 a.C. , con alcune registrazioni relative anche a secoli precedenti, la cui datazione è però molto incerta. In totale si hanno più di cento registrazioni diverse, i cui manoscritti originali sono andati perduti. Originariamente , infatti erano scritte su ossa o su canne di bambù e solo successivamente su carta. Ci si deve accontentare perciò di riassunti stampati in trattati di astronomia speciali che venivano inseriti nelle storie ufficiali delle varie dinastie.

Le registrazioni più antiche segnalano solamente il verificarsi dell'eclisse. Quelle di Sole furono registrate con regolarità a partire dal 709 a.C. , mentre quelle di Luna furono tralasciate fino al 400 d.C. , poiché le eclissi di Luna non erano ritenute di importanza astrologica.

E' cinese la più antica registrazione di un'eclisse di Sole. Essa risale al 22 ottobre 2134 a.C. , cioè a più di 4000 anni fa. Gli storici, a dire la verità, non sono molto certi di questa data. Gli annali che riportano l'evento possono avere un errore di 200 anni: A quest'eclisse è associata anche una leggenda che narra di come a volte il mestiere di astronomo possa essere pericoloso. La vera spiegazione delle eclissi fu compresa dai Cinesi solamente intorno al I secolo d.C. , cioè cinque secoli dopo rispetto al greco Anassagora.

Gli antichi Egizi

L'astronomia presso gli antichi Egizi era abbastanza sviluppata. Essi misurarono la durata dell'anno osservando il sorgere di Sirio, la stella più luminosa del firmamento. Inoltre la grande Piramide di Giza è più o meno allineata con i quattro punti cardinali. Tutto questo dimostra che gli Egizi osservavano attentamente gli eventi celesti.

Nonostante questo, in tutti i reperti storici che riguardano l'antico Egitto non è mai stato trovato alcun riferimento alle eclissi, né di Sole né di Luna. Questa lacuna ha sorpreso molti storici: certamente questo popolo ha assistito a molte eclissi nel corso dei secoli. È impossibile pensare che una civiltà che adorava il Sole, dal quale traeva calore e nutrimento, restasse indifferente alla sua apparente scomparsa !

Forse l'immagine dell'eclisse è stata tramandata in forma simbolica. La corona solare ha un'apparenza particolare durante alcune eclissi. La sua forma e le sue dimensioni variano secondo un periodo di 11 anni, cioè seguendo il ciclo di attività delle macchie solari (vedi oltre). Durante le fasi di minima attività delle macchie, la luminosità della corona è minore, ma la regione equatoriale si estende in lunghi pennacchi di gas incandescente, come si vede nel disegno di S.P. Langley, che raffigura l'eclisse del 29 luglio 1878.

Alcuni storici hanno notato che potrebbe esistere un'analogia tra questi pennacchi e le ali simboliche del dio del Sole raffigurato in Fig. 7. Questa fu una delle prime rappresentazioni del Sole presso gli antichi Egizi, e compare spesso all'ingresso delle tombe e dei templi, forse per raffigurare la vittoria della luce sull'oscurità; talvolta questa immagine include anche due teste di serpente e i corni di capra, pure simboli del Sole. E' molto probabile che l'immagine dell'eclisse solare sia stata stilizzata proprio come illustrato in Fig. 7 .

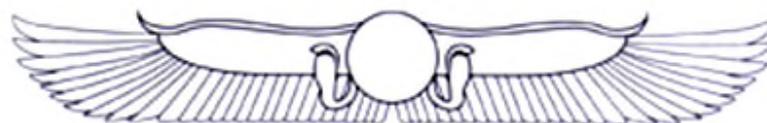


Fig. 7 – Il simbolo egiziano (in basso) che molto probabilmente raffigura in maniera molto stilizzata una eclisse di Sole

I Maya

I Maya non possedevano le conoscenze necessarie per determinare se un'eclisse di Sole fosse visibile nelle zone in cui abitavano, ma sembra che anche le eclissi non visibili, e che quindi non avevano potuto osservare, fossero comunque state da loro previste e registrate. Esistono infatti nel Codice di Dresda alcune tavole che riguardano la previsione delle eclissi: le tavole riportano dei periodi di 177 o 178 giorni (che corrispondono a 6 cicli di fasi lunari), intervallati in modo apparentemente casuale da periodi di 148 giorni (corrispondenti a 5 mesi lunari). Ora, le eclissi hanno luogo solo quando Sole e Luna si trovano all'incirca ai nodi dell'orbita lunare: questo avviene ogni 173.31 giorni. Le registrazioni Maya mostrano che le eclissi hanno luogo solo durante questi periodi particolari, che si ripetono ogni sei mesi (177 giorni): i 4 giorni di differenza richiedono la correzione di un ciclo da 177 giorni con uno di 148.

Stonehenge e le eclissi

Il complesso megalitico di Stonehenge (vedi Fig. 8) è stato costruito nella pianura di Salisbury, in Gran Bretagna, all'incirca nel 3200 a.C. , cioè all'epoca in cui vennero costruite le grandi piramidi in Egitto. La costruzione ha una forma circolare, del diametro di qualche decina di metri; è composta da vari anelli di pietre alte e strette, alcune delle quali sormontate da altre lastre di pietra. Inoltre vi si possono osservare alcune serie di buche nel terreno,



Fig. 8 – Il complesso megalitico di Stonehenge in Gran Bretagna

disposte in forma circolare. Si pensa che questo complesso sia stato progettato dagli antichi abitatori della regione non soltanto come un luogo di culto, ma anche come un immenso calendario, dopo una paziente osservazione del cielo, per tenere traccia del trascorrere dei mesi, delle stagioni e degli anni.

Certamente Stonehenge contiene molti riferimenti al moto del Sole e della Luna; il numero di pietre e di buche nei vari anelli sembra essere legato a qualche ciclo astronomico, come quello delle fasi lunari. Inoltre le direzioni degli allineamenti fra le varie pietre coincidono pressappoco con alcuni punti della volta celeste, che corrispondono ad eventi periodici come il sorgere e il tramontare del Sole ai solstizi. Per esempio, il giorno del solstizio d'estate, il Sole sorge in un punto più a settentrione rispetto a tutti gli altri giorni dell'anno. Quel giorno, stando nel centro del cerchio di pietre, si può vedere sorgere il Sole circa al di sopra di una pietra particolare detta "Heel Stone", che si trova lungo l'asse della costruzione. Il complesso di Stonehenge sembra cioè allineato in modo non casuale.

Tuttavia, anche se Stonehenge racchiude un notevole simbolismo di carattere astronomico, non è ancora chiaro se fosse davvero un luogo di studio dei fenomeni celesti, come sostengono molti studiosi, o fungesse solo come un calendario per le ricorrenze stagionali, come la semina e la raccolta del grano. Gli allineamenti fra le rocce non sono molto precisi, e spesso gli studiosi hanno elaborato delle teorie "a posteriori" per spiegare la posizione delle pietre.

Alcuni sostengono addirittura che questo complesso servisse per prevedere il verificarsi delle eclissi. Una volta note la lunghezza dell'anno e del mese, facilmente determinabili, sarebbe stato necessario però conoscere la periodicità del moto dei nodi dell'orbita lunare: un'eclisse avviene solo quando Sole e Luna si trovano in prossimità di un nodo. È improbabile che gli antichi abitanti del luogo avessero conoscenze così avanzate.

ALCUNE ECLISSI STORICHE

28 maggio 584 a.C. - L'eclisse fa finire una guerra

La più famosa eclisse solare dei tempi classici è quella che si è verificata nel mezzo della battaglia tra Persia e Lidia. I due eserciti stavano combattendo quando si verificò un'eclisse di Sole e "il giorno si fece notte". Quest'eclisse fu predetta anche da Talete (ca. 624 - 548 a.C.), astronomo e filosofo greco, ma la sua predizione non era conosciuta dai popoli in lotta.

Secondo lo storico greco Erodoto (V sec. d.C.), entrambe le parti guardarono all'eclisse come ad un presagio e immediatamente cessarono di combattere, dopo ben 6 anni di guerra.

29 Febbraio 1504 - Colombo e l'eclisse di Luna

Durante il suo quarto viaggio alla volta dell'America, nel 1503 Cristoforo Colombo si arenò sulle coste della Giamaica, nella baia di Santa Gloria, poiché le sue navi erano danneggiate. Anche le sue provviste erano ormai molto esigue, ma le popolazioni locali si rifiutarono di fornirgli del cibo, in cambio di gioielli: allora Colombo escogitò un piano per ingannarli. Aveva a bordo una copia di uno dei libri di Regiomontano che conteneva le

predizioni di eclissi lunari - una delle quali prevista per il 29 febbraio 1504. La sera in cui si sarebbe verificata l'eclisse organizzò un incontro con i capi delle popolazioni indigene e disse loro che Dio era molto offeso e che avrebbe fatto sparire la Luna. Come previsto, un'ombra scura cominciò a passare sul disco lunare. Gli indigeni spaventati dissero a Colombo che gli avrebbero fornito il cibo se avesse intercesso presso Dio. Dopo essersi ritirato a "conferire" con Dio, poco prima della fine dell'eclisse totale Colombo tornò dicendo che Dio li aveva perdonati. La Luna tornò a splendere e Colombo ottenne le scorte di cibo (Fig. 9).

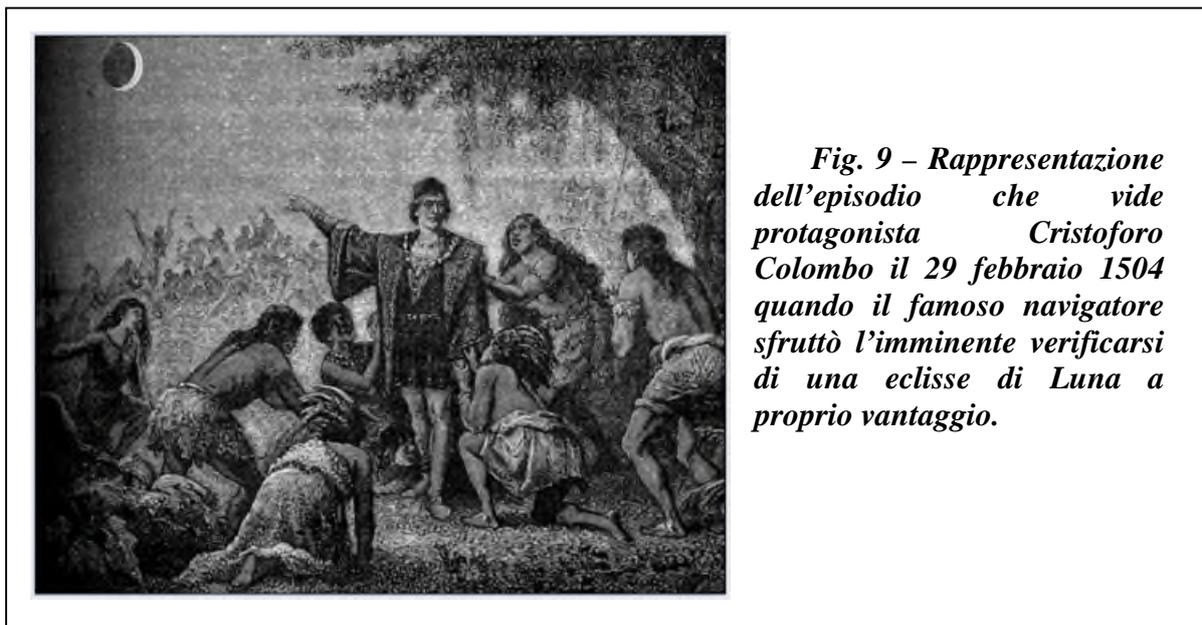


Fig. 9 – Rappresentazione dell'episodio che vide protagonista Cristoforo Colombo il 29 febbraio 1504 quando il famoso navigatore sfruttò l'imminente verificarsi di una eclisse di Luna a proprio vantaggio.

1851 - Viene fotografata la corona solare

Durante la totalità dell'eclisse di quest'anno fu scattata la prima fotografia della corona del sole. La dagherrotipia (fotografia) provò che la corona era parte del Sole piuttosto che della Luna, come gli osservatori precedenti erano invece propensi a credere.

18 luglio 1860

Padre Angelo Secchi (*) riuscì a fotografare la corona solare e diede la prova che le protuberanze solari non sono un'illusione ottica, ma un vero fenomeno fisico (Fig. 10).

(*) Padre **Angelo Secchi** (Reggio Emilia, 28 giugno 1818 – Roma, 26 febbraio 1878) è stato un gesuita e astronomo italiano, fondatore della spettroscopia astronomica. Fu direttore dell'Osservatorio del Collegio Romano e si occupò per primo di classificare le stelle in classi spettrali.

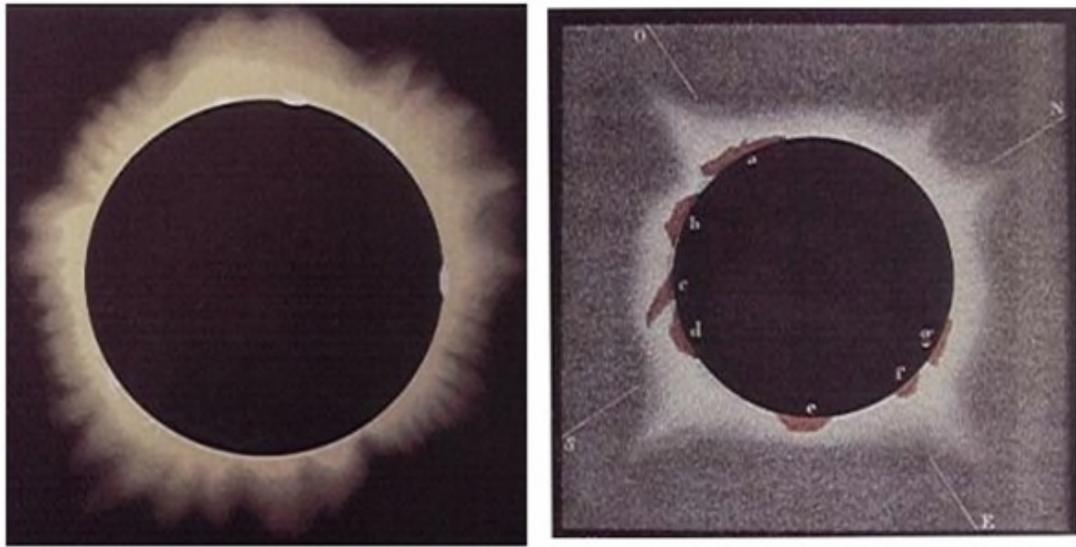


Fig. 10 - A sinistra la fotografia della corona solare durante l'eclisse del 7 Agosto 1869 ottenuta dalla spedizione del college di Harvard a Shelbyville, nel Kentucky. Questa è una delle migliori immagini della corona ottenute fino a quel tempo, ma è sovrapposta nelle zone inferiori delle protuberanze. A destra: le protuberanze della stessa eclisse, mostrate in un dipinto pubblicato da Angelo Secchi nel 1875.

1868 - La scoperta dell'elio

Con lo sviluppo della spettroscopia, della quale Secchi fu pioniere, questo nuovo metodo di indagine venne utilizzato anche durante l'eclisse del 18 agosto 1868, visibile in India e Malesia. Durante questa eclisse si scoprì che sul Sole erano presenti tracce di un elemento ad allora sconosciuto (Fig. 11 a lato). I due scopritori raccomandarono che il nuovo elemento fosse chiamato elio, dal greco helios, che significa Sole. 27 anni dopo l'elio, il secondo elemento più abbondante nell'Universo, fu trovato anche sulla Terra.

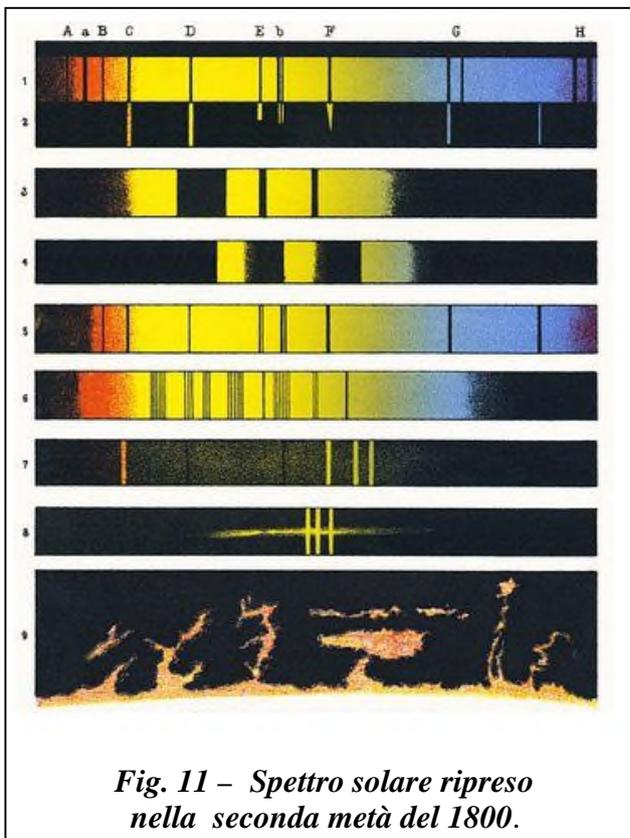


Fig. 11 – Spettro solare ripreso nella seconda metà del 1800.

L'eclisse totale di Sole del 1919

L'eclisse di Sole del 29 maggio 1919 è passata alla storia per aver fornito una prova della teoria della Relatività Generale di Einstein. Questa fu la prima occasione in cui venne dimostrato che un corpo massiccio esercita la sua attrazione gravitazionale anche sulla radiazione elettromagnetica come la luce visibile, e non solo sui corpi materiali. L'effetto di questa attrazione è una leggera deflessione della radiazione dalla propria traiettoria rettilinea. Nei primi anni di questo secolo, si pensò di usare le eclissi totali di Sole per misurare questo effetto. Durante un'eclisse totale, infatti, si possono vedere alcune delle stelle più brillanti del cielo. Confrontando una lastra fotografica ripresa al telescopio durante l'eclisse, con una della stessa regione del cielo ripresa durante la notte, si sarebbero potute notare delle differenze nella posizione delle stelle.

Per lungo tempo non fu possibile portare a termine questa prova, anche per gli impedimenti causati dalla prima Guerra Mondiale. Nel 1919 l'astronomo e professore inglese Sir Arthur Stanley Eddington riuscì ad organizzare l'osservazione di un'eclisse totale di Sole, che sarebbe avvenuta il 29 maggio di quell'anno (Fig. 12). L'eclisse era ideale per una verifica di questo genere, perché in quel periodo si sarebbe potuto vedere un gruppo molto ricco di stelle brillanti, le Iadi. Vennero inviate due spedizioni, una guidata dallo stesso Eddington nell'isola Principe, al largo della Guinea Spagnola, l'altra a Sobral, in Brasile. La seconda fu molto fortunata: il tempo era splendido e si ottennero ben otto lastre fotografiche utili. La spedizione di Eddington, invece, si trovò nel bel mezzo di un acquazzone, proprio mentre l'eclisse incominciava. Per fortuna, quando la fase parziale era già molto avanzata, smise di piovere e le nuvole si diradarono: gli astronomi poterono scattare sedici lastre, delle quali però solo due risultarono utilizzabili. Le stelle presenti sulle lastre fotografiche vennero confrontate con la posizione delle stesse stelle in condizioni normali: la deviazione della luce proveniente dalle stelle più vicine al bordo del Sole risultò all'incirca di $1.98''$, in buon accordo con quella prevista dalla teoria della Relatività di Einstein! L'annuncio venne dato nel novembre dello stesso anno: era nata una nuova visione del mondo fisico.

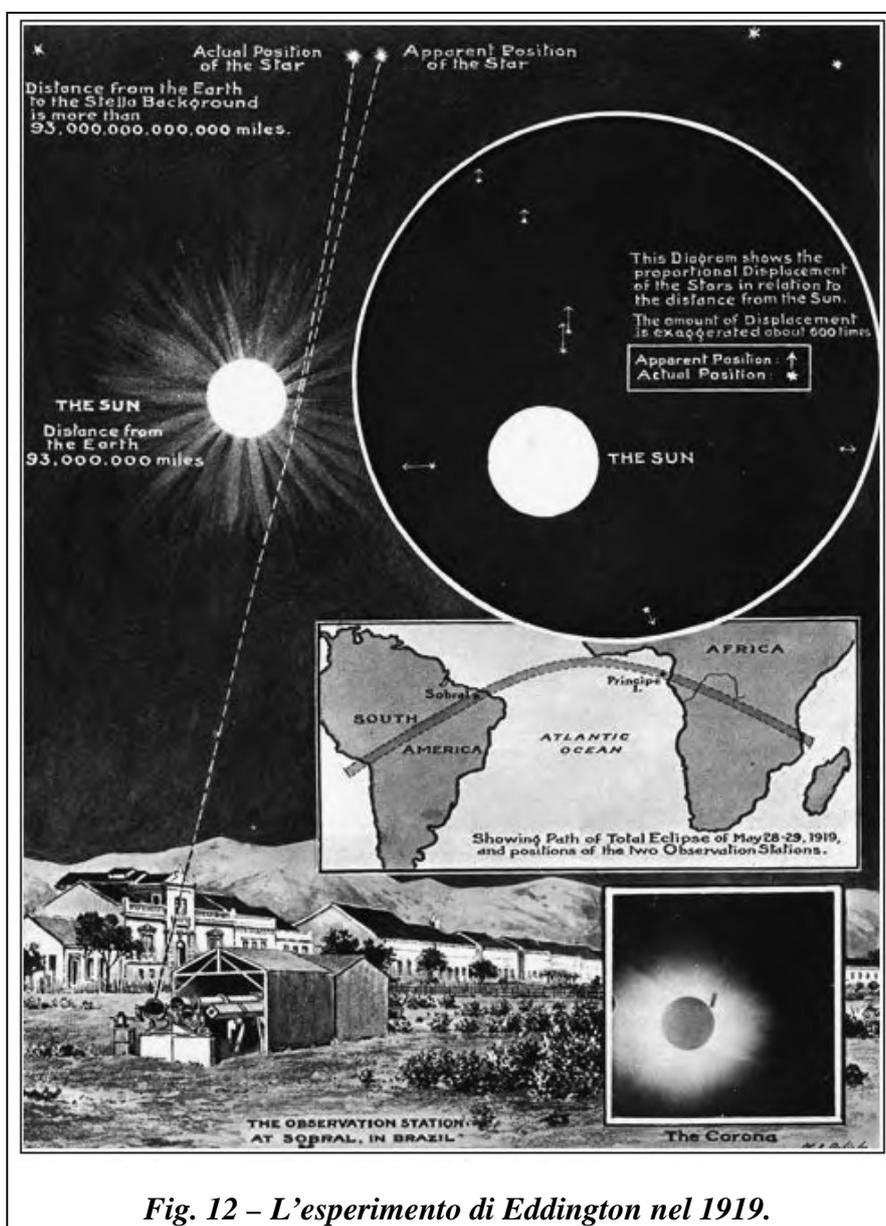


Fig. 12 - L'esperimento di Eddington nel 1919.

Recentemente tuttavia l'esperimento è stato molto contestato nelle sue conclusioni che risulterebbero inattendibili e forzate alla luce dell'esiguità spostamento da riscontrare che sarebbe impercettibile e praticamente impossibile da rilevare tenendo anche conto dell'inevitabile margine di errore nelle misurazioni, come si può anche constatare prendendo in esame una delle lastre riprese da Eddington mostrata in Fig. 13.

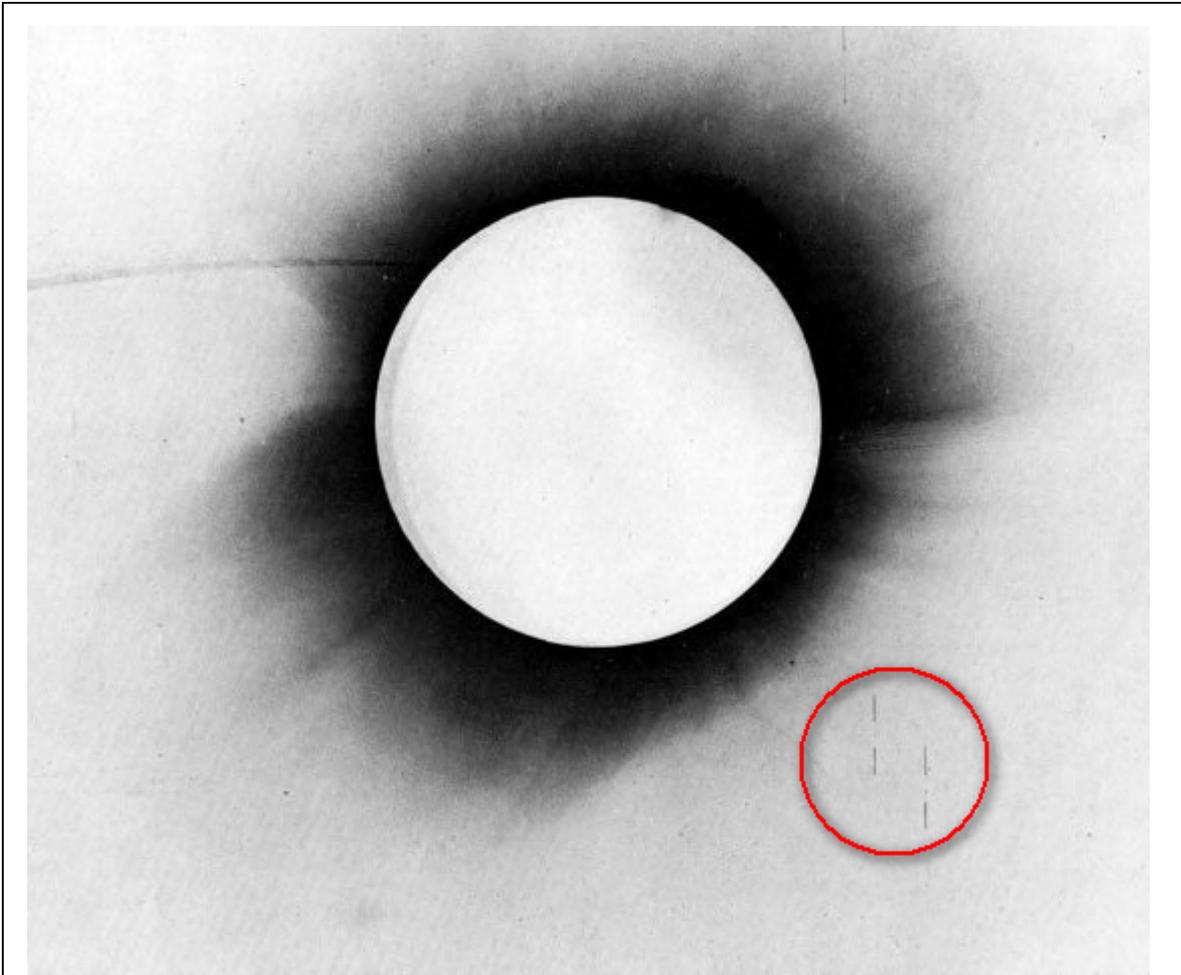


Fig. 13 – Una delle lastre riprese da Eddington nel corso della spedizione organizzata per l'eclisse totale di Sole del 1919. Nel cerchio in basso a destra due delle stelle più significative fotografate e utilizzate per tentare di fornire una prova in favore della Teoria della Relatività Generale di Einstein.

UN ACCENNO ALLA LUNA E ALLA SUA STRUTTURA

La Luna, unico satellite naturale della Terra, è un corpo praticamente sferico di 3.476 Km di diametro (ci sono solo 4 Km. di differenza fra raggio polare e raggio equatoriale). La luna si muove su un' *orbita ellittica* con eccentricità pari a 0,0549 in modo tale che la vediamo sottendere un angolo di 29' 87" all'*apogeo* (massima distanza dalla Terra = 405.978 Km) e di 33' 89" al *perigeo* (minima distanza dalla Terra = 357.210 Km): questo fenomeno causa una variazione delle dimensioni apparenti del disco lunare (fig. 14) che sarà fondamentale per comprendere le varie tipologie di eclissi di Sole (vedi oltre). La distanza media della Luna dalla Terra è di 384.001 Km.

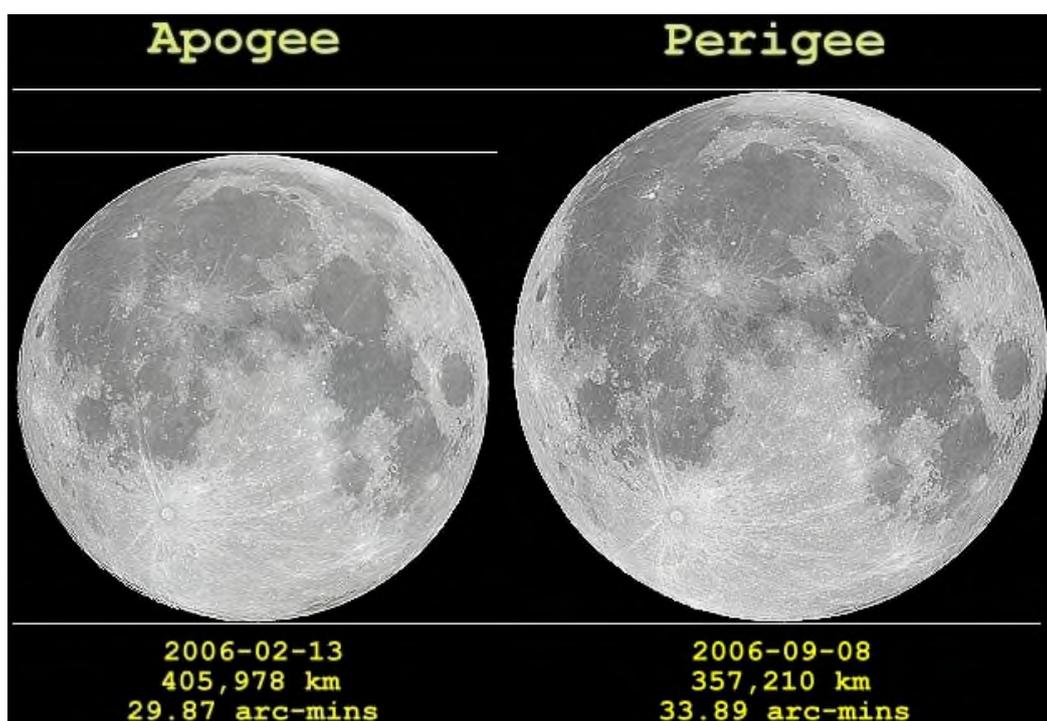


Fig. 14 – La luna percorre un'orbita ellittica intorno alla Terra e pertanto le sue dimensioni apparenti variano in funzione della sua distanza dall'osservatore.

Il nostro satellite *ruota contemporaneamente attorno alla Terra e attorno al proprio asse* con movimenti sincroni che hanno la stessa durata di 27 giorni 7 ore 43 minuti 12 secondi: è per questo motivo che la Luna rivolge alla Terra sempre la stessa faccia.

La presenza di un satellite intorno alla Terra determina il fenomeno delle maree, ma il fenomeno più appariscente della Luna è certamente quello delle *fasi* (vedi pag. 7), che si spiegano fondamentalmente con il fatto che il nostro satellite ovviamente non brilla di luce propria, ma riflette quella del Sole mentre ruota intorno alla Terra occupando posizioni via via diverse lungo la sua orbita, e cambiando di conseguenza il suo aspetto per la differente illuminazione relativamente all'osservatore (Fig. 15).

Il tempo impiegato per un **ciclo di fasi completo** è di **29,5 giorni**, mentre **bastano 27,3 giorni per una rivoluzione completa** attorno alla Terra. La differenza si giustifica col fatto che la Luna orbita intorno alla Terra e contemporaneamente la Terra intorno al Sole, pertanto aumenta il suo percorso

orbitale e ne consegue un ritardo di 2,2 giorni per trovarsi nella posizione iniziale e riprendere un nuovo ciclo di fasi.



Fig. 15 – L'aspetto della Luna al variare delle sue fasi, così come appare dalla Terra

Si è detto che dalla Terra possiamo vedere solo una metà della Luna, ma in realtà è possibile osservare fino al 59% della sua superficie grazie all' inclinazione del suo asse ed alla rotazione dello stesso: il fenomeno è detto *librazione*.

L'origine della Luna non è del tutto certa, tanto che al riguardo si sono formulate quattro ipotesi:

- 1) quella della *fissione* (la Luna sarebbe un frammento staccatosi dalla Terra poco dopo la sua formazione);
- 2) quella della *cattura* (dopo essersi formata in qualche parte del Sistema Solare, la Luna sarebbe stata catturata dal campo gravitazionale terrestre);
- 3) quella dell'*accrescimento* (la Luna si sarebbe formata a partire dalle polveri e dai detriti orbitanti intorno alla Terra).
- 4) quella ad oggi più accreditata della *collisione* della Terra con un corpo planetario della taglia di Marte. In questo caso l'espulsione dei frammenti avrebbe generato tantissimi planetesimi in orbita intorno alla Terra che, aggregandosi per la mutua attrazione gravitazionale si sarebbero successivamente rifusi formando la Luna: in questo processo gli elementi più leggeri sarebbero rimasti in superficie e quelli più pesanti in profondità. La superficie avrebbe subito un consistente bombardamento meteoritico che l'avrebbe butterata con crateri di tutte le dimensioni e sotto il continuo impatto si sarebbe trasformata in uno strato di polvere e detriti sempre più spesso. Successivamente il riscaldamento interno, determinato dalle rimonte magmatiche, avrebbe fatto uscire le stesse attraverso le parti più deboli che avrebbero riempito le grandi depressioni lunari. Tale attività tettonica e vulcanica avrebbe lasciato tracce sulla superficie lunare (fessure, faglie, rughe, domi, ecc.).

Secondo un recente modello sulla struttura della Luna (Fig. 16), al suo interno si troverebbe un nucleo solido e ricco di ferro con un diametro di 240 chilometri, avvolto da un nucleo esterno fluido caratterizzato da uno spessore di 90 chilometri. Infine, prima del mantello, si incontra uno strato parzialmente fuso spesso 150 chilometri. Lo studio di questa struttura interna permetterà di comprendere meglio l'origine del campo magnetico lunare, oltre a fornire un'ulteriore prova a favore della teoria che vuole la Luna formata a seguito dell'impatto di un grande corpo celeste con la Terra. Infatti il parere di Renee Weber, planetologa del Marshall Space Flight Center della NASA

e membro del *team* di scienziati autori della ricerca, è che “la presenza di un nucleo esterno fuso supporta bene la teoria generalmente accettata del grande impatto, che prevede che la Luna si sia formata in uno stato completamente fuso”.

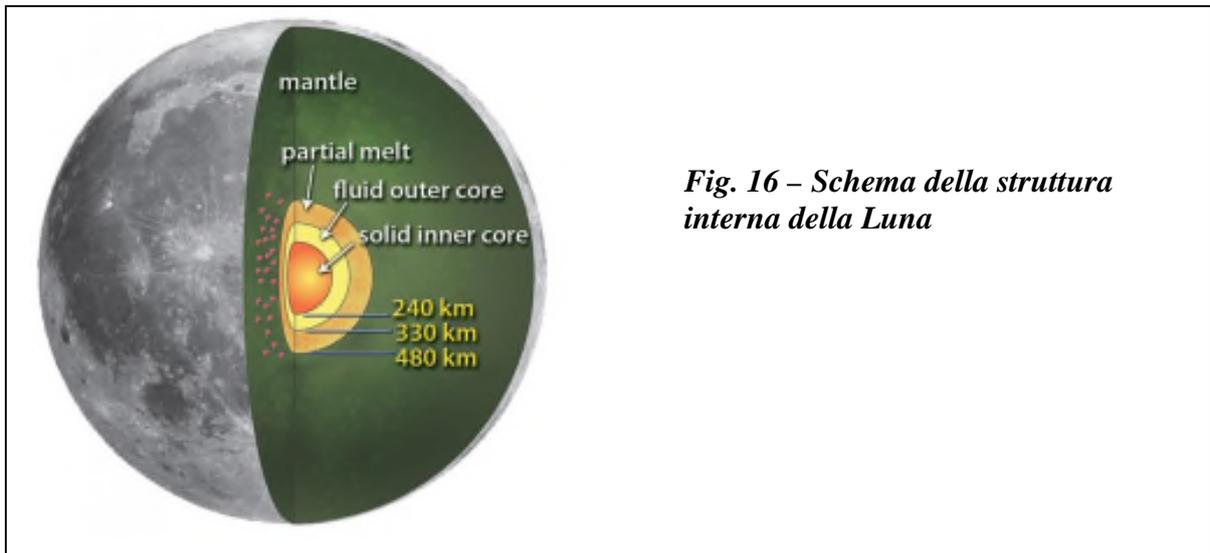


Fig. 16 – Schema della struttura interna della Luna

La superficie lunare è ricoperta da uno strato di polvere e detriti rocciosi denominato **regolite** dello spessore di circa 60 km. che ricopre appunto il **mantello** solido.

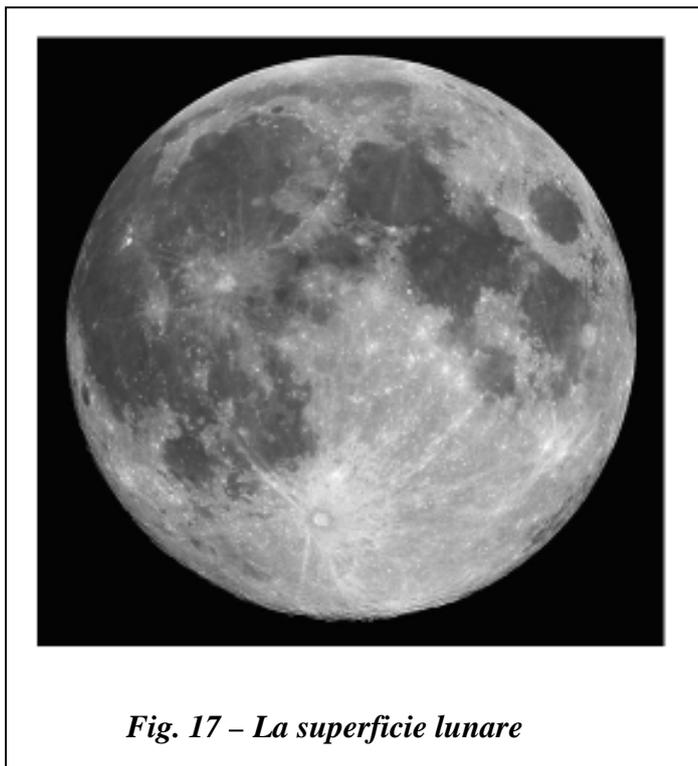


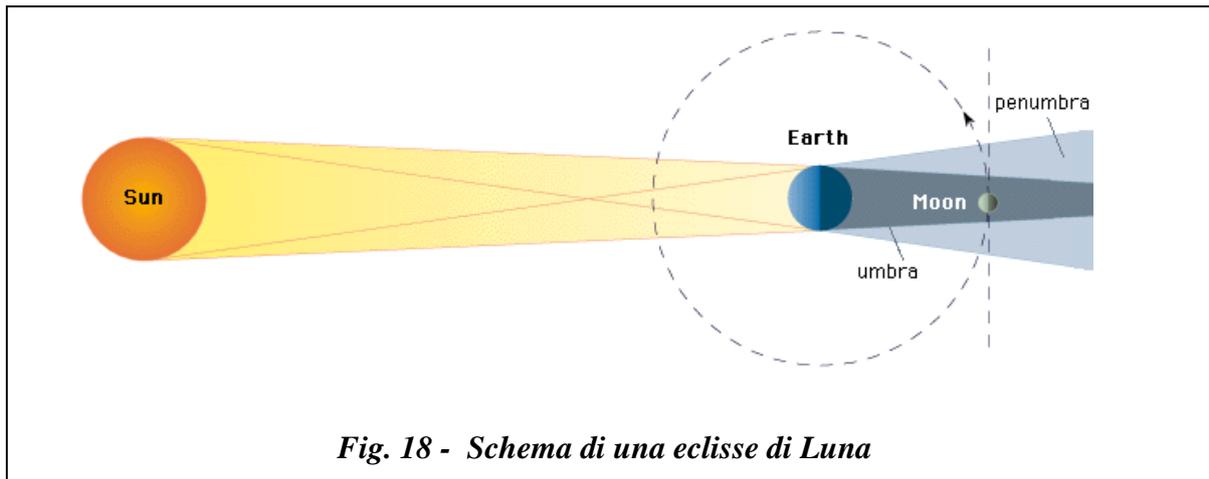
Fig. 17 – La superficie lunare

Sulla superficie della Luna possiamo distinguere anche ad occhio nudo zone chiare e zone scure (Fig. 17) chiamate convenzionalmente **continenti** e **mari**. Osservati al telescopio i continenti rivelano la loro struttura montuosa (altitudine max 9.000 mt.) butterata da crateri di tutte le dimensioni, mentre i mari sono vaste distese di lava solidificata. Le zone scure meno vaste sono denominate anche: **laghi, baie e paludi**. Altre importanti ed evidente caratteristica del suolo lunare sono i **crateri da impatto** che vengono più precisamente denominati – in ordine di dimensione decrescente **anfiteatri** (fino a un massimo di 300 km di diametro), **circhi, crateri e craterini** (al di sotto dei 5 km di diametro)

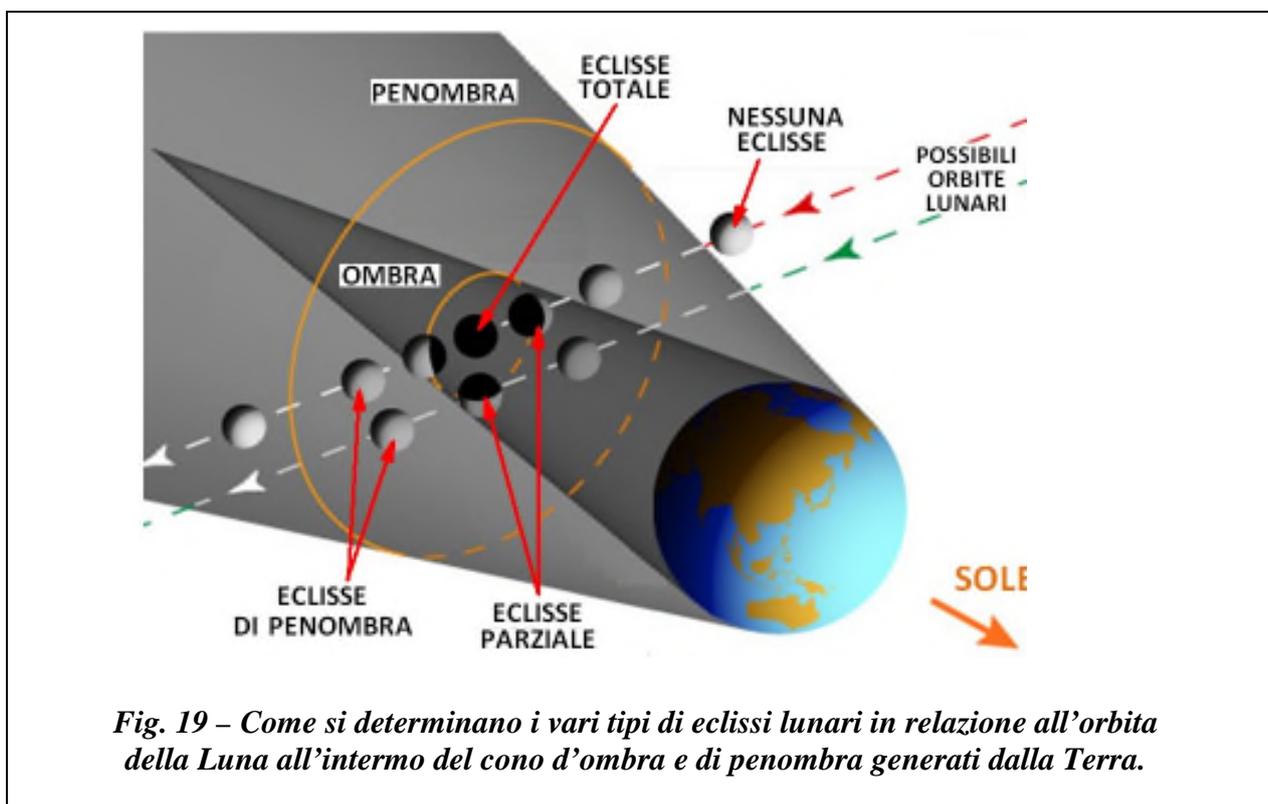
Il **campo magnetico** della Luna è di circa 1.000 volte più debole di quello terrestre e la sua **energia sismica si limita a** terremoti del secondo grado della Scala Richter (non percepiti dall'uomo). Si tratta di un astro praticamente inerte dove gli avvenimenti geologici sono estremamente rari. Analisi eseguite su campioni di roccia hanno escluso la presenza di acqua e di microrganismi, anche se recenti ricerche hanno avvalorato l'ipotesi che ci sia l'acqua in alcuni crateri vicini ai poli, il cui interno pertanto non è mai illuminato dal Sole.

L' ECLISSE DI LUNA

Come già accennato, un'eclisse di Luna si verifica quando la Terra è interposta tra il Sole e la Luna e proietta la propria *ombra* su quest'ultima (Fig. 18). L'ombra ha la forma di un cono (che in corrispondenza della Luna ha ancora dimensioni più grandi del nostro satellite) all'interno del quale il Sole appare completamente nascosto dalla Terra. Attorno all'ombra si genera un cono ancora più ampio che costituisce la *penombra*, ovvero lo spazio dal quale il Sole appare solo parzialmente coperta dal disco della Terra.



Si possono avere perciò vari tipi di eclissi di Luna (Fig. 19), a seconda che la Luna entri totalmente (*eclissi totale*) o parzialmente (*eclissi parziale*) nel cono d'ombra, totalmente o parzialmente nel cono di penombra (*eclissi di penombra*).



Indipendentemente dal tipo di eclisse di Luna (totale, parziale o di penombra), il fenomeno può essere osservato dal 50% del globo terrestre, e più precisamente da qualsiasi luogo della Terra nel quale sia notte, come si può facilmente comprendere osservando le Figg. 18 e 19.

Un' *eclisse totale di Luna* (Fig. 20) si verifica quando il nostro satellite transita completamente attraverso l'ombra della Terra. La Luna attraversa prima la penombra, poi l'ombra e infine, dopo esserne uscita, trova di nuovo il cono di penombra.

Un' *eclisse parziale* si verifica quando la Luna non è abbastanza vicina all'eclittica da poter transitare interamente nel cono d'ombra terrestre, quindi viene occultata solo in parte mostrando una porzione più o meno grande sempre illuminata direttamente dai raggi solari. È sicuramente di minore interesse rispetto alle eclissi totali.



Fig. 20 – Eclisse totale di Luna ripresa da Libbiano il 15 giugno 2011.

Un' *eclisse lunare di penombra* si verifica quando la Luna transita solo ed esclusivamente all'interno del cono di penombra generato della Terra, senza riuscire ad intercettare il cono d'ombra: il fenomeno si mostra poco appariscente e spesso difficilmente percettibile ad occhio nudo. Potrebbe essere visibile una piccolissima parte dell'ombra, ma solo se la Luna transita completamente all'interno della penombra: in questo caso, l'eclissi penombrale è *totale*; se invece ne viene oscurata solo una parte, l'eclissi penombrale è *parziale*.

Lo spettacolo di maggiore suggestione è sicuramente offerto da una eclisse totale di Luna nel corso della quale, in considerazione del fatto che il nostro satellite entra completamente nel cono d'ombra della Terra, potremmo aspettarci di assistere alla completa sparizione della Luna. Cosa che invece non accade in quanto durante la fase di totalità la Luna assume una caratteristica colorazione rossa: il fenomeno (Fig. 21) è causato *dall'atmosfera terrestre e dalla rifrazione* indotta sui raggi solari

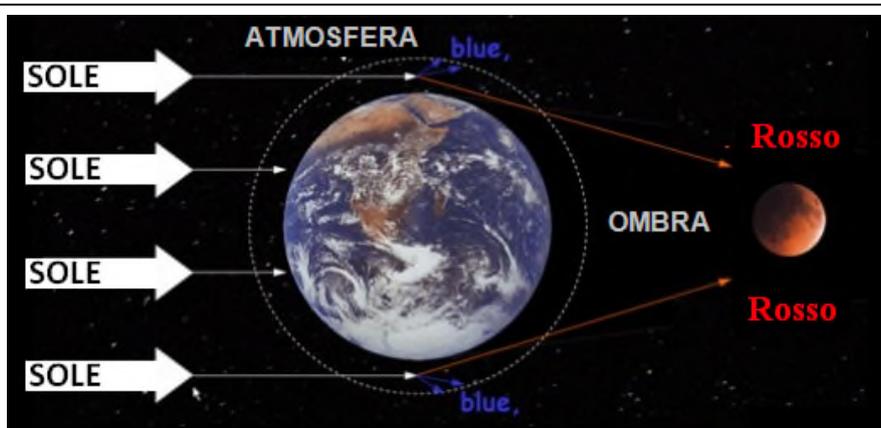
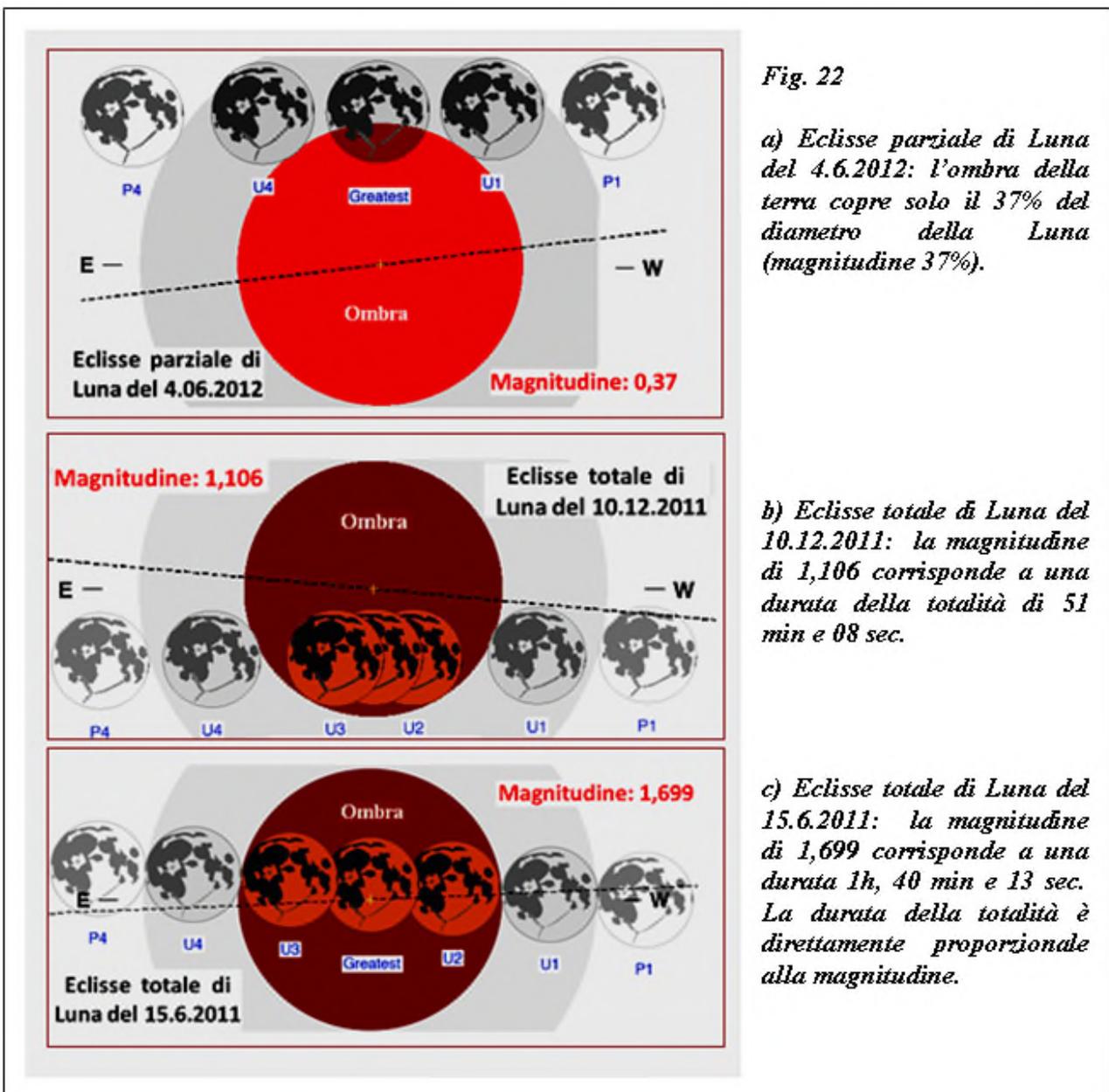


Fig. 21 – La rifrazione da parte dell'atmosfera trattiene la componente blu dei raggi solari; la componente più rossa invece prosegue "colorando" il disco lunare durante l'eclisse totale.

che assorbe e trattiene le lunghezze d'onda più corte dello spettro (luce tendente al blu) lasciando invece passare quelle più lunghe (luce tendente al rosso). E' sempre per effetto della rifrazione da parte dell'atmosfera terrestre che molto spesso osserviamo il tramonto con la sua caratteristica colorazione rossa. Proprio per il fatto che i raggi solari che raggiungono parzialmente la Luna attraversano l'atmosfera e ne subiscono la rifrazione, il colore tendente al rosso del nostro satellite durante una eclisse totale può essere più o meno intenso e cupo anche in relazione alla presenza di polveri in sospensione immesse nell'atmosfera stessa da eruzioni vulcaniche recenti. La tonalità rossa e la luminosità della Luna durante la totalità dipendono anche da un parametro importante per definire che tipo eclisse andremo ad osservare: la "grandezza" o "magnitudine". Con magnitudine 0,7 si indica una eclisse parziale nella quale il 70% del disco lunare è immerso nell'ombra terrestre; grandezza uguale a 1 significa che il bordo lunare sfiora un bordo dell'ombra: in questo caso si avrà una breve durata della fase di totalità. Una magnitudine o grandezza superiore a 1 (es. 1,2) indica un'immersione cospicua nel cono d'ombra della Terra con conseguente durata maggiore della fase di totalità dell'eclisse. Il valore della magnitudine è direttamente proporzionale alla durata della totalità, che è tanto maggiore quanto più la Luna si avvicina al centro del cono d'ombra generato dalla Terra (Fig. 22).



Osservando la Fig. 22 possiamo notare che nei diagrammi “b” e “c” relativi a due eclissi totali di Luna, compaiono alcune sigle che sono riferite ai **contatti**, ovvero i tempi di inizio / fine delle varie fasi, tempi che bisogna conoscere in anticipo nel caso si voglia osservare o riprendere il fenomeno. Si riporta di seguito la tabella relativa all’eclisse totale del 15 Giugno 2011 (espressa in ora locale), utile anche per rendersi conto dei tempi che possono regolare questo evento astronomico

TEMPI DEI CONTATTI

FASI	TEMPI
P1 - Ingresso nella penombra	19:24
U1 - Ingresso nell'ombra	20:22
U2 - Inizio della totalità	21:22
Greatest - Massimo dell'eclisse	22:12
U3 - Fine della totalità	23:02
U4 - Egresso dall'ombra	00:02
P4 - Egresso dalla penombra	01:00

Per quanto ovvio, nell’eclisse parziale presa in considerazione alla lettera “a” in Fig. 22 non compaiono le sigle “U2” e “U3” utilizzate per indicare i tempi di inizio / fine totalità.

L’arrossamento e l’attenuazione della luminosità del disco lunare durante la totalità saranno pertanto direttamente proporzionali a due principali fattori:

1. la quantità di polveri in sospensione nell’atmosfera terrestre (di norma collegata a eruzioni vulcaniche recenti rispetto alla data dell’eclisse);
2. la magnitudine dell’eclisse, in quanto al crescere di questo valore avremo un passaggio sempre più vicino al centro del cono d’ombra della Terra che è ovviamente la zona più buia.

Per classificare la luminosità della Luna durante la fase di totalità si utilizza la **scala di Danjon** (dal nome del suo ideatore) qui di seguito riportata in tabella, con valori che vanno dallo “zero” per le eclissi più scure e arrivano al “sei” per quelle più luminose.

livello	descrizione
0	eclisse molto scura, con disco talora del tutto invisibile, soprattutto nel mezzo della totalità
1	eclisse scura con colorazione grigiastra o marrone; dettagli lunari difficili da distinguere
2	eclisse di colore rosso scuro con una zona più scura nel centro dell'ombra. Bordo esterno dell'ombra relativamente chiaro
3	eclisse rosso mattone, con l'ombra generalmente contornata da una zona grigia o giallastra piuttosto chiara
4	eclisse molto chiara colore rosso rame o arancione. Zona esterna all'ombra molto luminosa, di tonalità azzurra

La spettacolarità di questo fenomeno celeste consiste principalmente nel fatto che la Luna diventa di colore rossastro (a volte molto cupo, fino quasi a scomparire come nel caso dell’eclisse totale di Luna del 15 giugno 2011) e tornano ad essere visibili anche le stelle meno brillanti che, in assenza di eclisse, sono sopraffatte dalla luminosità della Luna piena. Solo in queste occasioni è perciò possibile vedere la Luna piena di colore rosso/arancio immersa in un cielo punteggiato di stelle.

COME FOTOGRAFARE L'ECLISSE DI LUNA

Fotografare un'eclisse di Luna è facile e divertente in quanto al contrario di una eclisse di Sole (vedi oltre) non sono necessari filtri a protezione della vista e si lavora in completa sicurezza per tutta la durata dell'evento. Oltretutto la fase di totalità di una eclisse di Luna dura anche più di un'ora e mezza, mentre nel caso dell'eclisse di Sole si può arrivare in casi del tutto eccezionali a 7' e 30".

Al contrario di qualche anno fa, attualmente le fotocamere digitali hanno praticamente la stessa risoluzione della pellicola, se non addirittura superiore in certi casi. Sebbene anche con un grandangolo o con una digitale compatta si possano ottenere immagini interessanti dal punto di vista paesaggistico, poter disporre di fotocamere ad obiettivo intercambiabile (che quindi possano essere anche collegate ad un telescopio) ci consentirà di operare ad ingrandimenti diversi per cogliere il fenomeno dell'eclisse totale di Luna in tutti i suoi dettagli.

Il modo più semplice per fotografare un'eclisse totale di Luna è quello di utilizzare un grandangolo: possiamo usare qualsiasi fotocamera in grado di effettuare pose di almeno 5 secondi o poco più, tenendo presente che un treppiede e uno scatto flessibile contribuiranno sicuramente ad attenuare qualsiasi tipo di vibrazione e di mosso. In linea di massima è bene tenere presente che quando è possibile è sempre meglio incrementare la sensibilità ISO piuttosto di aumentare troppo i tempi di posa con il rischio di non riuscire ad evitare il "mosso" nell'immagine finale: una sensibilità di 400 ISO nella fase più buia dell'eclisse dovrebbe rappresentare un buon compromesso.

In una fotografia ripresa con un grandangolo il disco lunare appare molto piccolo, e pertanto per una ripresa del genere sarà opportuno scegliere un contesto ed uno sfondo che arricchiscano la ripresa.

Per riprendere un disco lunare sempre più grande e ricco di dettagli sarà necessario utilizzare focali sempre più lunghe: in Fig. 23 sono mostrate le dimensioni del disco lunare sul fotogramma in relazione alla focale utilizzata (in blu la focale equivalente per la fotocamera digitale standard).

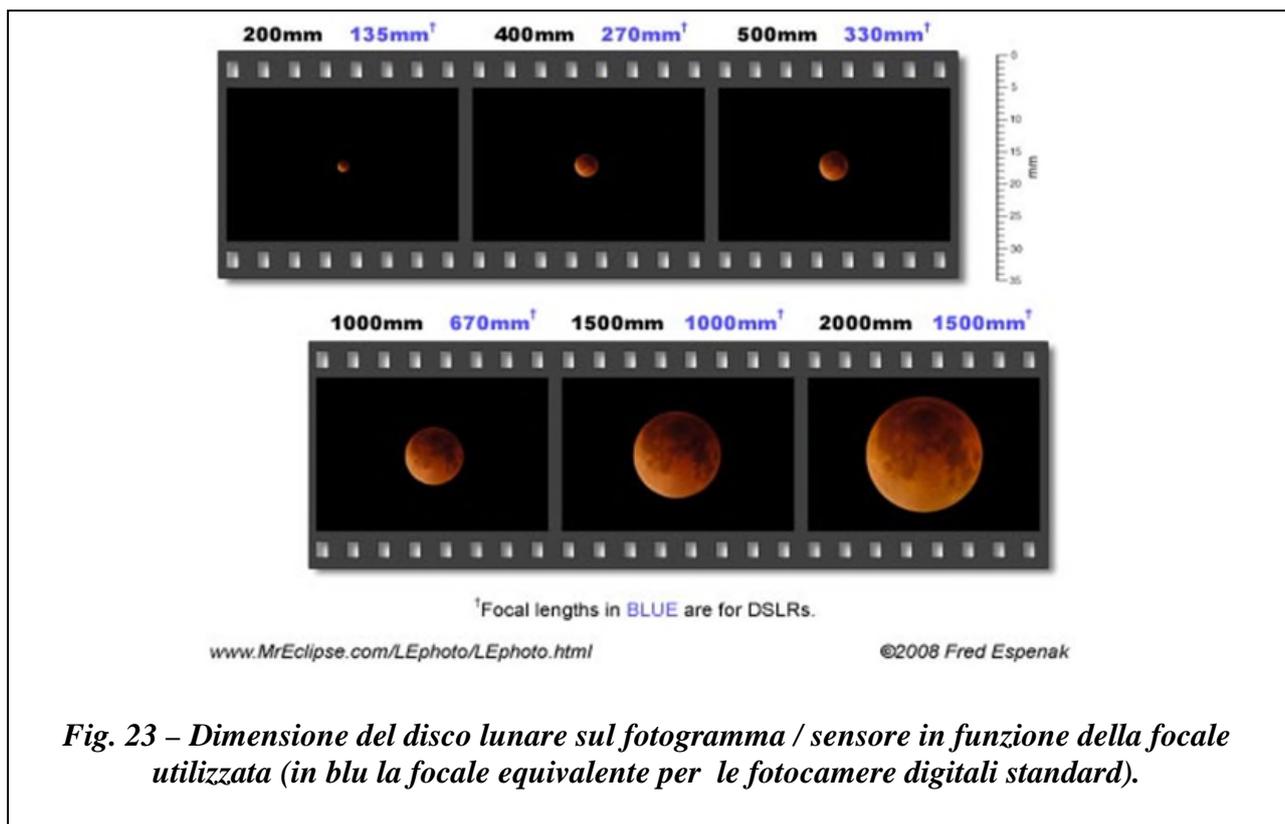


Fig. 23 – Dimensione del disco lunare sul fotogramma / sensore in funzione della focale utilizzata (in blu la focale equivalente per le fotocamere digitali standard).

I contenuti della fig. 23 sono numericamente tradotti nella seguente tabella (Fig. 24) dalla quale si può rilevare che le dimensioni del disco lunare sul fotogramma / sensore in millimetri si ottengono con buona approssimazione dividendo il valore della focale utilizzata (espressa sempre in millimetri) per il numero fisso 109.

<u>Focal Length</u>	<u>Field of View</u> (35mm)	<u>Field of View</u> (digital)	<u>Size of Moon</u>
14 mm	98° x 147°	65° x 98°	0.2 mm
20 mm	69° x 103°	46° x 69°	0.2 mm
28 mm	49° x 74°	33° x 49°	0.2 mm
35 mm	39° x 59°	26° x 39°	0.3 mm
50 mm	27° x 40°	18° x 28°	0.5 mm
105 mm	13° x 19°	9° x 13°	1.0 mm
200 mm	7° x 10°	5° x 7°	1.8 mm
400 mm	3.4° x 5.1°	2.3° x 3.4°	3.7 mm
500 mm	2.7° x 4.1°	1.8° x 2.8°	4.6 mm
1000 mm	1.4° x 2.1°	0.9° x 1.4°	9.2 mm
1500 mm	0.9° x 1.4°	0.6° x 0.9°	13.8 mm
2000 mm	0.7° x 1.0°	0.5° x 0.7°	18.4 mm

Size of Moon's Image (mm) = Focal Length (mm) / 109

www.mreclipse.com/LEphoto/LEphoto.html ©2008 Fred Espenak

Fig. 24 – Dimensione in millimetri del disco lunare sul fotogramma / sensore in relazione alla focale utilizzata (l'ampiezza del campo inquadrato è fornito sia per le fotocamere 35mm a pellicola che per le fotocamere digitali). Tale valore si ottiene con buona approssimazione dividendo il valore della focale per il numero fisso 109.

L'impiego di lunghe focali ed il drastico calo di luminosità che si registra nella fase centrale di totalità dell'eclisse causano un deciso aumento dei tempi di posa necessari per fotografare l'evento, ed è pertanto necessario ricorrere all'utilizzo di una montatura motorizzata che annulli l'effetto della rotazione terrestre, che si manifesterebbe altrimenti in un'immagine mossa del disco lunare. Per focali oltre i 1000 mm è sicuramente consigliabile poter disporre di una montatura dotata – oltre che della velocità di inseguimento siderale propria delle stelle fisse – anche della velocità di inseguimento lunare: diversamente per pose prolungate ad ingrandimento elevato otterremo una ripresa con le stelle perfettamente puntiformi ma con la Luna leggermente mossa. Un'immagine corretta dovrà al contrario mostrare una Luna nitida e dettagliata con le



stelle leggermente “allungate”, a prova del fatto che il telescopio si è mosso in maniera perfettamente sincrona con la Luna (Fig. 25).

In figura 26 è riportata una tabella che fornisce tempi di posa indicativi per fotografare l’eclisse di Luna in relazione alla sensibilità impostata, alla focale utilizzata ed alla fase dell’eclisse parziale o totale che stiamo riprendendo.

ISO		f/Number									
25		1.4	2	2.8	4	5.6	8	11	16	22	
50		2	2.8	4	5.6	8	11	16	22	32	
100		2.8	4	5.6	8	11	16	22	32	44	
200		4	5.6	8	11	16	22	32	44	64	
400		5.6	8	11	16	22	32	44	64	88	
800		8	11	16	22	32	44	64	88	128	
1600		11	16	22	32	44	64	88	128	176	

FASE DELL'ECLISSE	Q	TEMPO DI POSA									
LUNA NON ECLISSATA											
LUNA PIENA	8	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	
ECLISSE DI PENOMBRA											
Magnitude = 1.0	7	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	
ECLISSE PARZIALE											
Magnitude = 0.00	7	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	
Magnitude = 0.30	6	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	
Magnitude = 0.60	5	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	
Magnitude = 0.80	4	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1 sec	
Magnitude = 0.90	3	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1 sec	2 sec	
Magnitude = 0.95	2	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1 sec	2 sec	4 sec	
ECLISSE TOTALE											
Danjon Value: L=4	-3	1/2	1 sec	2 sec	4 sec	8 sec	15 sec	30 sec	1 min	2 min	
Danjon Value: L=3	-5	2 sec	4 sec	8 sec	15 sec	30 sec	1 min	2 min	4 min	8 min	
Danjon Value: L=2	-7	8 sec	15 sec	30 sec	1 min	2 min	4 min	8 min	15 min	30 min	
Danjon Value: L=1	-9	30 sec	1 min	2 min	4 min	8 min	15 min	30 min	—	—	
Danjon Value: L=0	-11	2 min	4 min	8 min	15 min	30 min	—	—	—	—	

www.mreclipse.com/LEphoto/LEphoto.html ©2008 Fred Espenak

Fig. 26 – Tempi di posa indicativi da utilizzare nella ripresa di una eclisse di Luna in relazione alla sensibilità impostata, alla focale utilizzata ed alla fase dell’eclisse.

Per utilizzare correttamente la tabella illustrata in fig. 26, è sufficiente individuare nel riquadro in alto a sinistra il valore ISO con il quale si sta lavorando e proseguire quindi verso destra fino ad individuare l’apertura del diaframma (o apertura relativa del telescopio). A questo punto basta scendere verso il basso per trovare tutti i valori consigliati per riprendere l’eclisse, indicati per ogni possibile fase. A titolo esemplificativo, se stiamo lavorando a 100 ISO di sensibilità con un diaframma aperto ad f/4, per fotografare un’eclisse parziale di Luna alla magnitudine 0,80 (l’ombra della Terra copre l’80% del diametro lunare) dovremo esporre per 1/125 di secondo. Come si può notare, per le fasi più buie dell’evento non è raro imbattersi in tempi di posa piuttosto lunghi che rendono indispensabile l’utilizzo di una montatura motorizzata.

I valori esposti sono sempre da considerare orientativi anche perché variabili come la trasparenza dell'aria, la foschia o eventuali velature sono elementi non quantificabili a priori che possono influire sul risultato finale in modo significativo. In considerazione del fatto che le fasi di un'eclisse di Luna hanno una durata piuttosto lunga, e a maggior ragione potendo disporre di una fotocamera digitale si consiglia di effettuare più pose sovresponendo e sottoesponendo rispetto ai tempi consigliati (con la digitale non ci sono problemi ad eliminare successivamente gli scatti che non ci soddisfano).

I tempi di posa "t" consigliati in Fig. 26 sono stati calcolati con la seguente formula:

$$t = f^2 / (I \times 2^Q)$$

Nella quale:

t = tempo di posa espresso in secondi;

f = il valore di apertura del diaframma utilizzato;

I = la sensibilità utilizzata in ISO;

Q = il fattore di luminosità relativo alla fase fotografata, così come espresso in tabella.

Oltre agli scatti singoli (con focali diverse in relazione all'effetto che si vuol ottenere) un tipo di immagine interessante di ripresa è quella che ha lo scopo di evidenziare la forma e le dimensioni dell'ombra della Terra che la Luna deve attraversare con il suo moto proprio durante l'eclisse (Fig. 27). Per ottenere questo effetto è necessario utilizzare una montatura motorizzata e selezionare la velocità di inseguimento siderale: il telescopio in questo modo seguirà il movimento delle stelle fisse. Riprendendo almeno tre immagini (una parzialità in entrata, la totalità e una parzialità in uscita) avremo la possibilità di percepire in maniera molto evidente il contorno dell'ombra scura proiettata dalla Terra sulla Luna. L'assemblaggio delle tre immagini può essere ottenuto direttamente sullo stesso fotogramma / sensore o con una successiva elaborazione di più immagini. L'importante è mettere in evidenza il moto proprio della Luna attraverso l'ombra terrestre impostando come già accennato la velocità di inseguimento siderale per la nostra montatura.



Fig. 27 – In questo tipo di ripresa si percepiscono nettamente la forma e le dimensioni dell'ombra che la Terra proietta sulla Luna durante una eclisse

UN ACCENNO AL SOLE E ALLA SUA STRUTTURA

Il **Sole** è la stella attorno alla quale orbitano gli otto pianeti principali del Sistema Solare (tra cui la Terra), i pianeti nani, i loro satelliti e innumerevoli altri corpi minori. Con un diametro di 1.390.000 Km., la massa del Sole (che ammonta a circa 2×10^{30} kg) rappresenta da sola il 99,8% della massa complessiva del Sistema Solare.

E' una stella di dimensioni medio-piccole costituita essenzialmente da idrogeno (74%) ed elio (24-25%) cui si aggiungono tracce di altri elementi più pesanti. È classificata come una **nana gialla** di tipo spettrale G2 V: G2 indica che la stella ha una temperatura superficiale di circa 5.500 °C mentre la V indica che il Sole, come la maggior parte delle stelle, è nella sequenza principale, ovvero in una lunga fase di equilibrio stabile in cui l'astro fonde, nel proprio nucleo, l'idrogeno in elio. Tale processo genera ogni secondo una grande quantità di energia emessa nello spazio sotto forma di radiazione elettromagnetica (radiazione solare), flusso di particelle (vento solare) e neutrini. La radiazione solare, emessa fundamentalmente come luce visibile ed infrarossi, consente la vita sulla Terra fornendo l'energia necessaria ad attivare i principali meccanismi che ne stanno alla base; regolando il clima e la maggior parte dei molteplici fenomeni meteorologici.

Il Sole è una delle innumerevoli stelle che compongono la nostra galassia (ovvero la Via Lattea) ed è situato in una zona periferica a circa 26.000 anni luce dal centro galattico (Fig. 28). Data la relativa lontananza dal centro galattico, da altre regioni ad elevata densità stellare e da forti sorgenti di radiazioni quali pulsar o oggetti simili, il Sole, e dunque il Sistema Solare, si trova in quella che gli scienziati definiscono **zona galattica abitabile**.

Il sistema solare impiega 225–250 milioni di anni per completare una rivoluzione attorno al centro della Galassia (**anno galattico**) muovendosi alla velocità orbitale di circa 220 km/s;

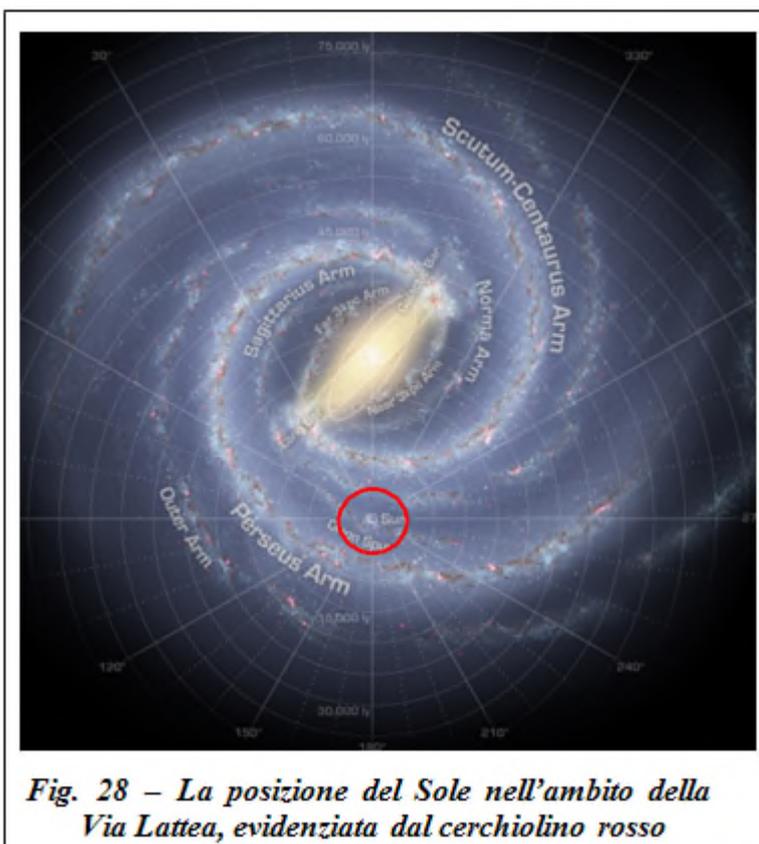


Fig. 28 – La posizione del Sole nell'ambito della Via Lattea, evidenziata dal cerchietto rosso

Una stella con le caratteristiche fisiche del Sole impiega, considerando la massa, circa 10 miliardi di anni per esaurire completamente l'idrogeno nel suo nucleo: attualmente il Sole è caratterizzato da perfetta stabilità, trovandosi proprio a metà del suo ciclo evolutivo. Al termine di questo periodo di stabilità, tra circa 5 miliardi di anni, il Sole entrerà nella fase di forte instabilità che prende il nome di gigante rossa e che segnerà l'inizio della sua evoluzione finale che lentamente lo trasformerà in una **nana bianca** (una stella di piccole dimensioni dalla densità molto elevata, con una bassissima luminosità e colore tendente al bianco) .

Il Sole sostanzialmente è una sfera di plasma quasi perfetta caratterizzata da un'ellitticità stimata in circa soli 9 milionesimi: il suo diametro polare differisce infatti di soli 10 Km da quello equatoriale.

Questo fatto è dovuto alla sua rotazione molto lenta che genera all'equatore una forza centrifuga (che tenderebbe a farlo espandere) 18 milioni di volte più debole della gravità superficiale! Proprio per questo motivo il Sole non ha un rigonfiamento equatoriale molto pronunciato, come accade invece in stelle che possiedono una elevata velocità di rotazione.

Poiché si trova allo stato di plasma e non possiede pertanto una superficie solida, il Sole è caratterizzato da una **rotazione differenziale**, ovvero ruota in maniera diversa a seconda della latitudine: il periodo di rotazione varia infatti dai 25 giorni dell'equatore ai 35 giorni dei poli.

La struttura interna del Sole, come quella delle altre stelle, è ben definita e appare costituita di involucri concentrici dove ogni strato possiede caratteristiche e condizioni fisiche ben precise, che lo differenziano dal successivo. Procedendo dal centro del Sole verso l'esterno possiamo sinteticamente dire che gli strati sono (Fig. 29):

- Il nucleo;
- La zona radiativa;
- La zona convettiva;
- La fotosfera, identificabile con la superficie del Sole;
- L'atmosfera, a sua volta suddivisa in:
 - ✓ Cromosfera;
 - ✓ Zona di transizione;
 - ✓ Corona.

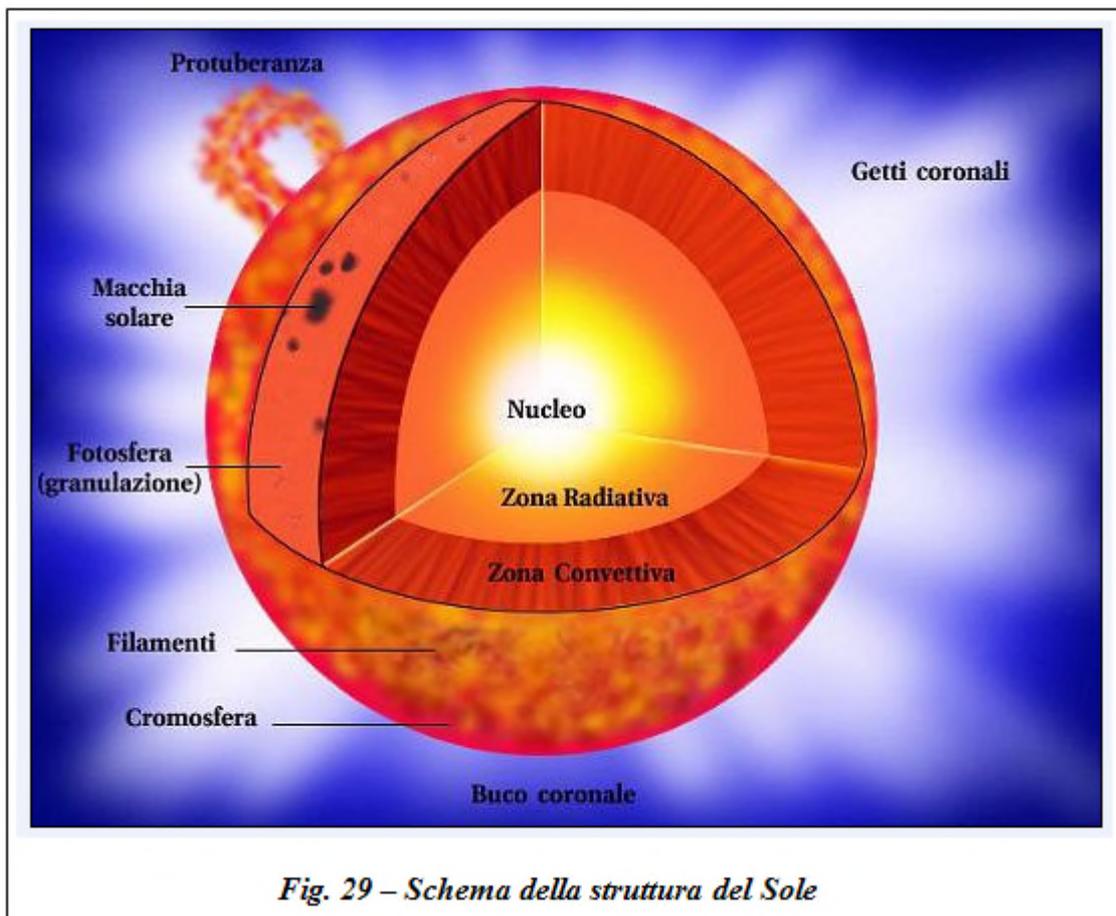


Fig. 29 – Schema della struttura del Sole

Il Nucleo

Il nucleo rappresenta in volume circa il 10 % del Sole, ed in massa oltre il 40 %, con una densità superiore a $150\,000\text{ kg/m}^3$ (150 volte quella dell'acqua), una temperatura di circa $13\,600\,000\text{ K}$ ed una pressione di quasi 500 miliardi di atmosfere: è la combinazione di simili valori a favorire la fusione nucleare dell'idrogeno in elio che attualmente avviene unicamente nel nucleo. Tali reazioni liberano energia sotto forma di radiazione γ che, una volta emessa dal nucleo, viene assorbita e riemessa dalla materia degli strati superiori, contribuendo a mantenere alta la temperatura; nell'attraversare gli strati della stella la radiazione elettromagnetica perde energia assumendo lunghezze d'onda sempre maggiori, passando dalla banda γ alla banda X e ultravioletta, per poi diffondersi nello spazio come luce visibile. L'enorme quantità di energia prodotta, viene trasportata verso la superficie esterna inizialmente per irraggiamento, mentre nell'ultimo decimo di raggio solare, il trasporto avviene per convezione.

Un altro prodotto delle reazioni nucleari sono i neutrini, particelle che raramente interagiscono con la materia e che dunque attraversano liberamente lo spazio.

La zona radiativa

Situata all'esterno del nucleo, la zona radiativa assorbe l'energia prodotta dal nucleo e la trasmette per irraggiamento (da qui il nome) verso lo strato superiore, ovvero la zona convettiva. Pressione e temperatura sono ancora abbastanza elevate da permettere il lento trasferimento dell'energia allo strato successivo. La zona radiativa appare priva di moti convettivi.

La zona convettiva

La zona convettiva ha uno spessore di circa $200\,000\text{ km}$ e si trova nella porzione esterna del Sole, a partire da circa il 70% del raggio solare.

L'area è caratterizzata da temperature e densità inferiori a quelle degli strati sottostanti; di conseguenza, energia e calore non possono essere trasferiti per irraggiamento, ma attraverso moti convettivi. La materia più calda e meno densa viene portata in superficie, dove cede parte della propria energia termica; una volta raffreddata, la materia cade nuovamente alla base della zona convettiva, dove riceve nuovamente il calore proveniente dalla zona radiativa. A differenza dello strato sottostante, dunque, nella zona convettiva la materia è in costante movimento. Le colonne termiche della zona convettiva lasciano segni sulla fotosfera solare che prendono il nome di **granuli** o **supergranuli solari**.

La Fotosfera

La fotosfera è lo strato superficiale del Sole, al di sotto del quale la stella diviene opaca alla luce visibile: si tratta dunque del primo strato visibile, che irradia nello spazio l'energia proveniente dall'interno. Il suo spessore varia da alcune decine fino a qualche centinaia di chilometri con una temperatura superficiale inferiore ai 6000 °C , mentre nello strato più interno è di circa 9000 °C nello strato più interno. La parte esterna della fotosfera, che costituisce la superficie visibile del Sole, manifesta segni dei fenomeni di trasporto per convezione del calore prodotto nel nucleo attraverso celle convettive, dette appunto granuli.

Poiché gli strati più alti della fotosfera sono più freddi di quelli più profondi, l'immagine del Sole appare più luminosa al centro, e si fa via via più tenue man mano che si procede verso il bordo del disco visibile; questo fenomeno è noto come *“oscuramento al bordo”*.

La Fotosfera è sede di fenomeni come i *brillamenti* (o *flare*) e le *macchie solari*.

Un brillamento solare (o flare) è in pratica una violentissima eruzione di materia che esplode dalla fotosfera di una stella, con un'energia equivalente a varie decine di milioni di bombe atomiche.

Le macchie sono fenomeni osservati sulla superficie del Sole fin dal 1612, data a cui risalgono i disegni di Galileo Galilei che le studiò per primo.

Possiamo scorgere le macchie osservando il Sole con filtri adatti: appaiono come aree ben definite più scure rispetto al resto della fotosfera a causa della loro temperatura più "bassa" (dell'ordine dei 4500 K), nelle quali si identifica una zona più scura detta *ombra* e una zona intermedia detta *penombra*. Si tratta di regioni di intensa attività magnetica, nelle quali la convezione (visibile nel resto della superficie sotto forma di granulazione) risulta inibita dal forte campo magnetico, che riduce il trasporto di energia dalle regioni interne più calde alla superficie. Le macchie solari più grandi possono estendersi anche per migliaia di chilometri, arrivando a superare anche le dimensioni della Terra. Il numero di macchie solari visibili sulla superficie del Sole non è costante, ma varia durante il ciclo solare è il tempo, mediamente pari a undici anni, che intercorre tra due periodi di minimo dell'attività solare. Il ciclo del Sole si divide in due fasi: una fase di massimo, in cui l'attività della stella si presenta più frenetica, e una fase di minimo, in cui l'attività è meno intensa.

Normalmente, durante il minimo le macchie sono assenti o molto rare e quelle che appaiono si trovano di solito alle alte latitudini (lontane dall'equatore). Man mano che il ciclo prosegue, avanzando verso il massimo, le macchie si fanno sempre più frequenti e tendono a spostarsi verso le zone equatoriali della stella. Il ciclo del Sole non è sempre regolare, ma può presentare in particolare periodi di minimo più lunghi della norma: molto conosciuto quello noto come *“Minimo di Maunder”* durante il quale il Sole nel corso del XVII secolo andò incontro ad un periodo di attività minima che durò settant'anni!

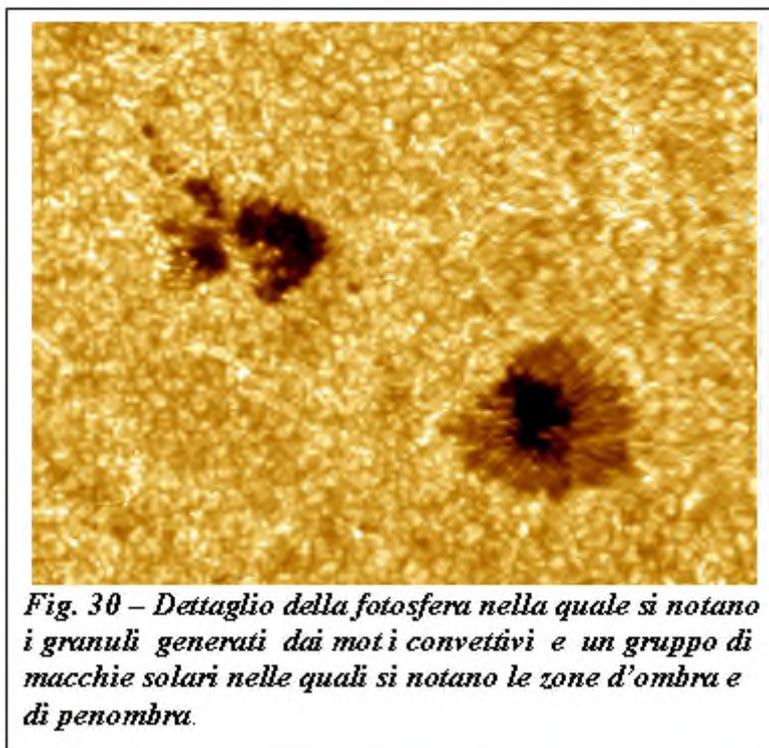


Fig. 30 – Dettaglio della fotosfera nella quale si notano i granuli generati dai moti convettivi e un gruppo di macchie solari nelle quali si notano le zone d'ombra e di penombra.

La Cromosfera

Al di sopra della fotosfera si trova una sottile fascia spessa circa 2000 km, chiamata cromosfera (dal greco *chromatos* che significa *colore*) a causa dei suoi brillamenti di colore rosso visibili subito prima e subito dopo le eclissi totali di Sole. Il gas in realtà è trasparente e la colorazione rossastra è dovuta agli atomi di idrogeno, che alle più basse pressioni della cromosfera emettono radiazioni di

tale colore. La temperatura nella cromosfera aumenta gradualmente man mano che ci si allontana dal Sole, raggiungendo i 100 000 K negli strati più esterni.

La cromosfera è interessata da diversi fenomeni emissivi di origine magnetica, come le *spicole* e le *protuberanze solari*.

Una **spicola** (o **spicula**) è un getto dinamico di circa 500 - 1000 km di diametro sulla superficie del Sole che si muove alla velocità di circa 20 - 50km/s dalla fotosfera ed è in grado di raggiungere un'altezza di 15.000 Km. Furono scoperte nel 1877 da Padre Angelo Secchi dell'Osservatorio Vaticano di Roma. La cromosfera è interamente composta e ricoperta di spicole (Fig. 31).

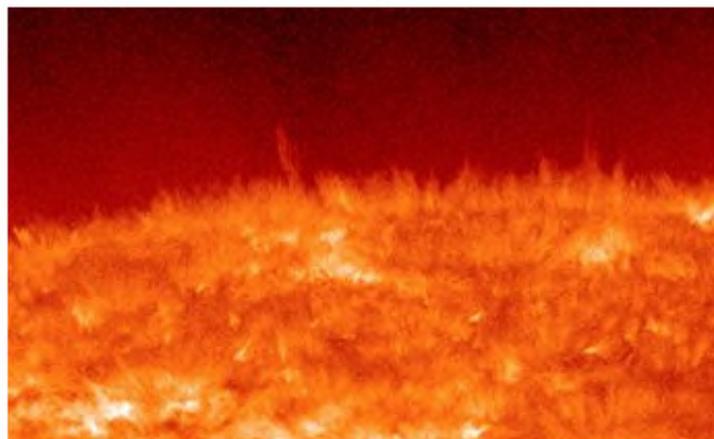


Fig. 31 – Immagine della cromosfera solare, interamente costellata di spicole.

Le *protuberanze* sono simili ai brillamenti, ma meno energetiche e più spettacolari; possono essere osservate in luce bianca durante una eclisse totale di Sole oppure con l'ausilio di un apposito strumento detto coronografo. Le protuberanze sono generate da getti di gas incandescente che viene espulso dalla superficie solare. Possono raggiungere dimensioni pari a qualche milione di chilometri, assumendo in alcuni casi particolari forme ad arco: appaiono così come il fenomeno solare più spettacolare.

Questi getti di gas incandescente prendono il nome di protuberanze quando vengono osservati lungo il bordo del Sole, situazione nella quale è evidente che emettono luce. Quando gli stessi getti vengono osservati sullo sfondo della superficie solare, per contrasto appaiono invece più scuri ed in questo caso prendono il nome di filamenti: per quanto ovvio, i termini "*protuberanze*" e "*filamenti*" (Fig. 32) indicano lo stesso fenomeno osservato in situazione prospettica differente. Si formano e spariscono sotto l'azione del campo magnetico solare e possono persistere per alcune settimane. Le più longeve durano anche un paio di mesi. Grazie ad esse è possibile seguire la rotazione differenziata del Sole su se stesso.

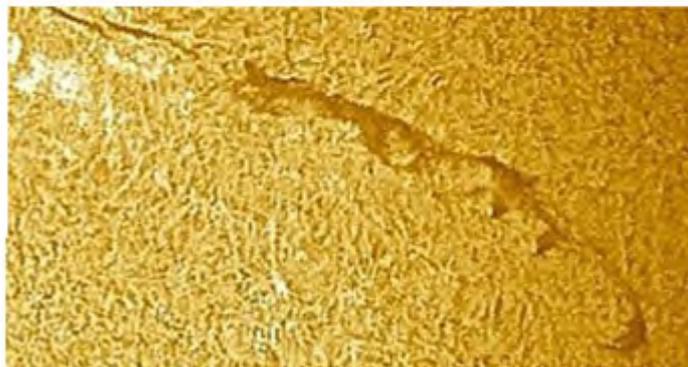
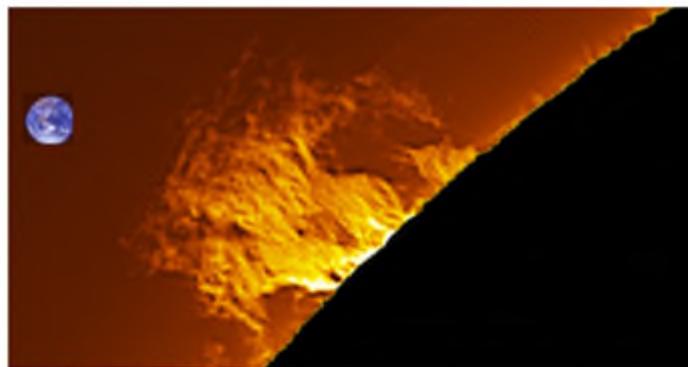


Fig. 32 – In alto: una protuberanza confrontata con le dimensioni della Terra. In basso: un filamento che si staglia sulla superficie solare più calda.

La Zona di Transizione

Al di sopra della cromosfera si trova la zona di transizione, in cui la temperatura sale rapidamente dai circa 100 000 K degli strati più esterni della cromosfera, fino al milione di gradi Kelvin della corona; tale incremento di temperatura causa la totale ionizzazione dell'elio. La zona di transizione non possiede un limite di altitudine ben definito e non è facilmente visibile dalla Terra, ma è ben rilevabile dallo spazio attraverso strumenti sensibili alle lunghezze d'onda del lontano ultravioletto.

La Corona

La parte più esterna dell'atmosfera solare viene chiamata corona. Appare come un alone bianco attorno al Sole durante le eclissi (Fig. 33). Non ha limiti definiti e si estende nello spazio per decine di milioni di chilometri in modo molto tenue.

La corona è costituita da plasma a elevatissima temperatura (oltre un milione di gradi kelvin): gli astrofisici non sono ancora riusciti a comprendere perché la corona abbia una temperatura così elevata anche se si ritiene che l'alta temperatura della corona sia dovuta all'interazione del gas con gli intensi campi magnetici della fotosfera.

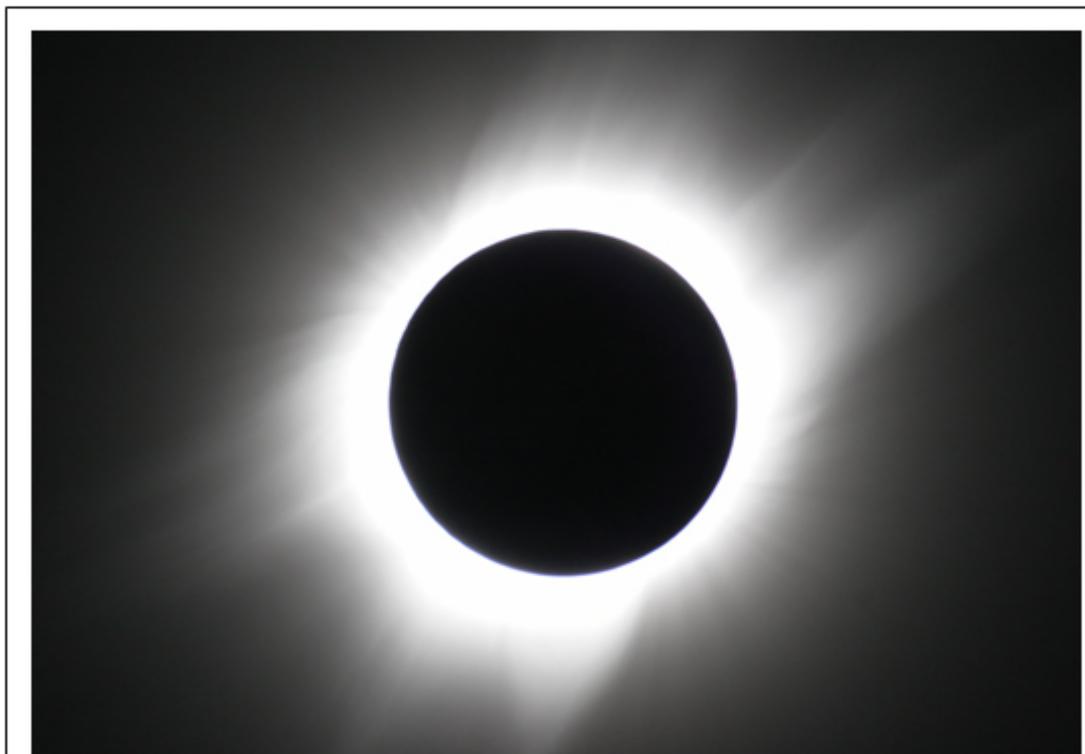


Fig. 33 – La corona solare durante l'eclisse totale del 29 marzo 2006 ripresa dal deserto libico.

Il campo magnetico solare è estremamente debole (circa 1 gauss). Una caratteristica importante di questo campo è che il suo asse non è fisso. Esso, infatti, migra dai poli verso l'equatore, ritornando poi ad assumere la posizione iniziale. La rotazione completa dell'asse magnetico avviene con un periodo di circa 22 anni e la manifestazione più apparente di questa variabilità è proprio nel numero di macchie solari visibili sulla fotosfera.

Un elemento molto importante per comprendere la dinamica delle eclissi (in particolare quelle di Sole) è quello delle dimensioni apparenti dei due corpi celesti interessati, ovvero il Sole e la Luna. Per quanto riguarda il Sole (Fig. 34), le sue dimensioni apparenti possono variare leggermente in relazione al fatto che la Terra percorre un'orbita leggermente ellittica (e non circolare) intorno al Sole stesso: dalla Terra pertanto possiamo osservare il disco solare con dimensioni apparenti che vanno da un minimo di 31' 46" (Terra all'afelio) a un massimo di 32' 53" (Terra al Perielio).

Vedremo più oltre come la variazione delle dimensioni apparenti della Luna e del Sole sia fondamentale (anche per una serie di coincidenze veramente peculiari) per determinare il tipo di eclisse di Sole che si può verificare.

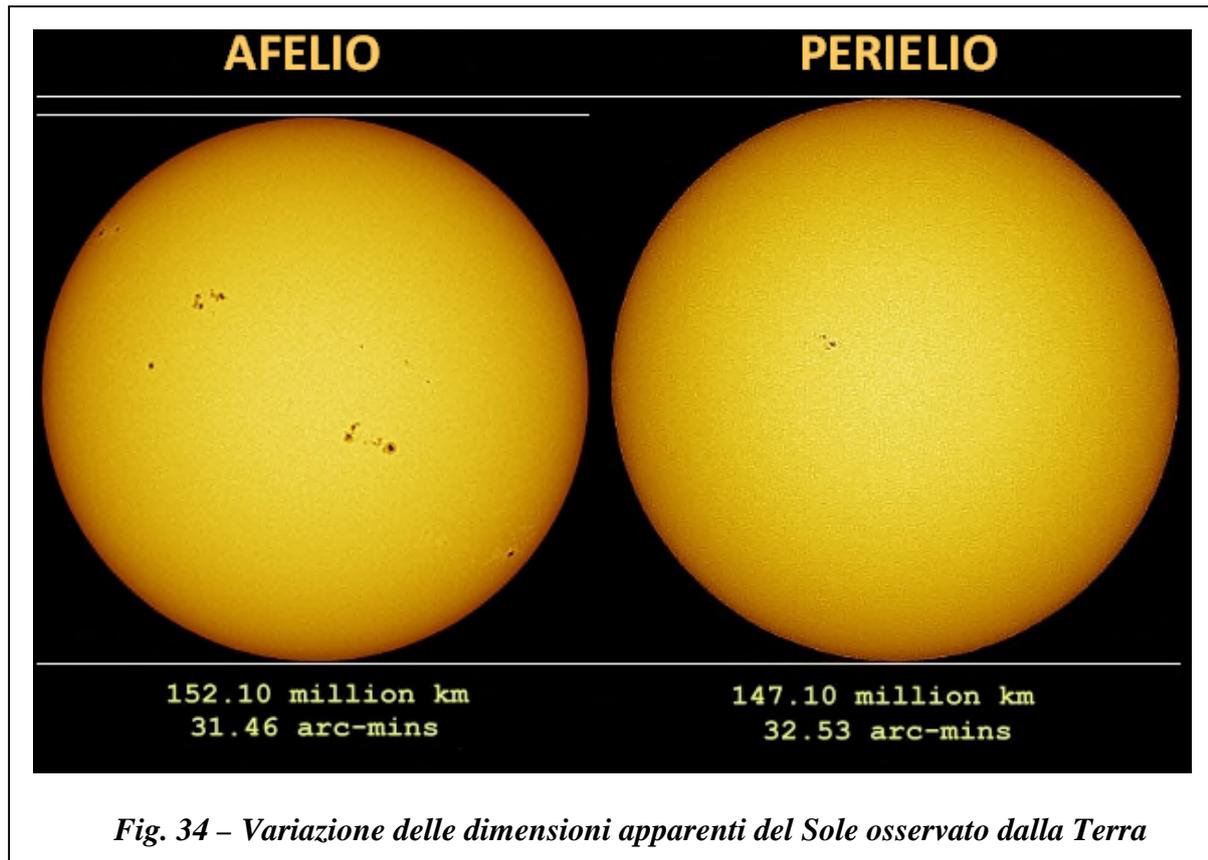
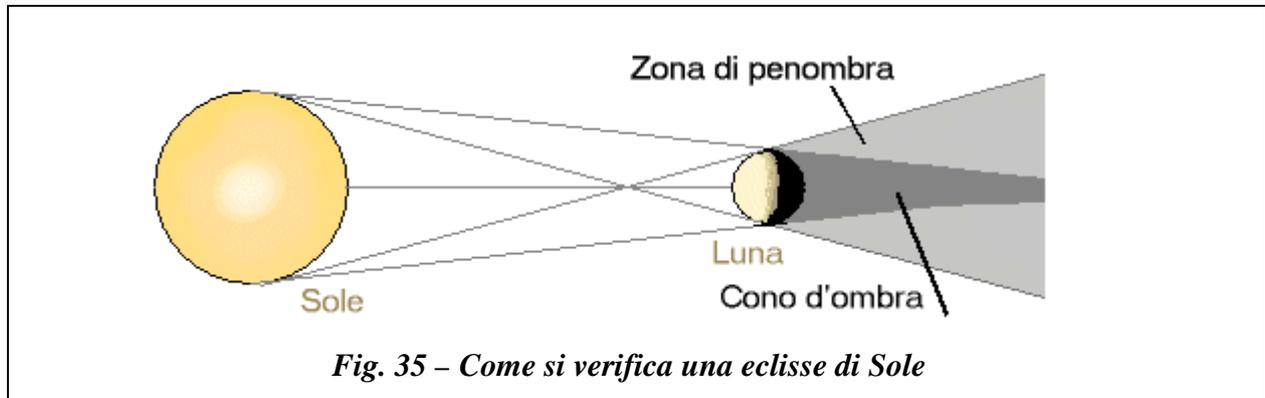


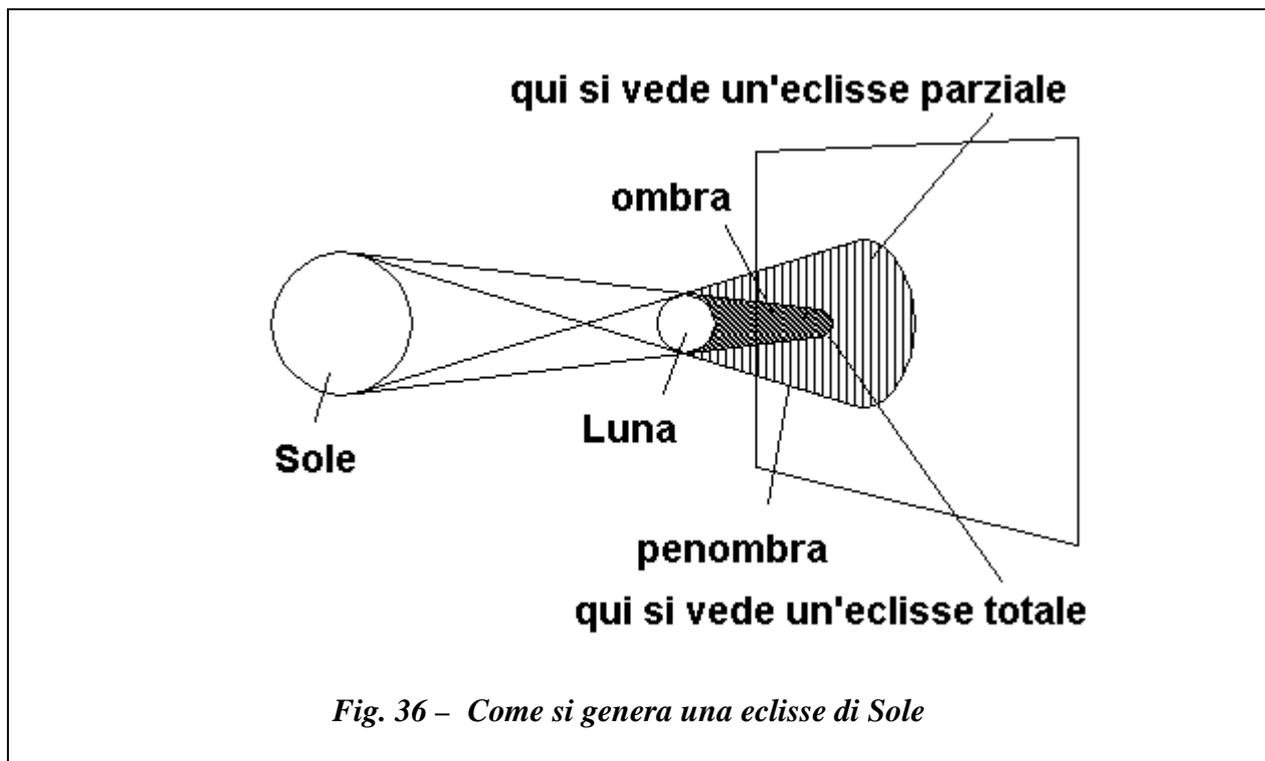
Fig. 34 – Variazione delle dimensioni apparenti del Sole osservato dalla Terra

L' ECLISSE DI SOLE

Come abbiamo visto, un'eclisse di Sole si verifica quando la Luna è interposta fra Sole e Terra e proietta la propria *ombra* su quest'ultima. L'ombra ha la forma di un cono, circondato da una zona di *penombra* (Fig. 35).

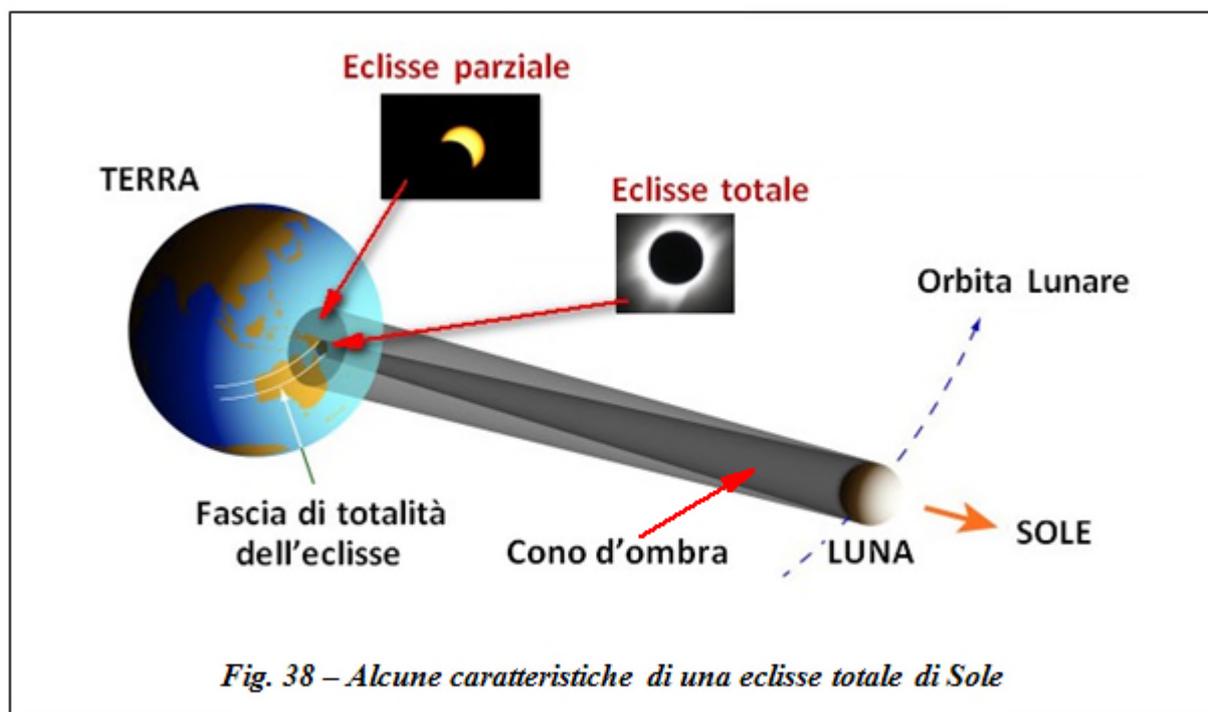


Il vertice del cono d'ombra si trova dalla parte opposta rispetto al Sole. Se potessimo mettere un gigantesco schermo nello spazio "dietro alla Luna", tagliando trasversalmente il cono d'ombra, vedremmo proiettato sullo schermo un cerchio d'ombra, circondato da una corona circolare di penombra (Fig. 36).

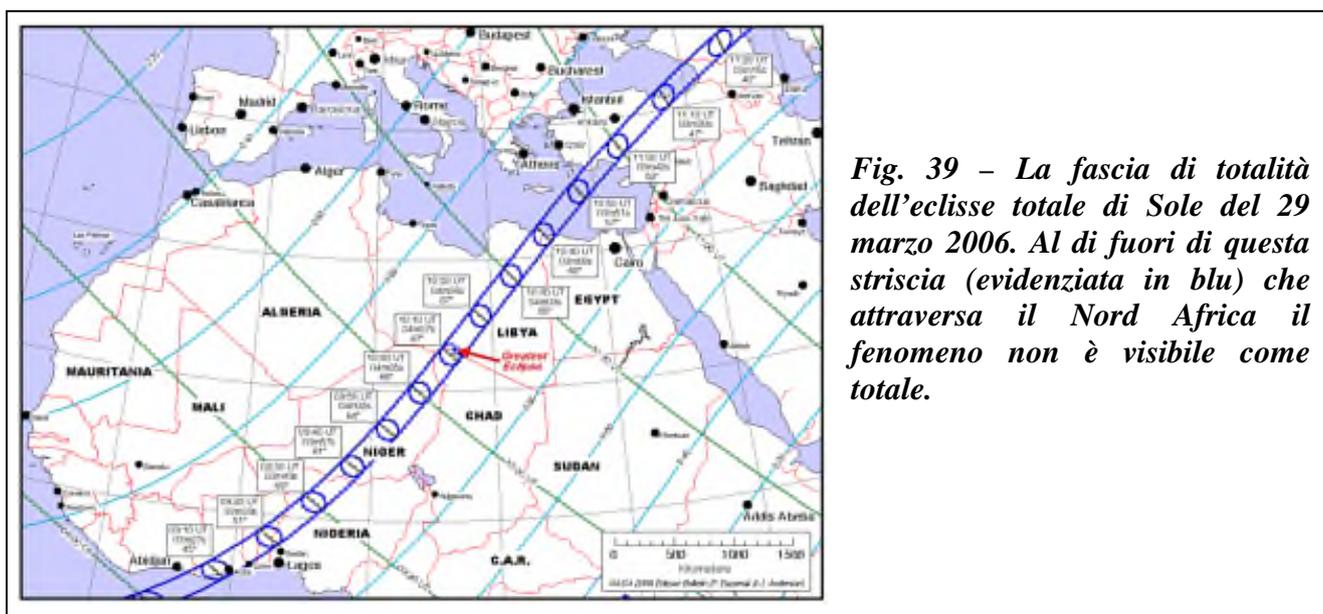


Durante un'eclisse di Sole, al posto del nostro schermo immaginario si trova la Terra: nel caso di una eclisse totale di Sole sulla sua superficie si formeranno quindi delle zone di ombra dalle quali l'eclisse sarà visibile come totale e delle zone di penombra, dalle quali invece potremo vedere solo

una parte del Sole oscurato dal disco lunare e quindi si osserverà una eclisse parziale di Sole (Fig. 38). Al di fuori delle aree interessate da ombra e penombra, l'eclisse non è visibile.



In pratica l'eclisse è visibile come totale nel cerchio generato dall'intersezione del cono d'ombra lunare con la superficie terrestre. La rotazione della Terra ed il moto orbitale della Luna causano lo spostamento del "cerchio di totalità" generando la "fascia di totalità"(Fig. 39), ovvero il luogo dei punti dai quali l'eclisse è visibile come totale. Come già accennato, al di fuori da questa fascia l'eclisse è percepita come parziale o addirittura non visibile.



Per quanto ovvio, è evidente che l'eclisse totale di Sole interessa una zona geografica molto meno estesa (la sola fascia di totalità) rispetto ad una eclisse totale di Luna, visibile invece da tutto l'emisfero terrestre in cui è notte.

Per quanto spettacolare ed emozionante, siamo probabilmente portati a pensare che l'eclisse di Sole così come la possiamo osservare dalla Terra, sia un evento che potremmo eventualmente ritrovare su altri pianeti del Sistema Solare. Al contrario, dalla Terra possiamo vedere qualcosa di veramente eccezionale, ove si consideri la singolare coincidenza che ci permette di percepire sia il Sole che la Luna con le stesse dimensioni apparenti: la Luna infatti è 400 volte più piccola del Sole ma per un caso veramente singolare è anche 400 volte più vicina. Solo per questo motivo durante una eclisse totale possiamo vedere – ad esempio – la corona Solare, nel momento in cui il disco della Luna si sovrappone a quello del Sole oscurandolo.

Tipologie di Eclissi di Sole

Oltre ai seguenti elementi già considerati:

- la singolare coincidenza che ci permette di osservare il disco del Sole e il disco della Luna con le stesse dimensioni apparenti
- il fatto che l'orbita lunare è inclinata di $5,9^\circ$ rispetto all'eclittica (vedi Figg. 5 e 6);
- il fatto che la Terra orbita intorno al Sole su un'orbita ellittica con la conseguente seppur minima variazione delle dimensioni apparenti del disco solare (vedi Fig. 34);

per capire con quali caratteristiche può verificarsi una eclisse di Sole dobbiamo anche tenere presente che la stessa Luna orbita intorno alla Terra percorrendo un'orbita ellittica e non circolare, e pertanto anche le dimensioni apparenti della Luna variano in funzione della sua distanza dalla Terra come illustrato in Fig. 14. La coincidenza veramente singolare (Fig. 40) sta nel fatto che le dimensioni apparenti medie del Sole sono comprese tra quelle - sempre apparenti - della Luna misurate all'apogeo e al perigeo!!

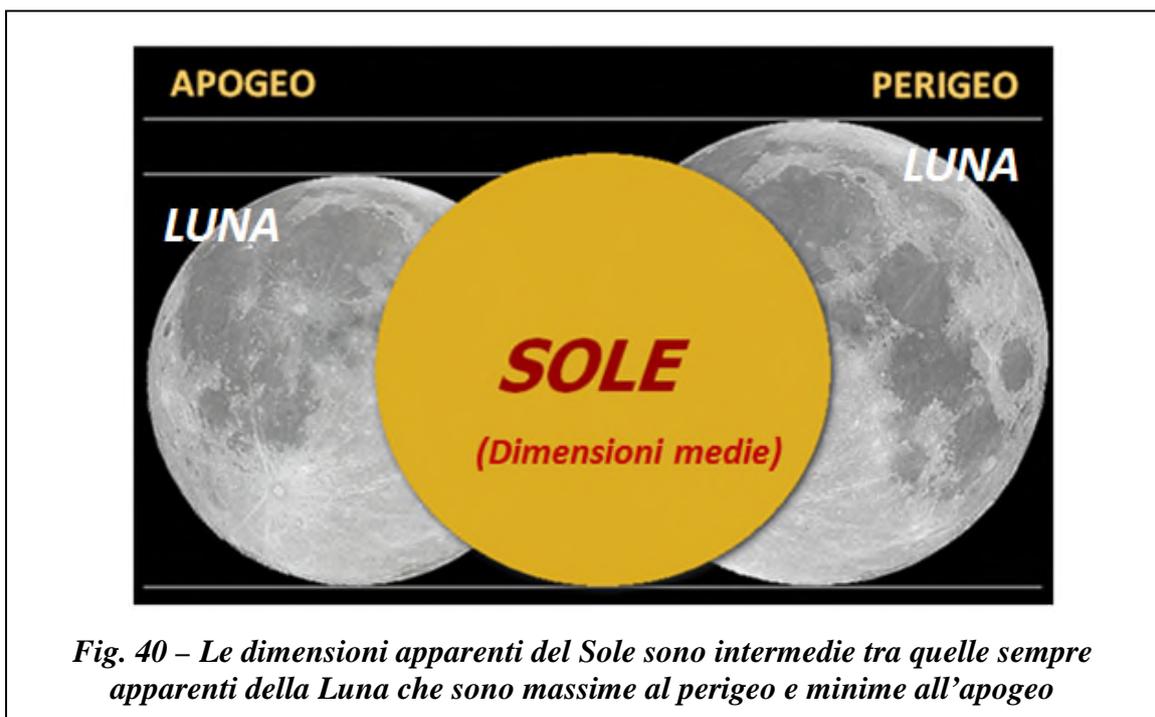


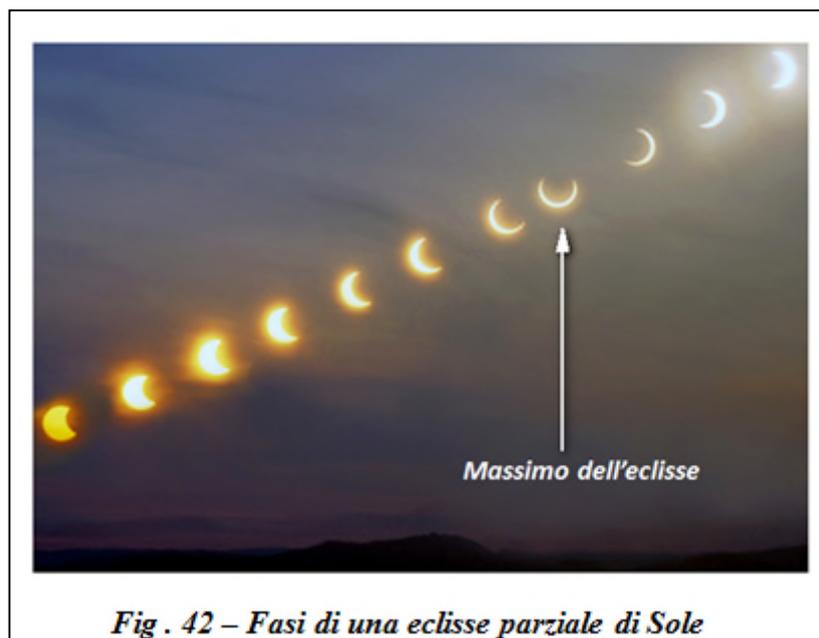
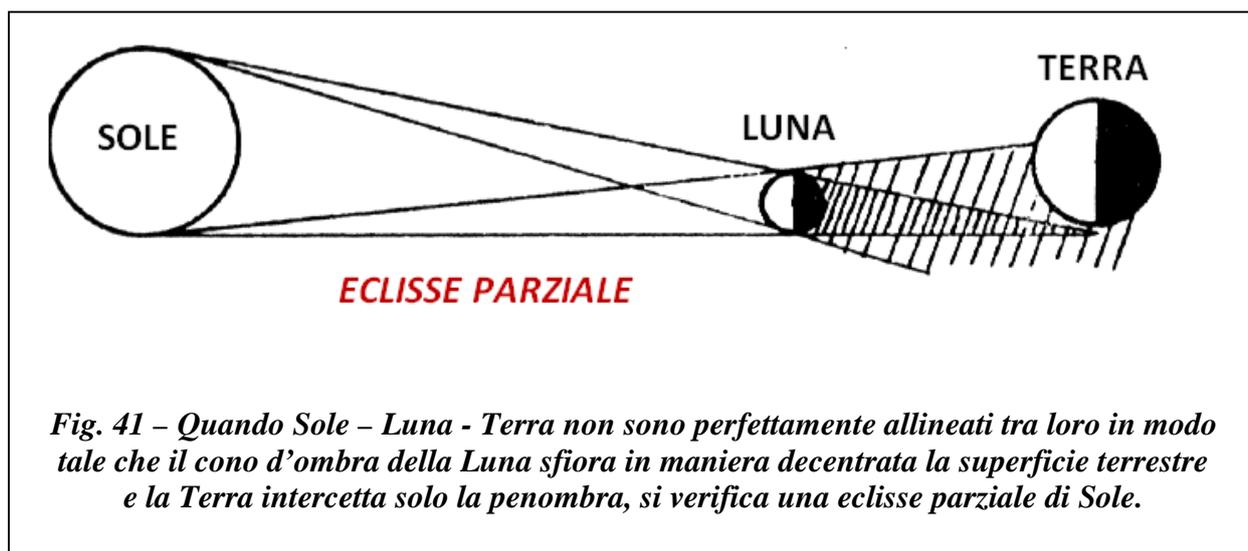
Fig. 40 – Le dimensioni apparenti del Sole sono intermedie tra quelle sempre apparenti della Luna che sono massime al perigeo e minime all'apogeo

Considerando quindi tutte le variabili che possono influire, possiamo affermare che l'eclisse di sole può essere:

- **PARZIALE**
- **TOTALE**
- **ANULARE**
- **IBRIDA**

Eclisse Parziale di Sole

Se l'allineamento "Sole - Luna - Terra" non è perfetto, ma comunque il Sole e la Luna si trovano in prossimità di uno dei nodi, si possono ugualmente avere delle eclissi. Si parla allora di eclissi **non centrali**: in questi casi non è possibile osservare il completo oscuramento del disco solare da nessun luogo della superficie terrestre e si osserva pertanto un' **eclisse PARZIALE**. In questo caso il cono d'ombra generato dalla Luna giunge a sfiorare **in maniera decentrata** la superficie terrestre senza riuscire a raggiungerla (Fig. 41).



Osservando una eclisse parziale di Sole, registreremo pertanto un **massimo dell'eclisse** (ovvero la massima copertura del disco solare da parte della Luna, tanto più elevata quanto più vicino alla Terra risulterà essere il cono d'ombra generato dalla Luna), ma non ci sarà mai una fase nella quale la Luna riesce a coprire interamente il Sole (Fig. 42).

Dato che durante l'eclisse parziale una porzione di Sole rimane sempre visibile, è necessario osservare e fotografare l'evento utilizzando sempre gli appositi filtri protettivi. Ne consegue che (a parte eventuali riprese paesaggistiche di sicuro effetto) l'unico dettaglio solare interessante da osservare o da riprendere durante una eclisse parziale di Sole può essere il contatto prospettico tra il bordo lunare (nel quale possiamo anche notare il profilo delle montagne più elevate) ed una macchia solare (Fig. 42), sempre che nel giorno dell'evento ce ne siano di visibili.



Fig. 42 – Una macchia solare si sta avvicinando al bordo della Luna durante una eclisse parziale di Sole.

Eclisse Totale di Sole

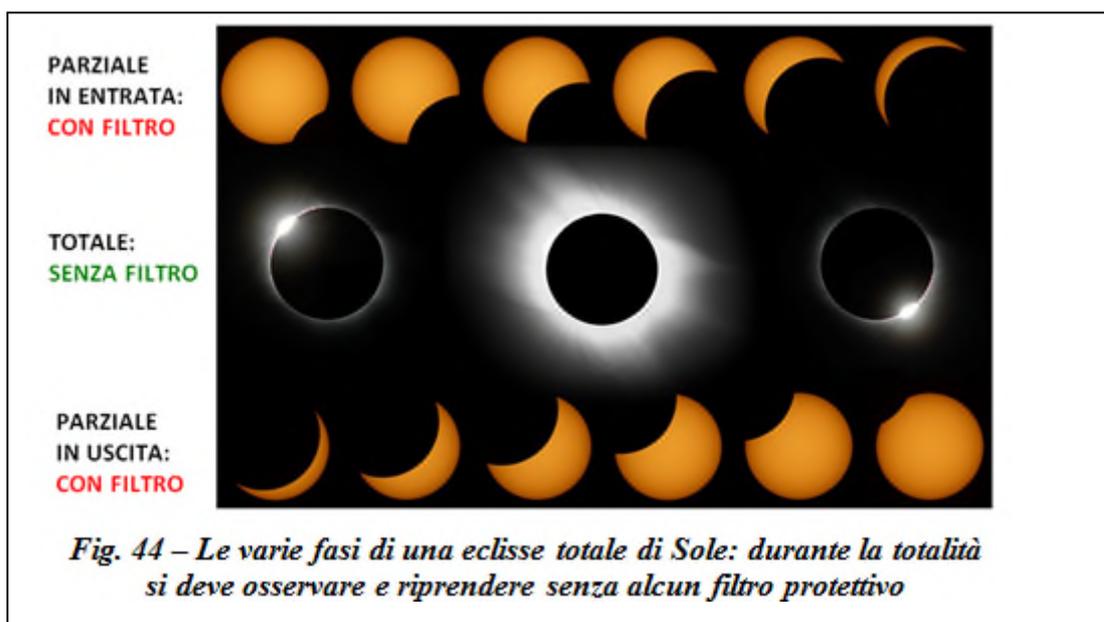
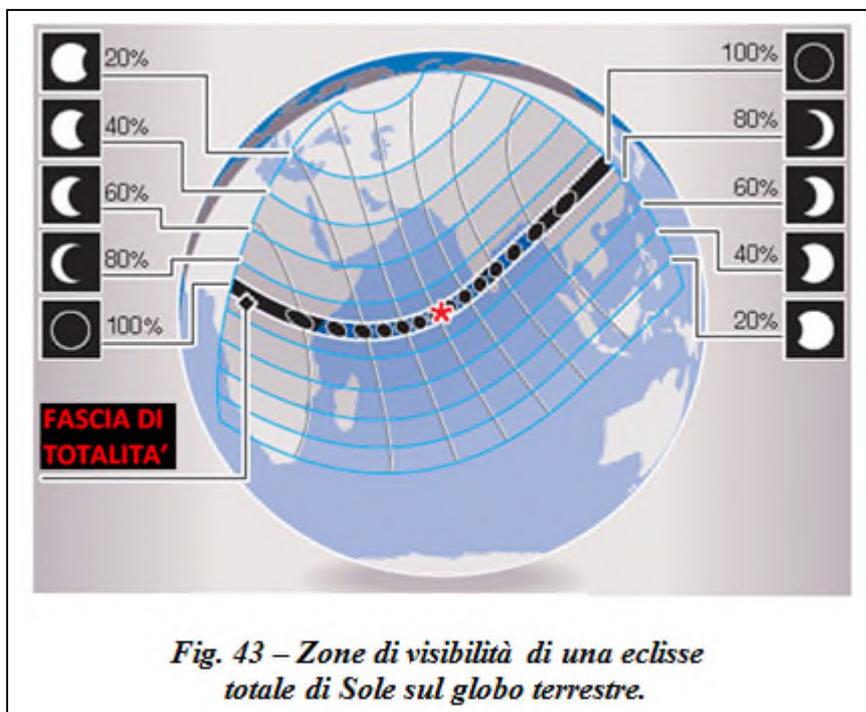
Si parla di *eclisse TOTALE di Sole* quando al verificarsi dell'evento "Sole – Luna – Terra" si trovano in pratica perfettamente allineati, e la Luna sia abbastanza vicina alla Terra in modo che le sue dimensioni appaiano maggiori di quelle del disco solare.

In questo caso il cono d'ombra della Luna riesce a raggiungere la superficie terrestre dove forma un cerchio all'interno del quale l'eclisse è visibile come totale, proprio lungo la cosiddetta "*fascia di totalità*" (vedi anche pag. 37 e Fig. 38). Come già accennato, al di fuori da questa fascia l'eclisse è percepita come parziale o addirittura invisibile (Fig. 43).

Jay Pasachoff (astronomo americano, professore al Williams College e autore di diversi libri di matematica, astronomia ed astrofisica) ha scritto una famosa frase al riguardo delle eclissi di Sole:

"Vedere una eclisse parziale di Sole e sostenere di aver visto una eclisse, è come stare fuori da un teatro e affermare di aver visto lo spettacolo: in entrambi i casi abbiamo mancato il bersaglio!"

In effetti durante l'eclisse totale la luna copre completamente il disco solare dandoci l'opportunità di osservare in completa sicurezza dettagli del Sole altrimenti invisibili: le varie fasi dell'evento (da seguire con l'utilizzo degli appositi filtri di sicurezza solo finché l'eclisse è parziale con una porzione di Sole scoperta), sono mostrate in Fig. 44.



Anche in riferimento alla Fig. 44, si riporta di seguito una tabella che mostra a titolo esemplificativo il susseguirsi dei vari contatti che caratterizzano una eclisse totale di Sole.

Contatti	Fase dell'eclisse	NOTE
Primo contatto	Inizia la parzialità in entrata (l'eclisse ha inizio con il primo contatto tra il bordo lunare ed il bordo solare)	con il filtro
Secondo contatto	Inizio della totalità (la luna comincia a coprire completamente il disco solare)	senza filtro
Terzo contatto	Fine della totalità (ricompare il primo raggio di Sole ed inizia l'eclisse parziale in uscita)	con il filtro
Quarto contatto	Finisce anche l'eclisse parziale in uscita (ultimo contatto tra il bordo solare e lunare: il Sole torna di nuovo interamente visibile).	con il filtro

Durante la totalità, si possono osservare molti fenomeni affascinanti, che sono visibili solo in quelle condizioni. Particolarmente suggestivi sono soprattutto i momenti che precedono e seguono la fase di totalità, quando il Sole è appena percettibile dietro la Luna e produce dei giochi di luce molto spettacolari.

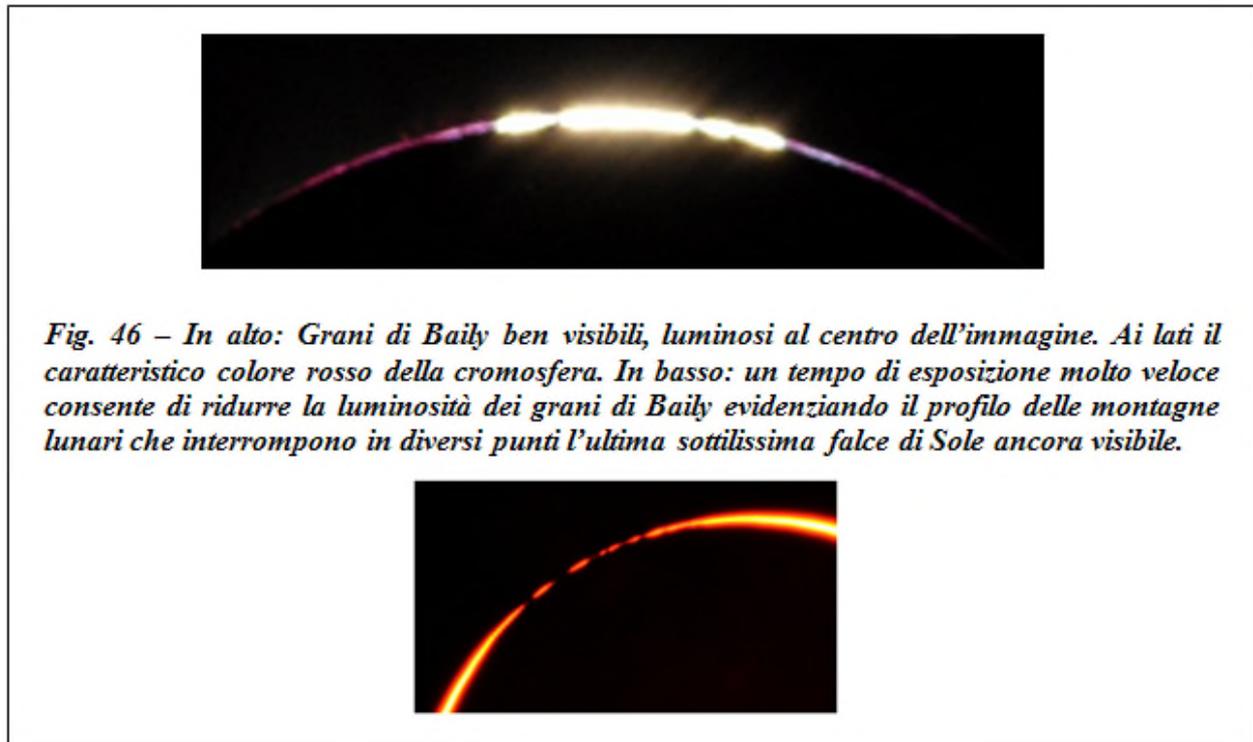
In queste occasioni il tempo è prezioso (la totalità solo in casi più che eccezionali arriva a durare oltre i 7 minuti), ed è indispensabile essere preparati per sapere in anticipo cosa guardare con più attenzione e soprattutto come fotografare l'evento, in modo da sfruttare al meglio ogni istante (si veda più oltre il capitolo dedicato alla fotografia dell'eclisse di Sole).

Prima che cominci l'eclisse e durante tutta la fase parziale, utilizzando gli appositi filtri è possibile osservare la *fotosfera* del Sole, ovvero la sua superficie a noi visibile con le eventuali *macchie solari* che possono essere presenti. Una sottile falce di Sole ancora scoperto, ci avvisa che sta per iniziare la fase più emozionante dell'evento: quando la falce solare osservata attraverso l'apposito filtro di sicurezza diventa quasi impercettibile, è giunto il momento di rimuovere il filtro stesso che non deve essere utilizzato durante la totalità. Un'immagine ripresa appena prima che scompaia l'ultimo raggio di Sole visibile, mostrerà la configurazione nota come "*Anello di diamante*" (Fig. 45): l'esposizione corretta mostrerà anche i primi dettagli della corona solare, risultando molto spettacolare anche dal punto di vista estetico.



Fig. 45 – L' "Anello di diamante" ripreso dal deserto libico durante l'eclisse totale di Sole del 29 marzo 2006.

Non appena si riduce ulteriormente la piccolissima porzione di Sole ancora visibile che ha generato la figura dell'”Anello di diamante”, ecco comparire in corrispondenza del “diamante” i cosiddetti “**Grani di Baily**”, formati proprio da una sottilissima falce di Sole che mette in evidenza il profilo delle montagne lunari che con i loro picchi più alti ne interrompono la continuità. Ai lati dei “Grani di Baily” il Sole è ormai nascosto dalla Luna e pertanto non è più visibile direttamente: ecco quindi apparire la **cromosfera**, con il suo caratteristico colore rosso (Fig. 46).



Quando il disco lunare copre completamente il Sole, ha inizio la fase della totalità, che contraddistingue il periodo dell’eclisse durante il quale non è mai visibile direttamente neppure una piccola porzione di Sole.

Durante la totalità il cielo appare con lo strano effetto di un “tramonto inoltrato a 360°”: in condizioni meteo ottimali, tutto l’orizzonte visibile si colora di un rosso / arancio vivo che salendo verso l’alto si trasforma gradatamente dapprima in azzurro e poi in un blu notte che ci consente di vedere anche ad occhio nudo eventuali pianeti presenti nella volta celeste e le stelle più luminose, mentre il disco della Luna ci apparirà di un nero molto intenso circondato da una splendente corona solare (Fig. 48).

Utilizzando un binocolo od un telescopio (ricordiamo senza utilizzare alcun filtro durante la totalità) i dettagli più spettacolari da osservare sono:

- la cromosfera: che appare come un sottile anello rosso che contorna il disco lunare;
- le protuberanze, che si estendono dalla cromosfera e possono avere forme e dimensioni molto variabili (Fig. 49);
- la corona solare, che mostra le linee del campo magnetico del Sole. La forma e le dimensioni della corona solare sono in stretta relazione con il periodo di attività del Sole.

Deve essere ben chiaro che durante la totalità l’aspetto dell’eclisse così come percepito ad occhio nudo non varia: cromosfera, protuberanze e corona sono contemporaneamente presenti ed è il

tempo di posa utilizzato per effettuare le riprese che ci permette di evidenziare i vari dettagli di questo affascinante fenomeno astronomico. I tempi di posa più brevi ci consentono di riprendere cromosfera e protuberanze; con pose via via sempre più lunghe si evidenzierà invece la corona (Fig. 50), dalla porzione più vicina al Sole (corona interna) a quella più estesa (corona esterna). Si veda a tal proposito il successivo capitolo dedicato alla fotografia dell'eclisse di Sole.

In condizioni normali cromosfera, protuberanze e corona solare non sono visibili, ed è proprio durante la totalità che si verificano le condizioni propizie per la loro osservazione.



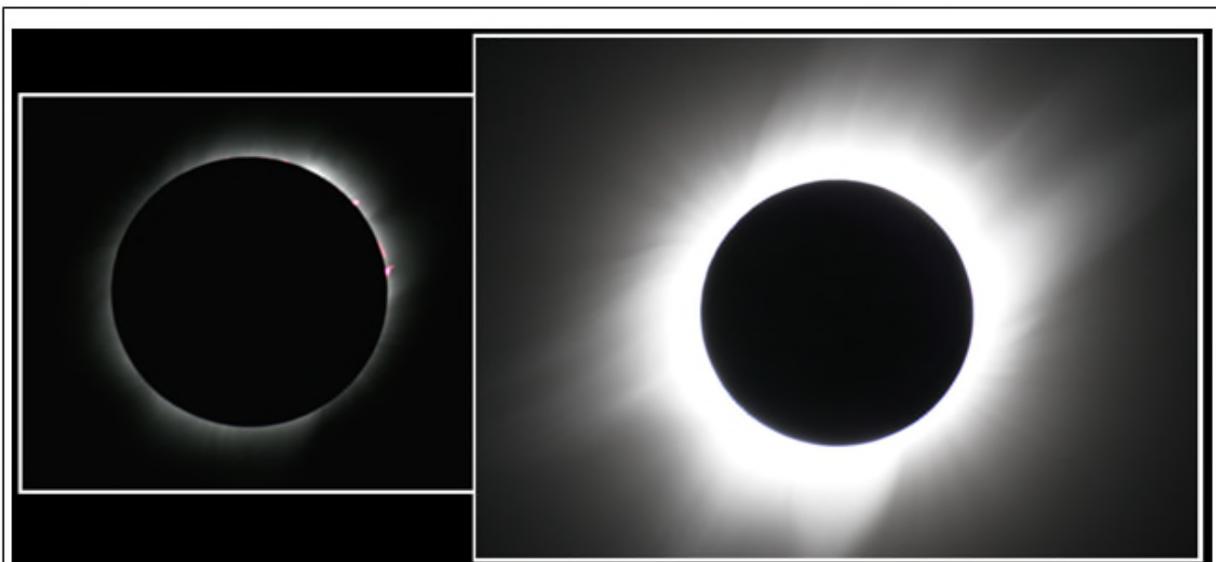


Fig. 50 – Eclisse totale di Sole del 29 marzo 2006 / Deserto libico. A sinistra: corona interna ripresa con una posa molto corta (si intravedono ancora alcune protuberanze). A destra: la massima estensione della corona fotografata con esposizioni più lunghe (le protuberanze ovviamente con sono più visibili)

Durante la totalità è possibile notare che protuberanze visibili all'inizio di questa fase scompaiono con il progredire della stessa (Fig. 51), e allo stesso tempo compaiono in un'altra posizione protuberanze che non erano osservabili all'inizio della totalità stessa. Questo effetto è riconducibile al fatto che in una eclisse totale di Sole, le dimensioni del disco lunare sono maggiori di quello solare e le protuberanze (e la cromosfera) per quanto ovvio sono visibili solo quando il bordo della Luna e del Sole sono tangenti: pertanto da una parte all'inizio della totalità e dall'altra alla fine.

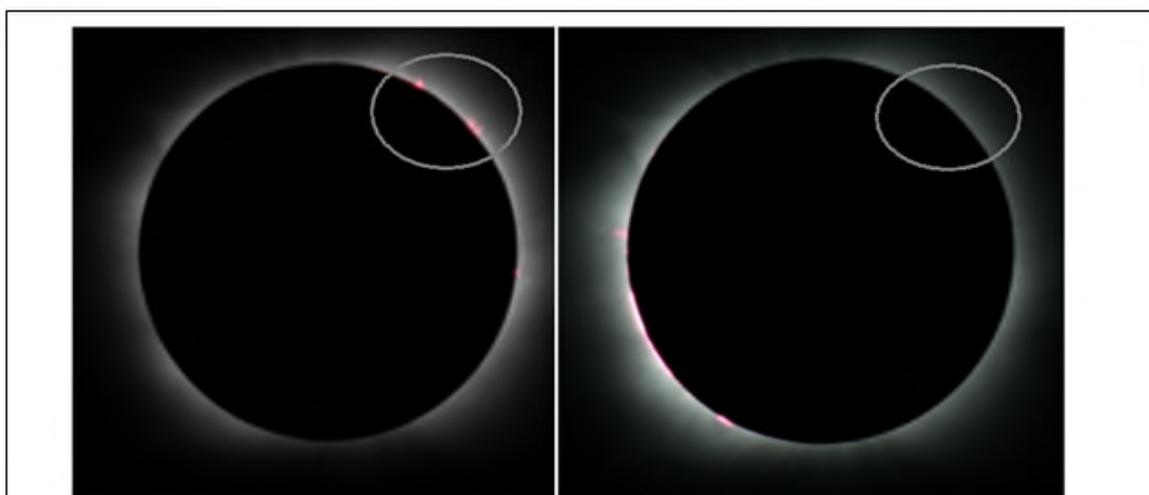
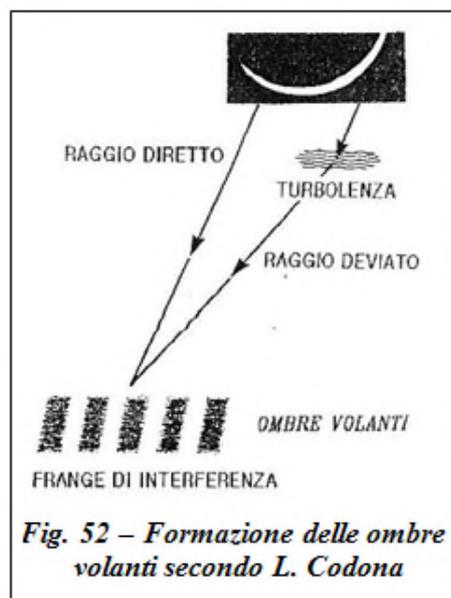


Fig. 51 – Eclisse totale di Sole dell'11 Luglio 2010 (Isola di Pasqua / Cile). Le protuberanze visibili all'inizio della totalità nell'immagine di sinistra scompaiono lentamente e progressivamente dietro al disco lunare che ha dimensioni più grandi di quello solare. Nell'immagine di destra le protuberanze in questione sono "scomparse": ne appaiono altre in basso a sinistra nel momento in cui il bordo del Sole diventa tangente a quello della Luna negli ultimi istanti della totalità.

Effetti secondari osservabili durante una eclisse totale di Sole

Oltre alla ovvia diminuzione di luminosità ambientale ed al particolare comportamento manifestato da alcuni animali, durante l'eclisse totale di Sole sono osservabili anche i seguenti effetti secondari.

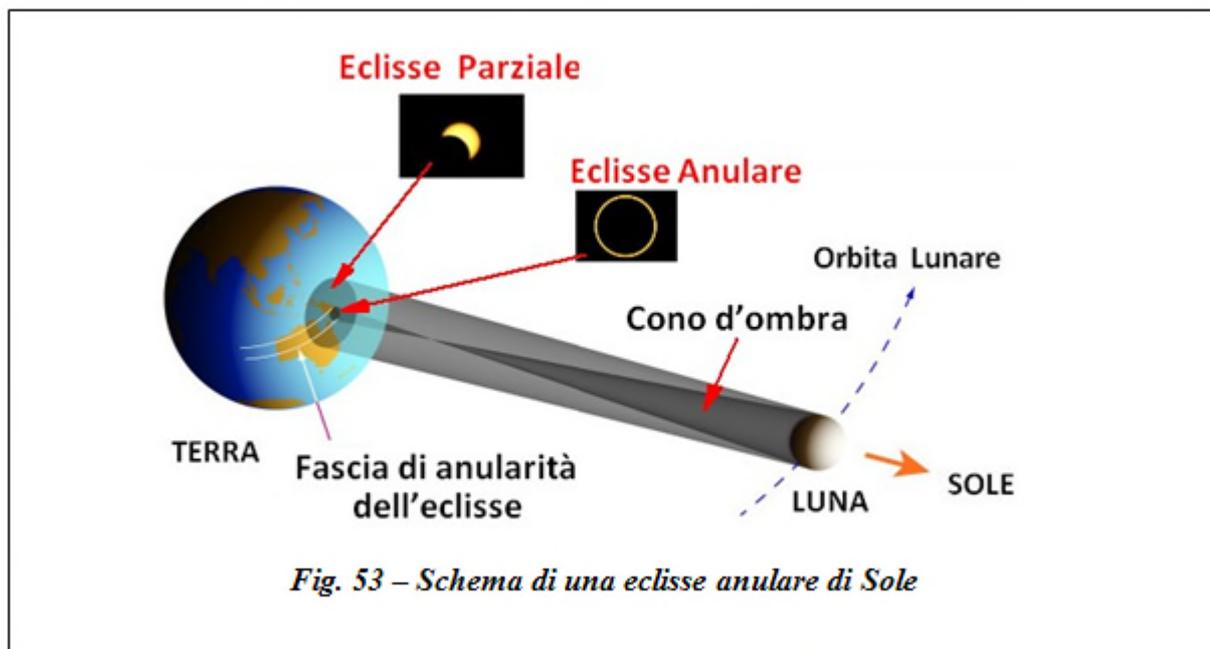
- Prima della totalità si può percepire *l'oscuramento dell'ambiente* nella direzione dalla quale si avvicina l'ombra della Luna sul suolo rispetto al luogo di osservazione: questo effetto è sempre affascinante in quanto la luce molto particolare di questi momenti rende il paesaggio irreali. La stessa percezione si verifica a fine totalità, ovviamente nella direzione opposta.
- Si avverte un sensibile *calo della temperatura* dovuta alla progressiva diminuzione dell'irraggiamento solare nelle zone interessate dall'evento. A titolo esemplificativo durante l'eclisse totale dell'11 agosto 1999 si registrò un abbassamento termico di 6.4°.
- L'abbassamento della temperatura avviene ovviamente anche nell'atmosfera, con l'effetto di produrre spostamenti d'aria che generano il cosiddetto "*vento dell'eclisse*" causato proprio dalla differenza di temperatura tra le masse d'aria circostanti e quelle che via via si raffreddano nel cerchio della totalità che si sposta sulla superficie terrestre.
- Le cosiddette *ombre volanti*, ovvero un fenomeno ottico visibile ad occhio nudo che avviene solo per pochi istanti sul suolo terrestre, immediatamente prima e immediatamente dopo la fase di totalità. Si tratta di lunghissime e sottili ombre ondulate e parallele in rapidissimo movimento su tutto il suolo terrestre. Si ritiene che le ombre volanti siano fenomeni dovuti all'interferenza degli ultimi raggi di sole prima dell'eclisse con gli strati atmosferici sopra di noi di differente densità e per di più disturbati da venti e correnti di diversa velocità. Le ombre volanti sono visibili solo quando gli strati "non omogenei" dell'atmosfera sono illuminati da una sorgente luminosa poco estesa, proprio come gli ultimi spicchi di sole prima dell'eclisse. E' molto difficile vedere le ombre volanti perché si muovono molto velocemente e perché hanno un contrasto poco marcato. Per tentare di vederle si consiglia stendere al suolo un lenzuolo bianco (o qualcosa del genere) che funga praticamente da schermo. L'unica foto nota di ombre volanti risale alla lontana eclisse del 7 Marzo 1970, quando il Rev. S.E.Hastillo riprese la parete di legno della sua casa in Nord Carolina per poi eseguire stampe ad alto contrasto: come risultato, tutta la parete apparve solcata da bande scure larghe 2-3 cm, distanziate 10-15 cm e inclinate di 45° rispetto alla verticale. Durante l'eclisse del 16 Febbraio 1980 L. Marchall ne realizzò la prima registrazione fotoelettrica determinando sia l'intensità delle singole bande (2% rispetto alla luce ambiente) sia la loro persistenza (circa 1/2 sec). L'unica trattazione teorica completa fu pubblicata nel 1987 dal giovane ricercatore L. Codona, il quale osservò che il fenomeno sembrava verificarsi più facilmente con maggiore turbolenza atmosferica e con una minore altezza del Sole eclissato sull'orizzonte. Intuì così che per effetto della turbolenza i raggi provenienti dall'ultima falce di Sole venivano deviati su percorsi leggermente diversi prima di arrivare al suolo, che avrebbero raggiunto leggermente sfasati in frequenza, con la conseguente formazione di bande di interferenza chiare e scure (Fig. 52). Siccome il processo è dinamico (la Luna si muove, le turbolenze atmosferiche cambiano di continuo) queste bande di interferenza non sono statiche ma in continuo movimento: per questo vengono chiamate '*ombre volanti*'.



Eclisse Anulare di Sole

Si parla di *eclisse ANULARE di Sole* quando al verificarsi dell'evento "Sole – Luna – Terra" si trovano in pratica perfettamente allineati, e la Luna sia abbastanza distante alla Terra in modo che le sue dimensioni appaiano minori di quelle del disco solare.

In questo caso il cono d'ombra generato dalla Luna non riesce a raggiungere la superficie terrestre e pertanto nel momento del perfetto allineamento tra "Terra – Luna – Sole" rimane sempre visibile un sottile cerchio di Sole attorno al disco lunare. Anche questo tipo di eclisse è osservabile lungo una fascia che si distende sulla superficie terrestre e che in questo caso viene chiamata "fascia di anularità", al di fuori della quale l'eclisse è sempre percepita come parziale o addirittura invisibile (Fig. 53).



In fig. 54 è mostrata la sequenza tipica di una eclisse anulare di Sole: dato che la Luna non copre



Fig. 54 – Le varie fasi di una eclisse anulare di Sole: come si può notare il Sole non viene mai completamente coperto dal disco lunare.

mai completamente il Sole, possiamo affermare che si tratta di una eclisse parziale molto caratteristica dal punto di vista geometrico. In ogni caso una eclisse anulare va osservata con gli appositi filtri protettivi per tutta la sua durata e non mostra tutti gli elementi spettacolari visibili durante la fase culminante di una eclisse totale di Sole.

Eclisse di Sole Ibrida

Si parla di *eclisse di Sole IBRIDA* quando al verificarsi dell'evento "Sole – Luna – Terra" si trovano perfettamente allineati, e la Luna si trova a quella precisa distanza dalla Terra per cui le sue dimensioni appaiano identiche a quelle del disco solare.

In questo caso il cono d'ombra generato dalla Luna raggiunge la superficie terrestre proprio con il suo vertice: essendo identiche le dimensioni apparenti della Luna e del Sole si assisterà in pratica ad una eclisse totale della durata un istante o poco più: in quel momento il bordo nero del disco lunare sarà circondato a 360° dalla cromosfera e dalle eventuali protuberanze presenti sul Sole! Considerate le condizioni necessarie perché si verifichi, una eclisse di Sole ibrida (Fig. 55) è ovviamente molto rara, ed offre pochissimo tempo per la sua osservazione e fotografia.



Fig. 55 – Eclisse di Sole ibrida verificatasi l'8 aprile 2005.

Mentre da una parte del bordo lunare appare ancora l'anello di diamante, si vedono già le protuberanze che circondano a 360° il profilo nero della Luna

Durante la totalità di una eclisse ibrida, il disco lunare è completamente circondato dalla cromosfera e dalle protuberanze solari: questo fatto può accadere soltanto nel momento in cui Luna e Sole hanno esattamente le stesse dimensioni apparenti.



Quanto può durare una eclisse di Sole?

Il dato che ci permette di capire quanto durerà una eclisse di Sole è definito come “**MAGNITUDINE DELL’ECLISSE**”.

Quando ci si riferisce ad una **eclisse parziale**, la magnitudine esprime in percentuale la massima occultazione del diametro del Sole da parte del disco lunare. L’eclisse parziale di Sole del 4 gennaio 2011 ad esempio, era caratterizzata da una magnitudine $\text{Mag.} = 0.8576$ (Fig. 56): ciò significa che nel momento culminante dell’evento la Luna arrivava a coprire oltre l’85% del diametro solare. L’altro dato più significativo per una eclisse parziale è l’orario nel quale si verifica la massima occultazione del Sole, relativa appunto alla magnitudine caratteristica dell’evento.

In ogni caso la durata di una eclisse parziale di Sole è direttamente proporzionale alla magnitudine che la contraddistingue. Anche il grado di oscuramento dell’ambiente e l’abbassamento della temperatura (e quindi la possibilità che si generi un vento d’eclisse) sono direttamente proporzionali alla **magnitudine “m”**, che può essere compresa tra 0 e 100: per quanto ovvio questi due valori sono da escludere in quanto per $m = 0$ non si verifica alcuna eclisse, mentre se $m = 100$ si ricade nel caso dell’eclisse totale, trattato di seguito.

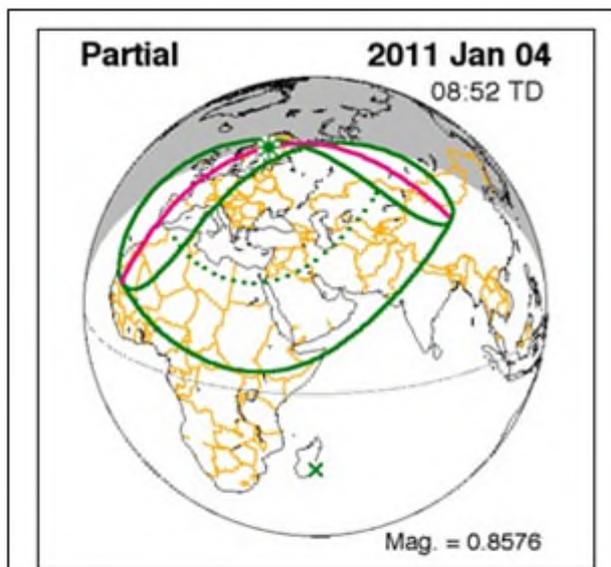


Fig. 56. - L’eclisse parziale di Sole del 4 Gen. 2011 aveva una magnitudine pari a 0,8576

Per le **eclissi di Sole Totali, Anulari e Ibride** che comportano il perfetto allineamento tra Terra, Luna e Sole la **magnitudine “m”** viene invece espressa dal semplice rapporto tra le dimensioni apparenti del diametro lunare e del diametro solare. Possiamo pertanto affermare che

$$m = \frac{\text{Diametro apparente LUNA}}{\text{Diametro apparente SOLE}}$$

La situazione che si intuisce con maggiore immediatezza è quella dell’**eclisse IBRIDA**, che si può verificare solo quando al momento dell’evento i due astri interessati hanno esattamente le stesse dimensioni apparenti e quindi anche lo stesso diametro apparente. **Per l’eclisse ibrida** avremo pertanto

$$m = 1$$

con una durata della totalità che, come già accennato, è praticamente istantanea.

L' eclisse **TOTALE** si verifica invece quando le dimensioni apparenti della Luna sono maggiori di quelle del Sole, che quindi può essere completamente occultato. In questo caso avremo pertanto

$$m > 1$$

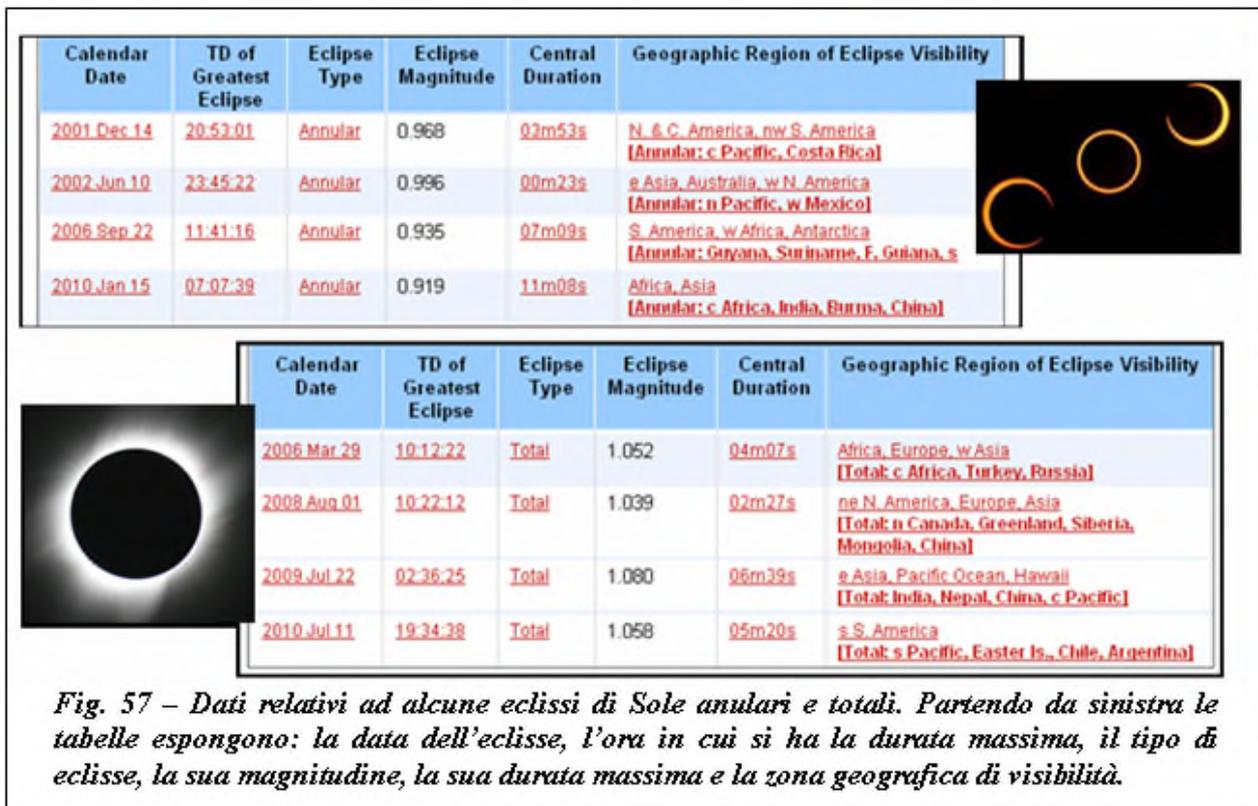
con la durata dell'evento direttamente proporzionale ad "m": maggiori saranno le dimensioni apparenti della Luna rispetto al Sole, maggiore sarà il tempo che il disco solare impiegherà per spostarsi dal secondo contatto (inizio della totalità) al terzo contatto riemergendo dietro al profilo della Luna (fine della totalità).

L' eclisse **ANULARE** necessita invece dei presupposti contrari, in quanto si verifica quando la Luna appare più piccola del Sole. Nel qual caso avremo

$$m < 1$$

con la durata dell'evento inversamente proporzionale ad "m": tanto minori saranno infatti le dimensioni apparenti della Luna, tanto maggiore sarà il tempo che il suo disco impiegherà per attraversare quello del Sole passando dal secondo contatto (inizio anularità) al terzo contatto (fine anularità).

La tabella riportata in Fig. 57 (ricavata in rete dal sito dedicato "NASA Eclipse Web Site" (<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html>) ci consente di mettere in relazione la magnitudine di alcune eclissi anulari (sopra) e totali (sotto) con la loro durata massima, confermando quanto appena esposto.



Anche osservando le figure 14 (pag. 18) e 34 (pag. 35) possiamo ben comprendere per quale motivo:

- l'eclisse totale ha durata massima quando al verificarsi dell'evento la Terra si trova all'afelio (minime dimensioni apparenti del Sole) e contemporaneamente la Luna si trova al perigeo (massime dimensioni della Luna). In queste condizioni **l'eclisse totale può raggiungere una durata massima di 7 minuti e 30 secondi.**
- l'eclisse anulare ha durata massima quando al verificarsi dell'evento la Terra si trova al perielio (massime dimensioni apparenti del Sole) e contemporaneamente la Luna si trova all'apogeo (minime dimensioni della Luna). In queste condizioni **l'eclisse anulare può raggiungere una durata massima di 12 minuti..**

COME OSSERVARE UNA ECLISSE DI SOLE

Un'eclisse totale di Sole è probabilmente l'evento astronomico più spettacolare al quale si possa assistere: anche per questo motivo negli ultimi anni c'è stato un interesse crescente nell'osservazione delle eclissi, e migliaia di appassionati (sia professionisti che astrofili, piuttosto che semplici curiosi) attraversano il globo per osservare e fotografare questo fenomeno.

Un'eclisse di Sole è molto interessante anche dal punto di vista didattico, in quanto offre la rara opportunità di assistere ad un fenomeno naturale che illustra i principi di base della matematica e delle scienze che sono insegnate nella scuola di primo e di secondo grado; l'osservazione dell'esatto istante del contatto in diverse località lungo la fascia dell'eclisse è utile per perfezionare le nostre conoscenze sui moti orbitale della Terra e della Luna.

Peraltro, molti scienziati (inclusi alcuni astronomi) sono stati ispirati allo studio delle scienze proprio dopo aver vissuto l'esperienza di una eclisse totale di Sole! Le eclissi possono essere utilizzate per mostrare come le leggi della meccanica e la matematica legata ai moti orbitali consentono di prevedere in anticipo il loro verificarsi. L'uso non passivo di un telescopio o di un binocolo per osservare una eclisse ci permettono anche di apprezzare le caratteristiche ottiche degli strumenti stessi e – volendo riprendere il fenomeno - di misurarci con problematiche molto particolari per quanto concerne la fotografia . L'aumento e la diminuzione della luce ambientale durante una eclisse illustra principi della radiometria e della fotometria; ai biologi è invece offerta la possibilità di verificare le particolari reazioni legate a modifiche ambientali inattese che si manifestano nel comportamento delle piante e degli animali.

Tuttavia, ***l'osservazione di una eclisse può essere pericolosa se non si prendono le adeguate precauzioni***. La radiazione solare che raggiunge la superficie della Terra va dalla radiazione ultravioletta (UV) con una lunghezza d'onda più lunga dei 290 nm, alle onde radio dall'ampiezza dell'ordine del metro. I tessuti dell'occhio trasmettono alla retina gran parte della radiazione compresa tra 380 e 1400 nm. Mentre è ormai noto che l'esposizione ambientale ai raggi UV contribuisce ad accelerare l'invecchiamento degli strati più esterni dell'occhio e a sviluppare la cataratta, il risultato di una non corretta osservazione del Sole nel corso dell'eclisse è la "cecità da eclisse", ovvero l'ustione della retina.

L'esposizione della retina a una luce intensa nella banda del visibile, danneggia i suoi sensori visivi (le cellule dei coni e dei bastoncelli). La luce scatena una serie di complesse reazioni chimiche tra le cellule che inibiscono la loro possibilità di rispondere agli stimoli visuali, e in casi estremi, le possono distruggere. Il risultato è la perdita della funzione visiva che può essere sia temporanea che permanente, in funzione della gravità del danno subito. Quando una persona guarda il Sole ripetutamente o per molto tempo senza una adeguata protezione per gli occhi, il danno foto-chimico alla retina può essere accompagnato da una lesione termica: l'elevata intensità della radiazione nel visibile e nel vicino infrarosso causa un tale riscaldamento che cuoce letteralmente i tessuti esposti. Questo danno termico (o foto-coagulazione) distrugge i coni e i bastoncelli, creando una piccola area di cecità. Il pericolo per la vista è rilevante perché il danno apportato dalle radiazioni alla retina si verifica senza alcuna sensazione di dolore (non ci sono ricettori del dolore nella retina), e le conseguenze nella percezione delle immagini vengono rilevate anche diverse ore dopo l'inconveniente.

L'unico momento in cui il Sole può essere osservato senza pericolo ad occhio nudo è la fase della totalità, quando la Luna copre completamente il disco del Sole. ***Guardare senza adeguate precauzioni un'eclisse anulare o parziale, o comunque le fasi parziali di un'eclisse totale, presenta sempre dei rischi***. Anche quando risulta oscurato il 99% della superficie solare (fotosfera), la minima parte scoperta è sempre abbastanza luminosa da causare un'ustione alla retina, anche quando il livello di illuminazione è comparabile a quello del crepuscolo.

Il mancato rispetto delle regole di una corretta osservazione si può tradurre in un danno permanente all'occhio o in una grave perdita della vista.

Per guardare senza strumenti il Sole parzialmente o interamente scoperto in maniera sicura si utilizzano fondamentalmente due metodi:

- l'impiego di **appositi filtri**, normalmente realizzati in mylar alluminato e appositamente prodotti da ditte specializzate per uso astronomico (nella versione più comoda vengono forniti proprio a forma di occhialini)
- la **proiezione attraverso un foro** per formare una immagine del Sole su uno schermo posto a circa un metro dietro l'apertura. Utilizzando un cartone con più fori si ottengono gruppi di immagini del Sole: i fori possono essere disposti a piacere per ottenere anche effetti particolari e gradevoli (Fig. 58).

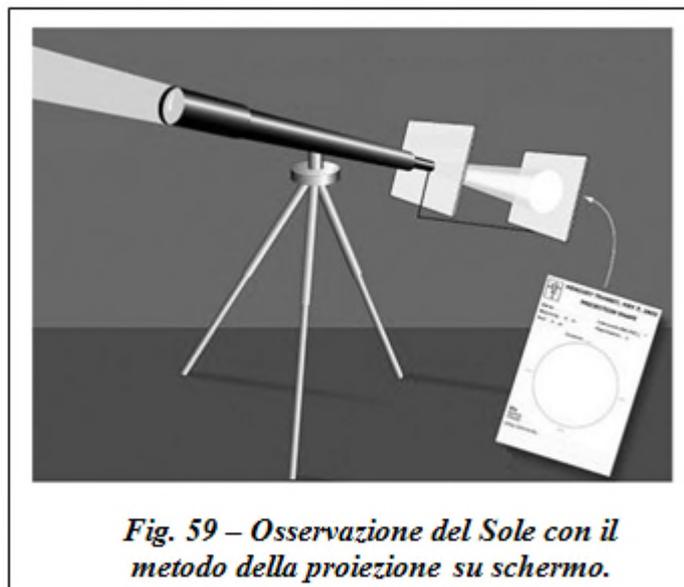


Oltre ai filtri commercializzati, per l'osservazione diretta del Sole è possibile utilizzare protezioni più facilmente reperibili, prestando ovviamente la massima attenzione ad utilizzarli con tutte le cautele del caso:

- ❑ tra i filtri più sicuri per l'uso in questione c'è il **vetro da saldatore** (facilmente acquistabile in una rivendita al dettaglio di utensileria) che abbia un indice di opacità compreso tra 12 e 14.
- ❑ diversi osservatori usano allo scopo **uno o due strati di pellicola in bianco e nero esposta alla luce intensa e sviluppata alla massima densità**. L'argento metallico contenuto nell'emulsione funge efficacemente da filtro protettivo. Alcune delle più recenti emulsioni in bianco e nero sono confezionate con bagni di colore al posto dell'argento, e non sono sicure.

Nella categoria dei **filtri inaffidabili** ricadono tutte le pellicole a colori, quelle in bianco e nero che non contengono argento, i negativi che riproducono immagini (raggi "X" e istantanee), i vetri affumicati, gli occhiali da Sole (anche se più paia sovrapposti), i filtri fotografici a densità neutra e i filtri polarizzatori. La maggior parte di essi trasmette una elevata quantità di radiazione infrarossa invisibile che può causare una ustione termica della retina. Il fatto che il Sole appaia pallido o che non si percepisca disagio guardando il Sole attraverso un filtro, non è garanzia di sicurezza per gli occhi.

Anche osservando il Sole e le eclissi con **binocoli e piccoli telescopi** (possibilmente montati su cavalletto o treppiede per eliminare qualsiasi tipo di vibrazione) si può operare senza filtri ricorrendo alla proiezione dell'immagine ingrandita su uno schermo bianco. Questo sistema è agevole nel caso in cui si voglia offrire a un gruppo di osservatori una visione sicura delle fasi parziali di una eclisse, ma diventa difficilmente gestibile nel momento in cui – sopraggiungendo la totalità – si debbano cambiare completamente e molto velocemente le modalità di osservazione. La proiezione su schermo (Fig. 59) per osservare le eclissi è pertanto da limitare alle eclissi parziali o anulari, durante le quali abbiamo sempre una porzione di Sole non coperta dalla Luna.



Per l'osservazione delle eclissi totali con binocoli e piccoli telescopi è sicuramente più agevole utilizzare gli appositi filtri che possono essere rimossi istantaneamente appena prima della totalità, per essere ricollocati immediatamente al termine della totalità stessa.

E' importantissimo sottolineare che con le apparecchiature ottiche (es. binocolo, telescopio, macchina fotografica) si devono utilizzare esclusivamente filtri appositamente realizzati allo scopo, da montare nella parte anteriore dello strumento (per intenderci verso il Sole).

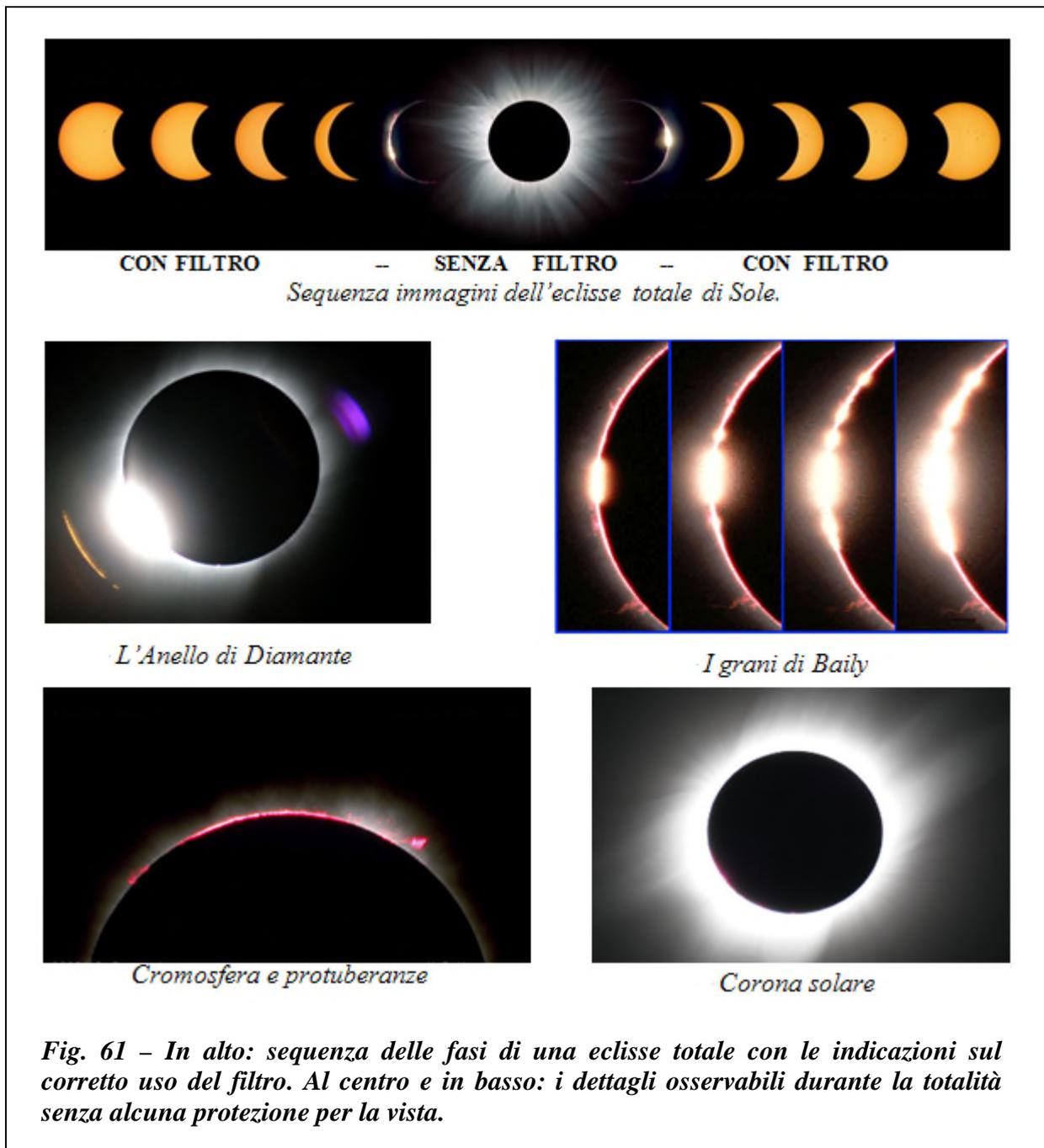
Filtri di questo tipo vengono detti “a tutta apertura” (Fig. 60) e sono prodotti utilizzando il già citato mylar alluminato o appositi vetri: in entrambi i casi questi filtri lasciano passare circa 1 / 10.000 della radiazione solare complessiva.



I filtri solari da avvitare sugli oculari che vengono spesso forniti con telescopi economici sono inaffidabili e soprattutto molto pericolosi, in quanto la luce del Sole in questa configurazione

raggiunge il filtro dopo essere stata amplificata dall'obiettivo dello strumento. A causa dell'elevata temperatura indotta dalla messa a fuoco del disco solare ingrandito, il vetro di questi filtri si può spaccare improvvisamente e il danno alla retina a tali temperature spesso si verifica in una frazione di tempo inferiore a quella impiegata dall'osservatore per togliere l'occhio dall'oculare: **assolutamente da evitare.**

A dispetto di tutte le precauzioni di cui si è detto, la fase totale può e deve essere osservata senza alcun filtro. La visione senza filtri ad occhio nudo (o attraverso binocoli e telescopi) della totalità non solo è completamente sicura, ma è anche realmente ed assolutamente meravigliosa! Nei pochi minuti di totalità si possono osservare eventi tanto emozionanti quanto rapidi e sfuggenti nel loro evolversi. Per questo motivo è necessaria una buona preparazione teorica che – già sapendo cosa dovrà accadere e cosa potremo vedere – ci consentirà di gustare appieno l'evento, durante il quale appariranno dettagli del Sole mai visibili in condizioni normali (Fig. 61).



COME FOTOGRAFARE UNA ECLISSE DI SOLE

La fotografia di una eclisse anulare o parziale (ivi comprese le fasi parziali di una eclisse totale) presenta difficoltà decisamente inferiori rispetto alla ripresa di una eclisse totale. Per fotografare porzioni anche minime di Sole non occultato, dovremo operare con gli stessi tempi di posa necessari per riprendere il Sole “pieno”: l’intensità luminosa per unità di superficie infatti è sempre la stessa e pertanto sarà la stessa anche l’esposizione necessaria per ottenere immagini corrette. Questo significa che per eclissi della specie, sia che si operi con fotocamere analogiche (ovvero a pellicola) che digitali abbiamo tutto il tempo di fare le prove sul Sole non eclissato per verificare i tempi di posa più adatti alla nostra strumentazione.

Per quanto riguarda la fotografia di una eclisse totale, le condizioni di ripresa cambiano drasticamente nel momento in cui bisogna togliere i filtri: ci si trova infatti ad operare su un soggetto con caratteristiche di luminosità uniche che non è possibile simulare per effettuare delle prove prima di vivere in diretta l’evento. Ricordiamo inoltre che la totalità dura pochissimi minuti nei quali gli eventi da riprendere, come abbiamo visto in precedenza, sono molteplici.

L’eclisse totale di Sole è senza dubbio il soggetto astronomico più difficile da riprendere, in quanto ci si gioca tutto nei pochi minuti della totalità senza possibilità di rimediare ad eventuali errori o contrattempi. Anche la galassia più elusiva da fotografare, in caso di insuccesso può essere rifotografata in date successive. Le stesse comete ci mettono a disposizione più serate per la documentazione del loro passaggio. **Nel caso di una eclisse totale, non esiste possibilità di replica.**

Per questo motivo la ripresa deve essere preparata con particolare cura ed attenzione. Le tabelle riportate di seguito sono di particolare supporto per quanto concerne:

- le ottiche da utilizzare;
- i tempi di posa sia per le camere analogiche che digitali.

Focal Length	Field of View (35mm)	Field of View (digital)	Size of Sun
14 mm	98° x 147°	65° x 98°	0.2 mm
20 mm	69° x 103°	46° x 69°	0.2 mm
28 mm	49° x 74°	33° x 49°	0.2 mm
35 mm	39° x 59°	26° x 39°	0.3 mm
50 mm	27° x 40°	18° x 28°	0.5 mm
105 mm	13° x 19°	9° x 13°	1.0 mm
200 mm	7° x 10°	5° x 7°	1.8 mm
400 mm	3.4° x 5.1°	2.3° x 3.4°	3.7 mm
500 mm	2.7° x 4.1°	1.8° x 2.8°	4.6 mm
1000 mm	1.4° x 2.1°	0.9° x 1.4°	9.2 mm
1500 mm	0.9° x 1.4°	0.6° x 0.9°	13.8 mm
2000 mm	0.7° x 1.0°	0.5° x 0.7°	18.4 mm

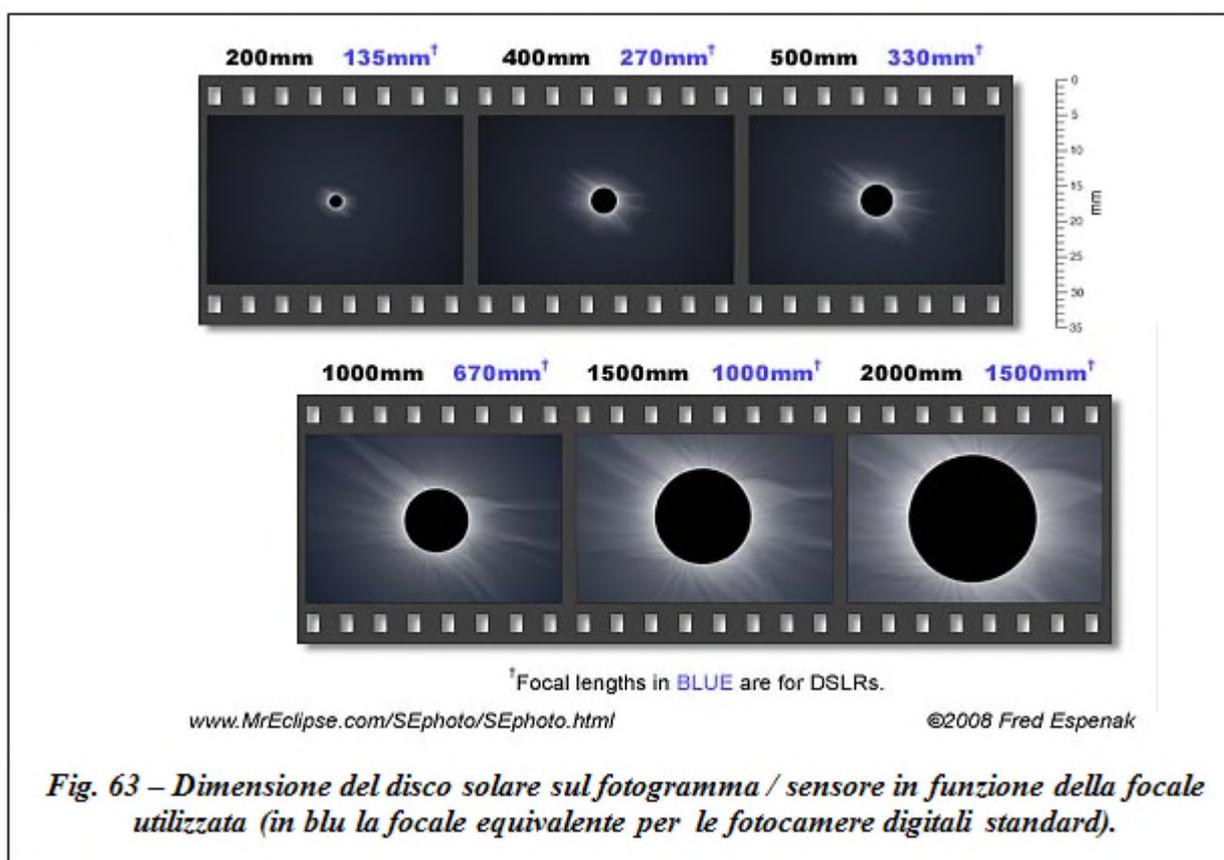
Size of Sun’s Image (mm) = Focal Length (mm) / 109

www.mreclipse.com/SEphoto/SEphoto.html ©2008 Fred Espenak

Fig.62 – Dimensione in millimetri del disco solare sul fotogramma / sensore in relazione alla focale utilizzata (l’ampiezza del campo inquadrato è fornito sia per le fotocamere 35mm a pellicola che per le fotocamere digitali). Tale valore si ottiene con buona approssimazione dividendo il valore della focale per il numero fisso 109.

In Fig. 62, a fianco di ogni possibile focale (focal length) compresa tra i 14 e i 2000mm, viene indicato in gradi l'ampiezza del campo inquadrato (Field of view) sia per la fotocamera analogica che per quella digitale, e le dimensioni del disco solare (Size of Sun) in millimetri sulla pellicola / sul sensore. Si può ottenere quest'ultimo dato anche dividendo il valore della lunghezza focale espresso in millimetri per 109. Per la fotografia digitale, il valore potrebbe richiedere una correzione secondo un particolare fattore di moltiplicazione caratteristico di ogni fotocamera.

La Fig. 63 rende con immediatezza visiva il concetto appena illustrato. Ci si rende conto come focali diverse servono ad evidenziare aspetti diversi del fenomeno: dovremo ad esempio utilizzare un ingrandimento più elevato per fotografare le protuberanze, mentre l'ingrandimento dovrà essere molto meno spinto per riuscire ad inquadrare tutta la corona solare.



In fig. 64 vengono invece esposti i tempi di posa corretti da utilizzare per ogni singolo aspetto che l'eclisse presenta. Per utilizzare correttamente questa tabella, è sufficiente individuare nel riquadro in alto a sinistra il valore ISO con il quale si sta lavorando e proseguire quindi verso destra fino ad individuare l'apertura del diaframma (o apertura relativa del telescopio). A questo punto basta scendere verso il basso per trovare tutti i valori consigliati per riprendere l'eclisse, indicati per ogni possibile fase. A titolo esemplificativo, se stiamo lavorando a 200 ISO di sensibilità con un diaframma aperto ad f/8, per mettere in evidenza le protuberanze solari (prominences) dovremo esporre per 1/2000 di secondo. Come si può notare, utilizzando una fotocamera digitale che ci consente di ottenere immagini "non sgranate" anche impostando una discreta sensibilità, potremo operare con tempi di posa abbastanza veloci tali da non richiedere obbligatoriamente l'impiego di una montatura motorizzata per tutti i dettagli da riprendere: questo

fatto è molto importante quando si deve programmare un viaggio aereo per recarsi nei luoghi interessati dall'eclisse.

I valori esposti sono sempre da considerare orientativi anche perché variabili come la trasparenza dell'aria, la foschia o eventuali velature sono elementi non quantificabili a priori che possono influire sul risultato finale in modo significativo.

ISO		f/Number								
25		1.4	2	2.8	4	5.6	8	11	16	22
50		2	2.8	4	5.6	8	11	16	22	32
100		2.8	4	5.6	8	11	16	22	32	44
200		4	5.6	8	11	16	22	32	44	64
400		5.6	8	11	16	22	32	44	64	88
800		8	11	16	22	32	44	64	88	128
1600		11	16	22	32	44	64	88	128	176

FASE DELL'ECLISSE	Q	TEMPO DI POSA								
Partial ¹ - 4.0 ND	11	—	—	—	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125
Partial ¹ - 5.0 ND	8	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15
Baily's Beads ²	11	—	—	—	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125
Chromosphere	10	—	—	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60
Prominences	9	—	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30
Corona - 0.1 Rs	7	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8
Corona - 0.2 Rs ³	5	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2
Corona - 0.5 Rs	3	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1 sec	2 sec
Corona - 1.0 Rs	1	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1 sec	2 sec	4 sec	8 sec
Corona - 2.0 Rs	0	1/15	1/8	1/4	1/2	1 sec	2 sec	4 sec	8 sec	15 sec
Corona - 4.0 Rs	-1	1/8	1/4	1/2	1 sec	2 sec	4 sec	8 sec	15 sec	30 sec
Corona - 8.0 Rs	-3	1/2	1 sec	2 sec	4 sec	8 sec	15 sec	30 sec	1 min	2 min

Fig. 64 – Tempi di posa indicativi da utilizzare nella ripresa di una eclisse di Sole in relazione alla sensibilità impostata, alla focale utilizzata ed alla fase dell'eclisse.

Abbreviazioni in Fig. 64:

- ND = filtro solare a densità neutra (tipo mylar);
- Rs = raggio solare

Richiami in Fig. 64:

- 1) i tempi di posa per una eclisse parziale sono gli stessi da utilizzare per una anulare;
- 2) i Grani di Baily evolvono con estrema rapidità;
- 3) questo tempo di posa è indicato per fotografare anche l'Anello di Diamante

I tempi di posa espressi in secondi consigliati in Fig. 64 sono stati calcolati con la seguente formula:

$$t = f^2 / (I \times 2^Q)$$

nella quale:

t = tempo di posa espresso in secondi;

f = il valore f/ di apertura del diaframma utilizzato (più è basso, più l'ottica è luminosa);

I = la sensibilità utilizzata in ISO;

Q = il fattore di luminosità relativo alla fase fotografata, così come espresso in tabella.

Il tempo di posa calcolato sarà:

- **direttamente proporzionale a f/** (meno luminosa è l'ottica, più sale il tempo di posa)
- **inversamente proporzionale a I e a Q** (più è elevata la sensibilità utilizzata e più è luminoso il soggetto, e più si abbrevia il tempo di posa).

Per meglio comprendere come debba essere impostato un programma di ripresa fotografica, nella tabella che segue viene indicata la cronologia dei vari eventi che l'eclisse totale presenta, con l'indicazione (durata) del lasso di tempo che abbiamo a disposizione per fotografarli.

FASE / EVENTO	DURATA	NOTE
Parzialità in ingresso	oltre 1 ora	con il filtro
Anello di Diamante in ingresso	pochi secondi, prima della totalità	senza filtro
Grani di Baily in ingresso	pochi secondi, prima della totalità	“
Cromosfera	durante la totalità – max. 7' 30”	“
Protuberanze	“	“
Corona solare	“	“
Cielo stellato	“	“
Grani di Baily in uscita	pochi secondi, dopo la totalità	“
Anello di Diamante in uscita	pochi secondi, dopo la totalità	“
Parzialità in uscita	oltre 1 ora	con il filtro

E' importante considerare che cromosfera, protuberanze e corona solare (più o meno estesa) sono sempre presenti e coesistono durante tutta la fase di totalità: sono i tempi di posa differenti che mettono in evidenza un elemento piuttosto che l'altro.

Altro elemento visibile durante la totalità è il **cielo stellato**, che richiede però l'utilizzo di ottiche dedicate a largo campo: in questo caso non è infatti importante ingrandire l'immagine dell'eclisse, ma riuscire ad inquadrare la più ampia porzione possibile di cielo. Considerando che durante la totalità non si raggiunge mai l'oscurità della notte, per riprendere questo aspetto è consigliabile utilizzare un grandangolo luminoso, collocato su cavalletto.

Un 28mm – ad esempio – può esporre anche fino a 30 secondi in postazione fissa (senza motore d'inseguimento) mantenendo puntiformi le immagini delle stelle. Con le pellicole di sensibilità elevata attualmente disponibili, questo tempo di posa è più che sufficiente per ottenere immagini d'effetto. Prestazioni ancora più spinte si possono ottenere con le fotocamere digitali.

Fotografia tradizionale e fotografia digitale

La ripresa dell'eclisse può essere effettuata sia con tecniche tradizionali (pellicola) che con la nuova tecnologia digitale.

Per quanto riguarda la pellicola, la tabella dei tempi di posa precedentemente esaminata è di enorme aiuto e garantisce ottimi risultati per quanto concerne la corretta durata delle esposizioni. **Usando la pellicola non è però possibile controllare le immagini riprese in tempo reale.** E' quindi necessario verificare tutti gli altri parametri con grande attenzione ad evitare – per esempio – di aver ripreso con tempi corretti immagini sfuocate!! Nel momento in cui ce ne accorgiamo, non si può ovviamente fare più nulla.

Se si opera con la digitale, bisogna considerare anche le caratteristiche peculiari del sensore utilizzato. Bisogna tenere ben presente che le condizioni che si verificano durante la totalità non sono riproducibili in nessun modo e pertanto è impossibile effettuare prove prima di vivere in diretta l'evento. La fotografia digitale ha però il grosso vantaggio di offrire l'immediata visione dell'immagine ripresa, consentendoci di modificare in tempo reale i parametri utilizzati anche nel breve periodo di tempo che la totalità ci mette a disposizione.

Appare a questo punto evidente la complessità delle operazioni da eseguire in un tempo così breve come i pochi minuti che la totalità ci concede per fotografare eventi molteplici, che oltretutto richiedono tempi di posa e focali differenti. Per cimentarsi nella ripresa di una eclisse totale di Sole è fondamentale ed indispensabile curare con molta attenzione i seguenti aspetti :

- ❑ l'organizzazione del lavoro che si vuole eseguire;
- ❑ una preparazione molto accurata della strumentazione;
- ❑ l'effettuazione di prove simulate delle operazioni da svolgere durante la fase di totalità.

Come organizzare le riprese fotografiche

L'attività fotografica da svolgere durante l'eclisse non può certamente essere improvvisata, e deve essere preparata con particolare attenzione, soprattutto per sapere come ci si dovrà muovere durante la totalità.

Bisogna innanzitutto predisporre un elenco di tutte le operazioni da effettuare per preparare la strumentazione (messa a fuoco, pellicole / flash cards, batterie, collegamenti elettrici, filtri, ecc...): ogni particolare deve essere verificato prima che cominci l'eclisse.

E' molto importante preparare una scaletta con la sequenza degli scatti programmati e dei relativi di tempi di posa (e comunque comprensiva di ogni manovra da effettuare). Dovremo tenere questa scaletta a portata di mano seguendola scrupolosamente nei momenti cruciali. Nei pochi minuti di totalità infatti la concentrazione sulla strumentazione è massima e non c'è assolutamente tempo per pensare a quali immagini riprendere: tutto deve già essere pianificato.

Bisogna anche considerare che assistere per la prima volta ad una eclisse totale di Sole può provocare emozioni molto forti, in grado di pregiudicare la concentrazione necessaria per riuscire a documentare l'evento. Mi è accaduto personalmente ad Aruba, ed in maniera veramente inaspettata:

essere consapevoli di questa eventualità aiuta moltissimo a superare il momento di forte emozione che sopraggiunge soprattutto alla prima esperienza del genere.

Il programma di ripresa può essere approntato per un singolo operatore o per un gruppo, e ovviamente l'impostazione sarà molto diversa a seconda dei casi.

Nel caso di **un singolo operatore**, bisogna rendersi conto che non sarà possibile riprendere tutti gli aspetti che l'eclisse totale presenta: nei pochi minuti di totalità non si può certo pretendere di cambiare ottiche e pellicole. Sarà necessario fare delle scelte a priori concentrandosi sugli aspetti ritenuti più interessanti ed organizzando le riprese in tal senso.

Nel caso di un **gruppo** ben affiatato, ci si può invece organizzare in maniera tale che ogni operatore si dedichi a determinati aspetti del fenomeno, riuscendo così ad ottenere alla fine una documentazione completa dell'evento (senza escludere – per esempio – anche una ripresa filmata o la rilevazione degli effetti ambientali).

Per garantire un buon risultato finale e soprattutto per evitare sorprese sgradevoli, è molto importante cercare di **prevedere qualsiasi inconveniente ritenuto possibile**. Il verificarsi di un imprevisto non ci deve mai cogliere di sorpresa, ma dovremo sempre essere pronti ad intervenire velocemente mettendo in atto soluzioni già preparate e memorizzate.

Nella più sfortunata delle ipotesi – è cioè nel caso in cui qualcosa ci impedisca di seguire il programma fotografico che avevamo predisposto – non ci lasceremo prendere dallo sconforto del momento e cercheremo comunque di incamerare un **risultato minimo, possibilmente di qualità**: meglio poche immagini ben riuscite che tante non significative, o peggio ancora nulla!!

La messa a punto della strumentazione

Gli aspetti appena considerati circa l'organizzazione delle riprese fotografiche, ci fanno capire quanto sia importante la messa a punto della apparecchiature che dovremo utilizzare. Cercheremo di contenere al minimo la strumentazione anche in funzione del viaggio da affrontare, ma tutto quello che decideremo di portare con noi dovrà essere verificato in ogni sua parte sia per l'affidabilità che per l'efficienza. Controlleremo - ovviamente prima della partenza - che ogni componente funzioni correttamente.

Anche in questo caso è opportuno preparare con discreto anticipo un **elenco scritto**:

- di **tutta la strumentazione che ci serve**, ad evitare che nella frenesia della partenza si possa dimenticare qualche accessorio fondamentale e poi non reperibile sul luogo dell'osservazione;
- di **tutte le manovre e i controlli da effettuare per preparare l'attrezzatura** in modo che sia tutto veramente pronto per l'inizio dell'eclisse.

Questi accorgimenti possono apparire fuori luogo, ma sono dettati dall'esperienza e tengono conto anche dell'emozione che normalmente cresce più si avvicina il momento della totalità .

Altro aspetto estremamente importante è la **perfetta conoscenza delle nostre apparecchiature**: per ogni intervento da effettuare in momenti critici, è indispensabile sapere dove dobbiamo mettere le

mani e quali manovre compiere. Durante la totalità non c'è sicuramente il tempo di consultare un libretto di istruzioni o di metterci a cercare una batteria che non riusciamo a trovare. Questo aspetto è da tenere in considerazione specie per quanto concerne il software delle fotocamere digitali, considerando altresì che la tecnologia digitale è piuttosto recente ed è stata sperimentata soltanto sulle ultime eclissi che hanno fornito le prime indicazioni utili, come di seguito illustrato.

Prove da effettuare prime di riprendere una eclisse di Sole

Oltre alla verifica di tutta la strumentazione a cui si è precedentemente accennato, è molto consigliabile effettuare alcuni ulteriori controlli che aumentano le nostre possibilità di ottenere buoni risultati. In particolare:

□ tempi di posa

La messa a punto è essenziale per le fotocamere tradizionali, per le quali non è possibile vedere l'immagine ripresa in tempo reale. Sia per la pellicola che per il digitale, si consiglia di effettuare le prove fotografando il Sole pieno con gli appositi filtri: in ogni caso saranno poi da utilizzare i tempi di posa indicati nella tabella riprodotta in precedenza.

L'esperienza maturata nel 2005, 2006, 2008, 2009 e 2010 mi ha consentito di ottenere immagini digitali ben calibrate con i seguenti tempi di posa, operando a f/5.6 e ISO 800:

- **Sole pieno / parzialità: 1/5000 sec. (con filtro Astrosolar);**
- **Anello di Diamante : 1/1000 sec;**
- **Cromosfera / Grani di Baily: 1/8000 – 1/5000 sec;**
- **Protuberanze: 1/5000 – 1/1000 sec;**
- **Corona: 1/1000 (corona interna) – 1/15 sec (corona esterna)**

□ vibrazioni

Le fotografie dell'eclisse, oltre ad essere scattate con tempi di posa corretti, non devono evidenziare il cosiddetto "effetto mosso", che può essere causato:

- da tempi di posa corretti per la luminosità del soggetto, ma che per il rapporto tra la sensibilità e l'ingrandimento utilizzati risultano troppo lunghi, così da evidenziare il moto apparente del Sole e della Luna. In questo si può intervenire:
 - ✓ ricorrendo ad una montatura equatoriale motorizzata (valutando la possibilità del trasporto e dell'alimentazione) che annulla il moto apparente degli astri;
 - ✓ abbassando il tempo di esposizione e incrementando di conseguenza il valore ISO utilizzato, e/o impiegando un'ottica più luminosa;
- da cavalletti / montature troppo leggeri rispetto alla strumentazione che devono sostenere, così da risultare troppo sensibili ad elementi di disturbo quali il

movimento dello specchietto della macchina fotografica in fase di scatto o una leggerissima brezza. Una volta verificato che non si stia esagerando con il carico della strumentazione, in questo caso non resta altra soluzione che procurarsi un cavalletto / montatura adeguati.

Questi tipo di messa a punto è essenziale sia per le fotocamere tradizionali che per le digitali.

□ **eseguitività del programma fotografico predisposto**

Una volta soddisfatti tutti gli aspetti tecnici fin qui illustrati, sarà anche opportuno verificare che il programma fotografico messo a punto per la totalità (o anularità) sia compatibile con i tempi del fenomeno da riprendere (ricordiamoci che le eclissi di Sole totali e anulari non hanno sempre la stessa durata nella fase culminante). E' sufficiente simulare l'operatività programmata per renderci conto se stiamo lavorando in accordo con i tempi dell'evento. In caso contrario dovremo apportare delle variazioni al nostro programma, finché non otterremo il risultato voluto.

□ **test finale**

La prova integrale di tutto quello che ci siamo preposti di fare nei pochi minuti della fase centrale diventa indispensabile per acquisire tutti gli automatismi che ci permetteranno di muoverci con sicurezza durante l'eclisse, mettendo anche in evidenza eventuali passaggi delicati o critici del programma di ripresa. Si consiglia di provare più volte come se ci si trovasse veramente davanti all'eclisse, fino a quando non ci si sentirà sicuri di ogni azione da effettuare. Prove di questo genere sono ancora più importanti quando si lavora in gruppo.

Osservazione o fotografia?

E' sicuramente una scelta da fare a priori. Certo la sola osservazione consente di gustare appieno il fenomeno sul momento senza essere distratti da altri impegni, ma non ci potrà dare la soddisfazione di qualche immagine scattata proprio mentre stavamo vivendo l'emozione dell'eclisse.

Anche chi decide di dedicarsi alla fotografia, difficilmente può rinunciare a qualche istante di osservazione: bisogna però fare in modo che lo strumento per l'osservazione sia a portata di mano senza rischiare in ogni modo di compromettere il programma di ripresa.



Fig. 65 – Verifica della strumentazione prima dell'eclisse totale di Sole del 1 Ago. 2008 ripresa da Barnaul (Siberia / Russia).

ECLISSE DI SOLE: LA SCELTA DEL SITO OSSERVATIVO

Al verificarsi di una eclisse totale di Sole, il luogo in cui recarsi per osservare l'evento deve essere scelto nell'ambito della fascia di totalità (Fig. 66).

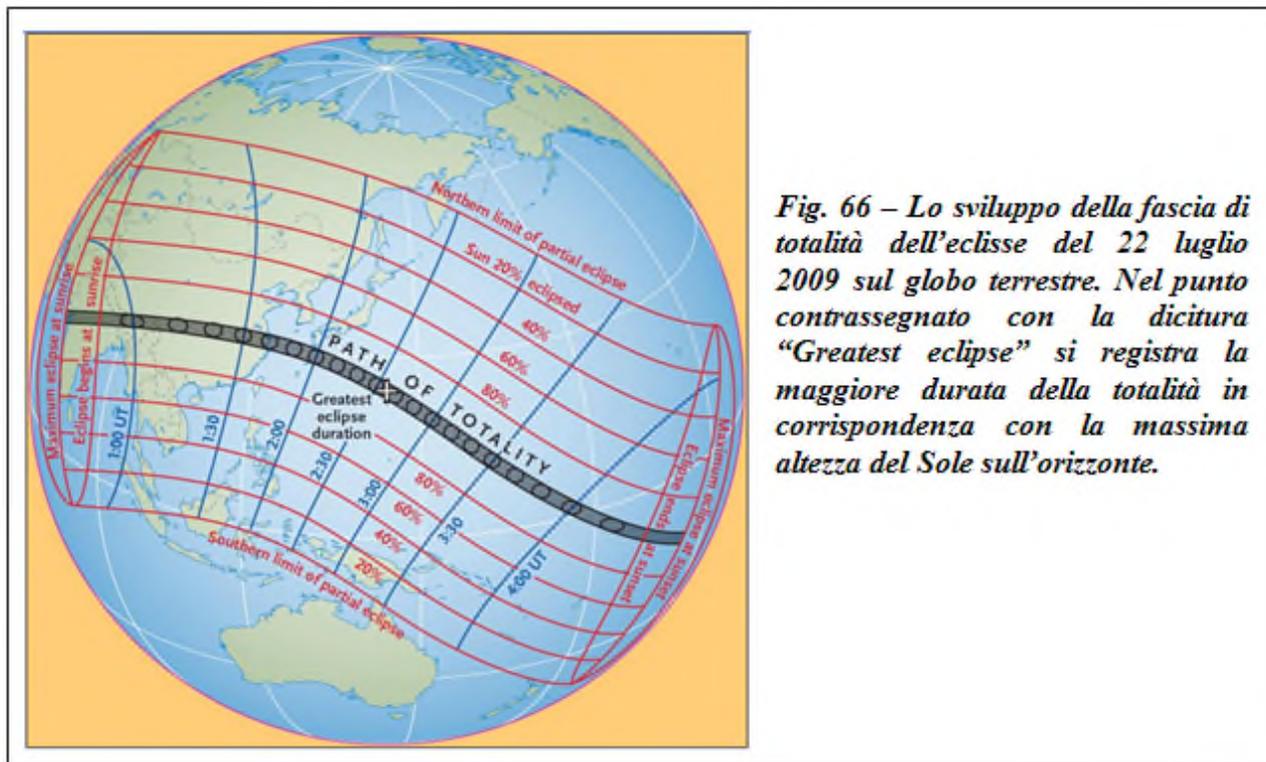


Fig. 66 – Lo sviluppo della fascia di totalità dell'eclisse del 22 luglio 2009 sul globo terrestre. Nel punto contrassegnato con la dicitura "Greatest eclipse" si registra la maggiore durata della totalità in corrispondenza con la massima altezza del Sole sull'orizzonte.

La scelta della località dalla quale osservare l'evento astronomico va effettuata tenendo in considerazione – a parità di altre condizioni - i seguenti aspetti:

❑ **l'aspetto logistico del viaggio:**

se la fascia della totalità attraversa diverse località raggiungibili, va ovviamente tenuto in considerazione anche l'aspetto turistico. Il viaggio per osservare l'eclisse diventa anche un momento culturalmente interessante o di svago in relazione ai luoghi visitati.

Il mezzo di trasporto prescelto (aereo, nave o auto) condiziona certamente il tipo di strumentazione da trasportare: aspetto da non trascurare assolutamente per avere a disposizione comunque un set di apparecchiature completo per il risultato che ci si propone di raggiungere.

❑ **il tipo di osservazione (visuale o fotografica) che si vuole effettuare:**

nel caso si voglia osservare solo visualmente, è infatti possibile optare anche per siti in mare aperto (crociera) privilegiando al caso zone particolarmente favorite dal punto di vista meteorologico. Volendo fotografare l'eclisse, diventa preferibile (se non indispensabile) una postazione sulla terra ferma.

❑ **le previsioni meteorologiche:**

il viaggio deve essere normalmente organizzato con parecchio anticipo sulla data dell'evento, e pertanto non è solitamente possibile basarsi su previsioni meteo dell'ultimo momento. La scelta del luogo di osservazione viene pertanto effettuata – da questo punto di vista – affidandosi a previsioni meteorologiche statistiche elaborate su dati raccolti anno dopo anno, riferite alla stessa località.

Questo tipo di previsione non può dare certezze sulle condizioni meteo nel momento dell'eclisse (in una località dove c'è il 70% di giornate serene può sempre piovere se si cade nel restante 30% di giornate, e viceversa), ma fornisce una percentuale attendibile sulla effettiva probabilità di osservare l'eclisse (Fig. 67).

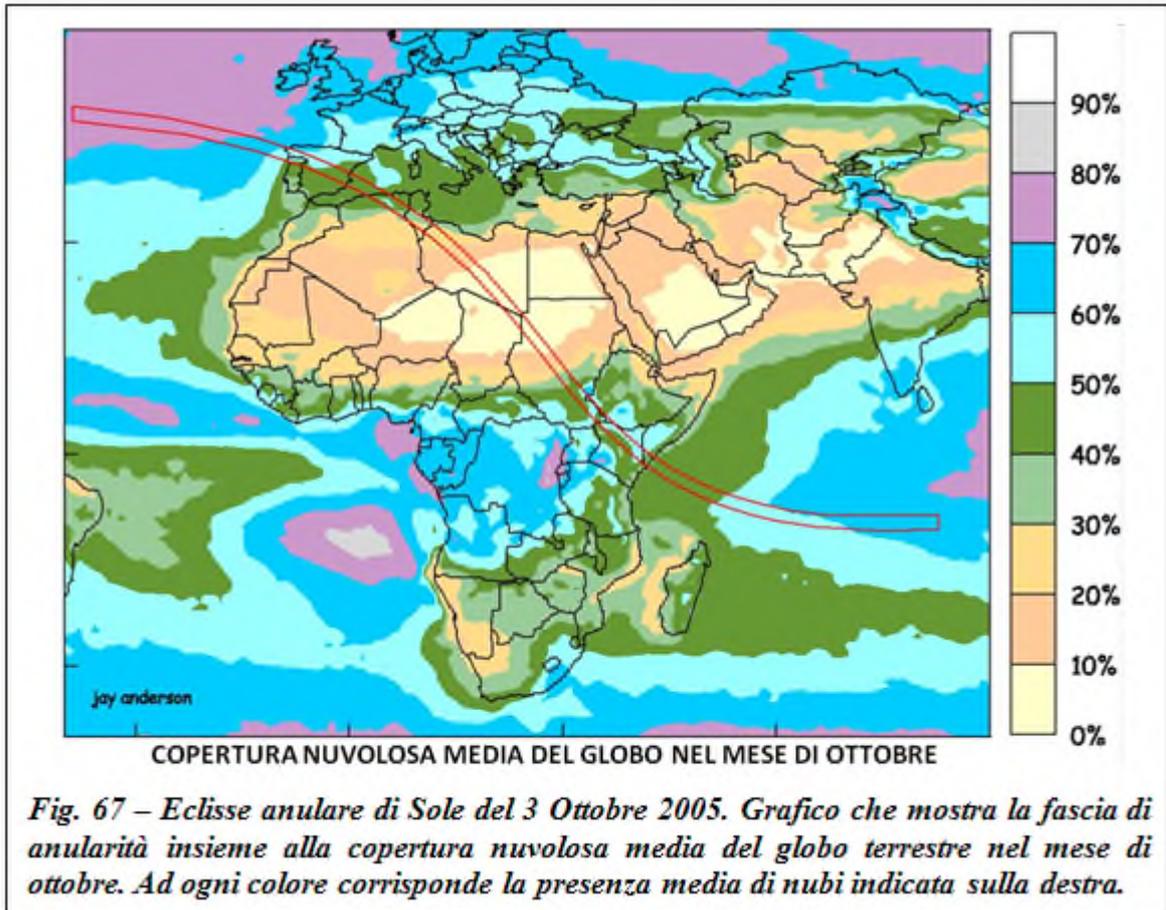


Fig. 67 – Eclisse anulare di Sole del 3 Ottobre 2005. Grafico che mostra la fascia di anularità insieme alla copertura nuvolosa media del globo terrestre nel mese di ottobre. Ad ogni colore corrisponde la presenza media di nubi indicata sulla destra.

Quando mi sono recato in Austria per l'eclisse totale del 11 agosto 1999, pur scegliendo una località con buone previsioni meteo per il periodo (Graz), nella giornata dell'eclisse si è sviluppato un fronte occluso molto raro per la stagione che mi ha obbligato a montare il telescopio sotto la pioggia. Il tempo però è poi migliorato proprio nelle zone contraddistinte dalle previsioni statistiche migliori, consentendo la ripresa dell'evento in quella sola regione dell'Austria.

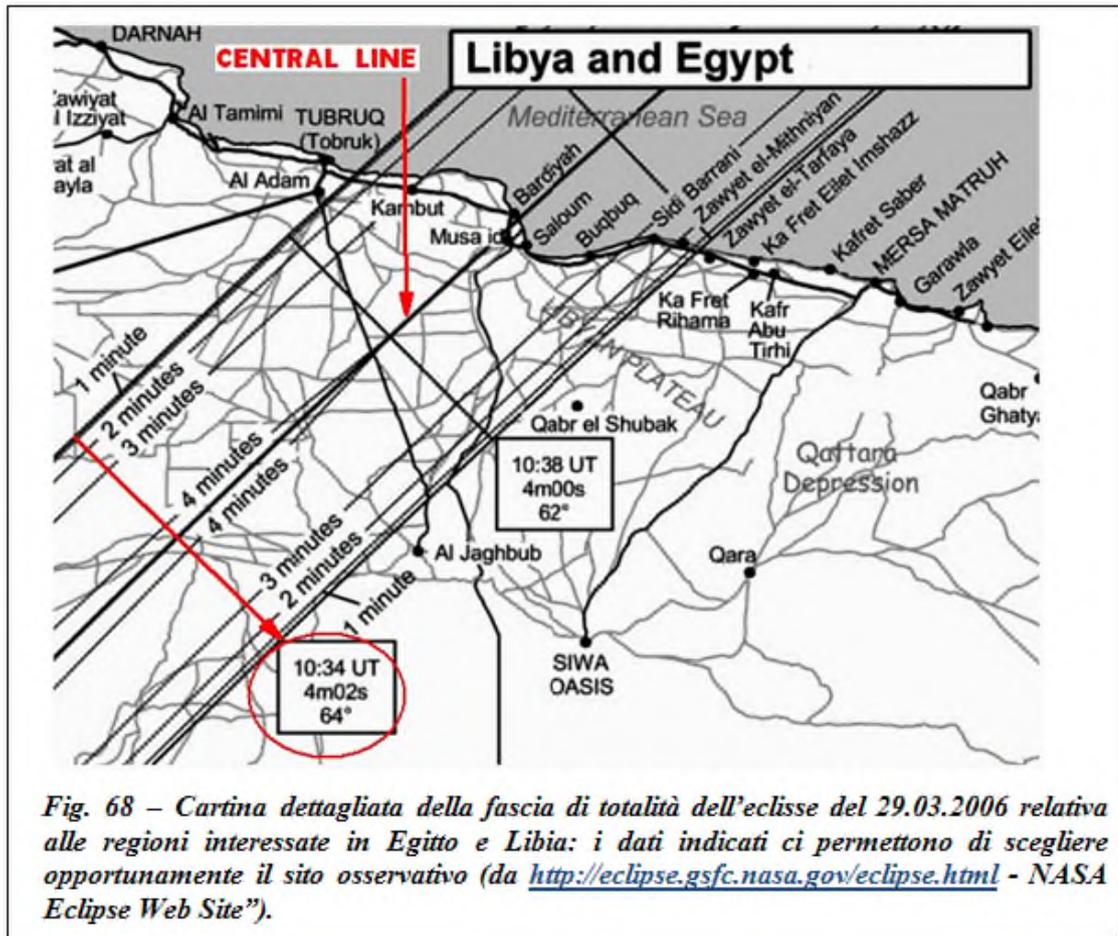
□ **la durata dell'eclisse:**

la **durata massima** dell'evento si ha nel **punto centrale dell'eclisse** (Greatest Eclipse), dove il Sole viene anche a trovarsi alla massima altezza sull'orizzonte. Le eclissi non hanno tutte la stessa durata massima, in quanto questo valore dipende dalla **magnitudine** dell'evento (rilevabile tra i vari dati che descrivono il fenomeno – vedi pag. 50).

Per stabilire la durata dell'evento nel punto di osservazione prescelto, bisogna interpretare correttamente le cartine che vengono appositamente elaborate.

La fascia che corre sul suolo terrestre delimita la zona nella quale l'eclisse è visibile come totale (o anulare), e viene normalmente chiamata **fascia della totalità (o anularità)**. Le linee parallele all'interno di tale fascia uniscono i punti di uguale durata dell'eclisse: come si può notare (Fig. 68), a parità di tempo dell'eclisse (segmenti perpendicolari alla Central Line) la durata dell'eclisse è massima sulla Central Line e decresce avvicinandosi ai bordi della fascia di totalità; al di fuori dei bordi, l'eclisse non

sarà più osservabile come totale, ma diventerà parziale. Le tabelle riportate in corrispondenza di ogni segmento perpendicolare, espongono i dati per quella posizione: l'orario espresso in tempo universale, la durata dell'eclisse e l'altezza del sole sull'orizzonte.



□ **l'altezza del sole sull'orizzonte al momento dell'osservazione:**

il dato è rilevabile dalle tabelle come si è appena descritto. E' un fattore importante perché, in caso di un cielo con nubi sparse e sprazzi di sereno, per un semplice fattore prospettico più ci alziamo sull'orizzonte maggiori sono le probabilità di poter osservare in aree libere. In Fig. 69 le nubi sono uniformemente distribuite in cielo: solo per effetto della prospettiva sembrano essere ammassate



avvicinandosi allo zenit. Va inoltre tenuto in considerazione che più il Sole è alto sull'orizzonte, meno strati di atmosfera attraversa l'immagine che stiamo riprendendo, risultando quindi meno attenuata in relazione ai tempi di posa da utilizzare.

IL CICLO DI SAROS

(Periodicità e previsione delle eclissi)

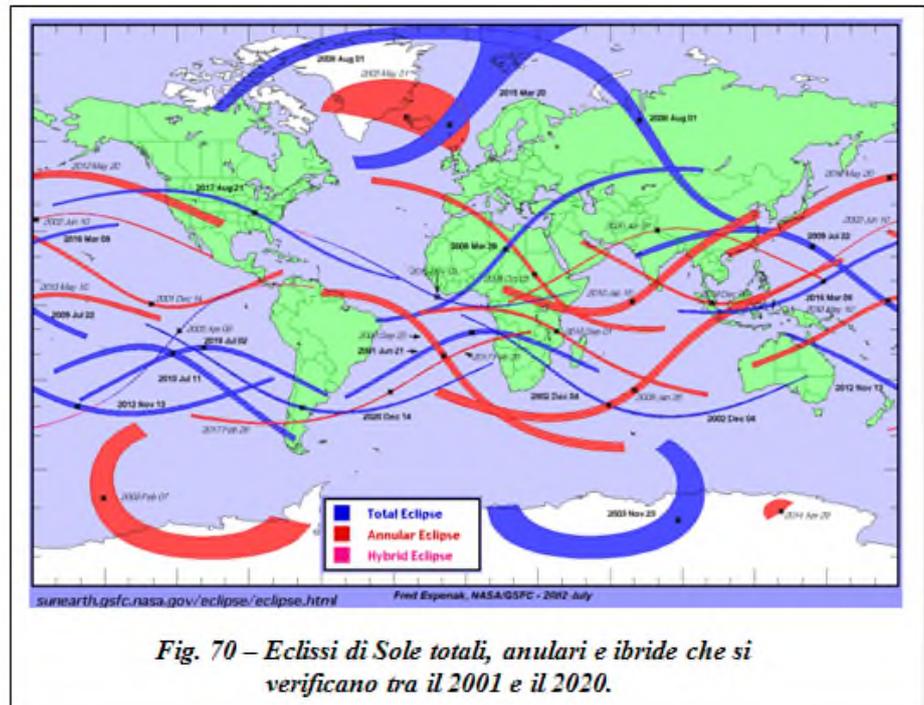
Le eclissi costituiscono uno dei tanti fenomeni periodici del cielo. Quelle di Sole, per esempio, si ripetono almeno due volte all'anno, a distanza di poco meno di sei mesi l'una dall'altra. Tuttavia, non si vedono mai due eclissi simili ogni 6 mesi.

Perché avvenga una eclisse, è necessario che si verifichino contemporaneamente due condizioni: che il Sole si trovi in prossimità di uno dei nodi e che la Luna sia nuova (eclisse di Sole) o piena (eclisse di Luna); ma altri parametri (come la posizione della Terra e della Luna nelle rispettive orbite, la zona di visibilità dell'eclisse dalla Terra, l'allineamento Terra-Luna-Sole, etc.) non saranno esattamente gli stessi. Nel meccanismo delle eclissi entrano infatti in gioco tre periodi diversi:

- le fasi della Luna (che si ripetono ogni 29.5 giorni, periodo detto *mese sinodico*);
- l'intervallo fra due passaggi della Luna allo stesso nodo della sua orbita (27.2 giorni, periodo detto *mese draconitico*);
- l'intervallo fra due successivi passaggi del Sole allo stesso nodo (346.6 giorni, periodo detto *anno delle eclissi*).

Affinché le eclissi si ripetano con le stesse identiche circostanze, è pertanto necessario che questi tre periodi ritornino esattamente a combaciare l'uno con l'altro. Già gli antichi astronomi Caldei oltre 2500 anni fa notarono che questo avveniva all'incirca ogni 6585.3 giorni, cioè ogni circa 18 anni e 10 o 11 giorni. Questo periodo corrisponde infatti a circa 223 mesi sinodici, a 242 mesi draconitici e a circa 19 anni delle eclissi. Le eclissi quindi si ripetono simili ogni 18.031 anni, periodo che viene detto comunemente *ciclo di Saros* (cioè "ripetizione"). Ogni ciclo di Saros è contrassegnato da un numero, per esempio l'eclisse dell'11 agosto 1999 appartiene al Saros 145.

Tuttavia nemmeno il ciclo di Saros è perfetto: 223 mesi sinodici non corrispondono esattamente a 242 mesi draconitici, ma ne differiscono per pochi minuti. Dopo 18.031 anni da un'eclisse, quindi, la Luna si troverà in una posizione leggermente diversa: calcoli più recenti hanno stabilito che i cicli di Saros sono raggruppati in serie della durata di 1315 anni, che presentano una maggiore regolarità. La precisione raggiunta nei calcoli consente di calcolare le eclissi per moltissima anni a venire: la Fig. 70 mostra le zone del globo terrestre interessate dalle eclissi di Sole (parziali escluse) nel periodo 2001 – 2020.



INSEGUENDO IL “SOLE NERO”

Alcune eclissi di Sole vissute in prima persona

La parte finale della relazione raccoglie mie esperienze personali relative ad alcune eclissi di Sole. La prima che ho potuto osservare direttamente è stata quella del 26 Febbraio 1998.

Aruba (Antille Olandesi) – Eclisse Totale di Sole del 26 Feb. 1998 GREATEST ECLIPSE 4' 09" / MAGNITUDINE 1.044

In fig. 71 è mostrato il percorso della fascia di totalità di questa eclisse: il luogo prescelto per l'osservazione è l'isola di Aruba (Antille Olandesi). Nel punto “Greatest Eclipse” (ovvero il momento in cui l'asse del cono d'ombra generato dalla Luna punta verso il centro della Terra) l'evento registrava una durata massima di 4' 09" (magnitudine 1,044), mentre Aruba sarebbe stata immersa nella totalità per 3' 09". Al tempo in cui le compagnie aeree non erano ancora così severe con il peso del bagaglio imbarcato in cabina, per riprendere l'eclisse ho utilizzato un teleobiettivo MTO da 100mm di apertura e 1000mm di focale (f/10), collocato in postazione fissa su di un treppiede molto stabile. La preparazione delle riprese è stata molto meticolosa proprio perché si trattava della prima esperienza del genere. E' anche da considerare che al tempo non erano ancora diffuse le fotocamere digitali, e pertanto ho utilizzato il supporto in diapositiva Scotch Chrome 800 – 3200, esposta per la sensibilità di 800 ISO che mi consentisse di fotografare tutta l'eclisse con tempi di posa che non richiedessero il moto di inseguimento orario. A proposito di

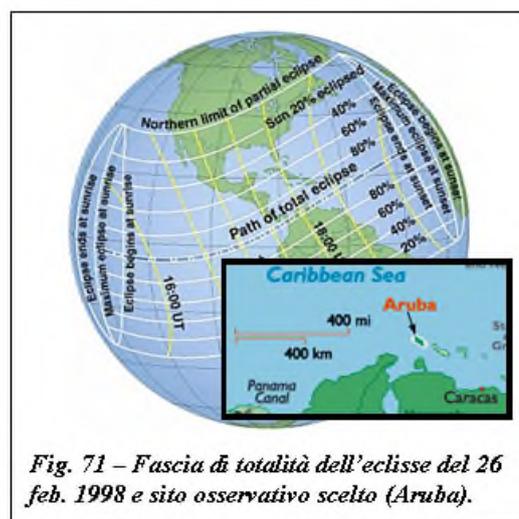


Fig. 71 – Fascia di totalità dell'eclisse del 26 feb. 1998 e sito osservativo scelto (Aruba).



Fig. 72 – Le caratteristiche abitazioni di Oranjestad, il principale centro abitato di Aruba

apparecchio da riascoltare in corrispondenza della fase culminante dell'eclisse, quando attraverso la reflex ho visto per la prima volta in vita mia le protuberanze e la corona solare, devo sinceramente ammettere di aver provato un'emozione fortissima che mi ha praticamente bloccato per una

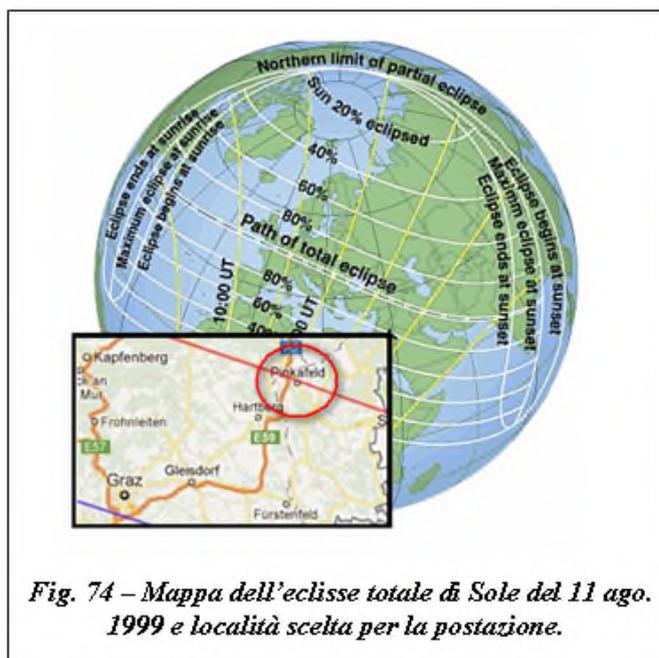
quindicina di lunghissimi secondi! Una volta superata l'emozione, mi è stato possibile riprendere le mie prime immagini di una eclisse totale di Sole (Fig. 73).



Graz - Pinkafeld (Austria) – Eclisse Totale di Sole del 11 Agosto 1999 GREATEST ECLIPSE 2' 23" / MAGNITUDINE 1.029

In fig. 74 è mostrato il percorso della fascia di totalità di questa eclisse: il luogo prescelto per l'osservazione è la località di Pinkafeld, alloggiando a Graz. Nel punto "Greatest Eclipse" l'evento registrava una durata massima di 2' 23" (magnitudine 1,029), solo due secondi in più rispetto al sito osservativo prescelto, abbastanza vicino all'Italia da consentire la programmazione di un viaggio in auto con la possibilità di caricare tutta la strumentazione più idonea senza troppi limiti di peso e di ingombro. L'eclisse infatti è stata ripresa con un telescopio Meade da 200 mm di apertura utilizzato a f/6.3, sempre abbinato a fotocamera analogica Yashica FX-3 e pellicola invertibile Scotch Chrome 800/3200 esposta a 800 ISO. Stesso programma di ripresa impostato per il precedente evento in Aruba (tenendo anche in considerazione che la totalità aveva qui una durata inferiore), con la possibilità di avere a disposizione un binocolo su cavalletto per l'osservazione diretta.

Questa eclisse è stata caratterizzata da un evento meteo veramente sfavorevole per il periodo: infatti proprio nei giorni dell'evento l'Europa è stata interessata da un fronte occluso molto intenso che ha portato nubi e precipitazioni anche forti lungo gran parte della fascia di totalità. A ovest dell'Austria l'eclisse è stata vista da pochissimi fortunati; anche a Pinkafeld la strumentazione è stata allestita sotto un telo per riparare il tutto dalla pioggia e solo pochi istanti prima dell'inizio il cielo fortunatamente si è

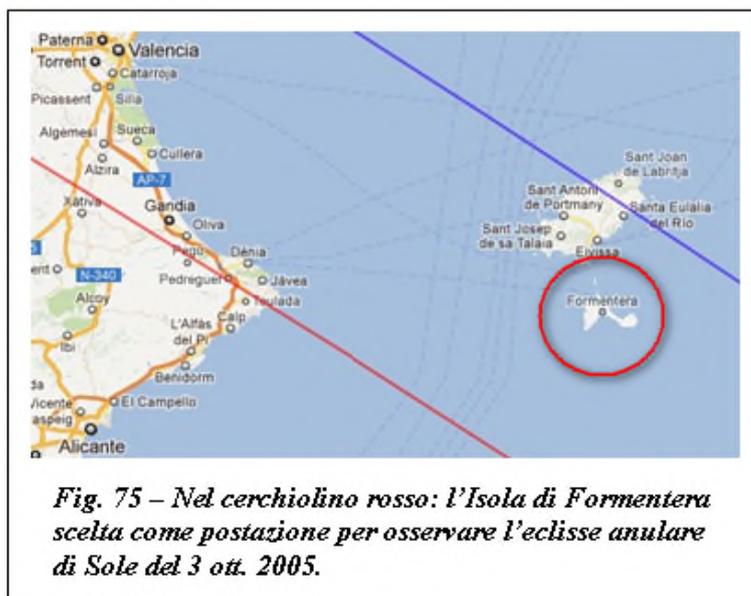


pulito lasciandoci osservare e fotografare praticamente tutta l'eclisse, caratterizzata da una protuberanza molto peculiare evidentemente “staccata” dal bordo solare (Fig. 75).



Formentera (Spagna) – Eclisse Anulare di Sole del 3 Ottobre 2005 **GREATEST ECLIPSE 4’ 32” / MAGNITUDINE 0.958**

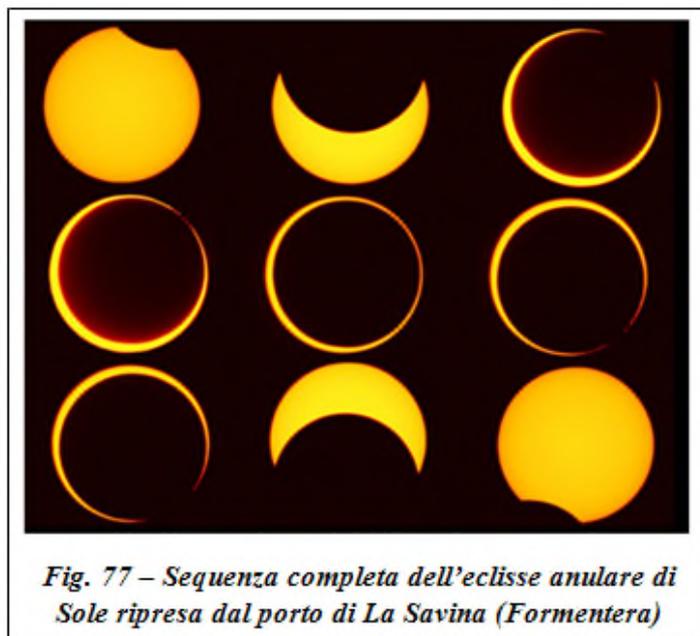
Nell’ambito della fascia di anularità propria di questo evento, è stata scelta l’isola di Formentera (Baleari / Spagna) come sito dal quale osservare l’eclisse (Fig. 75). Oltre a motivi di carattere turistico, le previsioni statistiche indicavano meno possibilità di copertura nuvolosa rispetto alla costa spagnola non molto distante. Nel punto “Greatest Eclipse” la durata massima della fase di anularità ha raggiunto i 4’ 32”, che per Formentera si riducevano a 3’ 16”. La sensibile riduzione di durata della fase centrale è anche dovuta al fatto che Formentera si trova ad una certa distanza dalla Center Line: è proprio per questo motivo che i bordi della Luna e del Sole nella fase culminante non sarebbero stati perfettamente concentrici. Le considerazioni di tipo meteorologico hanno certamente influenzato la scelta di Formentera come sito osservativo, anche in considerazione del fatto che trattandosi di eclisse anulare non si sarebbero visti i dettagli caratteristici di una eclisse totale, con conseguente notevole riduzione del programma fotografico. Come già accennato, l’eclisse anulare è in pratica una eclisse parziale con particolari caratteristiche geometriche: resta il fatto che durante l’evento c’è sempre una discreta porzione di Sole non coperta dalla Luna e bisogna quindi operare sempre con gli appositi filtri.



Per quanto mi riguarda, l'eclisse di Formentera segna il passaggio dalla fotocamera analogica a quella digitale: una Canon 20D equipaggiata con teleobiettivo Sigma Apo 170 / 500mm che ben si presta a diversi tipi di riprese di carattere astronomico.



Scelto come postazione il promontorio più a Sud dell'Isola e quindi più prossimo alla center Line (Cap de Barberia), a circa mezz'ora dal primo contatto le condizioni meteo inizialmente buone si sono decisamente guastate con il sopraggiungere di un temporale che stava interessando tutta la parte meridionale di Formentera (Fig. 76). Verso Nord le condizioni sembravano decisamente migliori e si è pertanto deciso di effettuare un rapido spostamento a La Savina, caricando sull'auto la strumentazione già pronta all'uso senza smontare nulla. Giunti al porto di La Savina è stato possibile riprendere tutta l'eclisse (Fig. 77), salvo qualche brevissimo intervallo concesso a rapidi passaggi di piccole nubi: sicuramente in questa situazione la fortuna ha giocato il suo ruolo, ma la scelta di utilizzare una strumentazione leggera e trasportabile oltre ad avere a disposizione un'auto, è stata sicuramente una scelta vincente!



Tobruk / deserto (Libia) – Eclisse Totale di Sole del 29 marzo 2006
GREATEST ECLIPSE 4' 07" / MAGNITUDINE 1.052

La fascia di totalità di questa eclisse attraversava tutto il deserto del Sahara da sud a nord prima di interessare la Libia e una piccola porzione dell'Egitto (Fig. 78). Ed è proprio nel deserto libico (nei pressi del confine egiziano) che gli organizzatori di una splendida crociera dedicata all'eclisse hanno deciso di allestire il campo osservativo: durata della totalità sul posto 3' 59". La crociera è

stata organizzata dalla nota rivista americana “Sky & Telescope” (<http://www.skyandtelescope.com/>) tramite il tour operator specializzato Teavel Quest (<http://www.travelquesttours.com/index.htm>), a bordo della motonave MSC Symphonia partita da Genova. A parte l’interessante itinerario seguito nel Mediterraneo (Napoli / Pompei – Siracusa – Alessandria / Cairo – Tobruk – Tripoli – Malta – Salerno / Costiera Amalfitana – Genova), l’esperienza è stata molto interessante dal punto di vista astronomico per le conferenze organizzate a bordo dai relatori di Sky & Telescope e della UAI (Unione Astrofili Italiani) pure imbarcati sulla stessa nave. Una volta attraccati a Tobruk (Libia) ci siamo addentrati nel deserto incontrando una strana e insolita nebbia che per oltre un’ora durante il trasferimento ha davvero lasciato temere il peggio. Il Sole è stato protagonista anche prima dell’eclisse in quanto con il suo calore ad un certo punto ha fatto svanire la nebbia lasciandoci vedere una distesa di pietre e sabbia a perdita d’occhio, sotto un cielo blu. La temperatura è salita fino a circa 38 gradi con il 18% di umidità creando condizioni ambientali incredibilmente gradevoli; oltre a tutto ciò il clima veramente amichevole con il quale siamo stati accolti, che ad un certo punto è diventato di festa ... in un accampamento che solo due giorni prima non c’era sperduto in mezzo al deserto.

Ad un certo punto gli occhi di tutti sono stati attratti dalla magia in programma, fino ad arrivare alla totalità, ad un tramonto che improvvisamente abbraccia tutto l’orizzonte salutato da urla di gioia, all’emozione di una corona a dir poco maestosa che si staglia su di un cielo blu notte con al centro la Luna colorata di un nero che non ho mai visto così intenso. Uno spettacolo indimenticabile alla fine del quale riusciamo solo abbracciare chi ci è vicino, non importa chi sia.

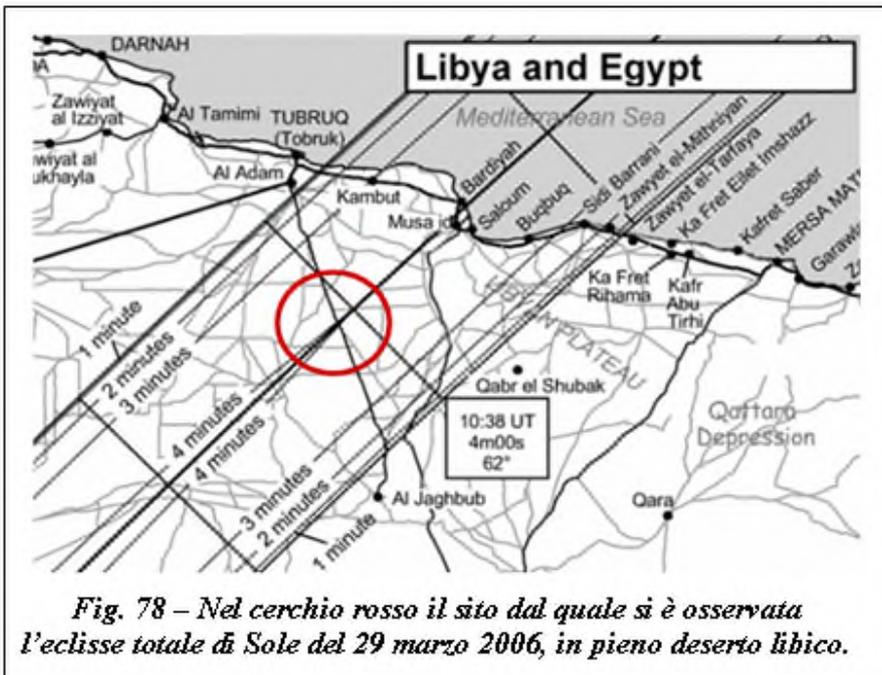


Fig. 78 – Nel cerchio rosso il sito dal quale si è osservata l’eclisse totale di Sole del 29 marzo 2006, in pieno deserto libico.



Fig. 79 –Eclisse totale di Sole del 29 marzo 2006 ripresa dal deserto libico:anello di diamante (a sinistra) e corona solare (a destra).

Strumentazione utilizzata: Canon 20D equipaggiata con teleobiettivo Sigma Apo 170 / 500mm su cavalletto in postazione fissa.

Barnaul (Siberia - Russia) – Eclisse Totale di Sole del 1 agosto 2008

GREATEST ECLIPSE 2' 27" / MAGNITUDINE 1.039

Il viaggio per osservare questa eclisse è stato organizzato dalla UAI (Unione Astrofili Italiani) che nell'ambito della fascia di totalità aveva scelto come sito osservativo la città di Barnaul (Fig. 80),



situata sul fiume Ob. Questo evento era caratterizzato da una durata massima di 2' 27" nel punto "Greatest Eclipse" e da una magnitudine di 1,039. Il lasso di tempo a disposizione per osservare e fotografare la totalità da Barnaul non superava i 2' 18". Anche in questa occasione purtroppo le previsioni meteo non erano delle migliori, tanto che il giorno prima dell'eclisse a Barnaul il cielo era completamente coperto da nubi con una temperatura che superava i 30° ed un tasso di umidità molto elevato. Avendo a nostra disposizione un autobus, siamo stati indecisi fino all'ultimo momento sull'opportunità di spostarci di un centinaio di chilometri verso nord, ma alla fine dopo aver consultato il meteo in tempo reale su internet abbiamo preferito rimanere a Barnaul. La decisione si è rivelata alquanto opportuna: la fase di totalità è iniziata con il Sole nascosto da una nube, ma in un

contesto di piccole nubi sparse che si spostavano molto velocemente e che quindi ci hanno permesso di osservare ancora una volta la magia del "Sole Nero". Una volta riusciti a vedere la fase culminante dell'eclisse, si può senz'altro affermare che è stato un "spettacolo nello spettacolo"

anche l'inizio della totalità dietro una nube che si è colorata di tonalità mai viste prima, così come l'ambiente circostante. Altrettanto emozionante veder uscire lentamente dalla nube il Sole totalmente eclissato con la corona (molto appariscente anche in questo caso) che piano piano prendeva forma e possesso di un cielo limpido color blu notte. Le colorite imprecazioni che hanno sottolineato l'inizio della totalità dietro una nube, hanno lasciato posto ad uno scrosciante applauso e alle grida liberatorie che salutavano la visione dell'eclisse totale (Fig. 81).



Anche in questa occasione è stato molto interessante il viaggio: lo stupore per gli abitanti di Barnaul che si chiedevano cosa ci facessero dei turisti proprio lì da loro dove non c'era nulla da vedere, ha preceduto le interessantissime visite di Mosca e di San Pietroburgo dove il cielo a mezzanotte era ancora colorato del tramonto. Strumentazione utilizzata: fotocamera digitale Canon 20D equipaggiata con teleobiettivo Sigma Apo 170 / 500mm in postazione fissa su cavalletto (Fig. 82) e filtro Astrosolar applicato davanti all'ottica per garantire la massima sicurezza durante le fasi



Fig. 82 – La strumentazione utilizzata per riprendere l'eclisse: fotocamera digitale Canon 20D, ottica Sigma Apo 170/500mm utilizzato a 500mm con filtro Astrosolar per le fasi parziali

parziali. Il filtro è stato posizionato in modo da poterlo rimuovere al sopraggiungere della totalità senza dover effettuare manovre che provochino pressione / sforzo sulla strumentazione così da non compromettere la messa a fuoco proprio all'inizio del momento più importante.

Anji (Cina) – Eclisse Totale di Sole del 22 luglio 2009

GREATEST ECLIPSE 6' 39" / MAGNITUDINE 1.080

Il viaggio intrapreso per osservare questa eclisse è stato organizzato dal tour operator TOA di Bologna (<http://www.toassociati.com/>) ed è stato veramente ben organizzato e molto interessante per le città e i luoghi che abbiamo potuto visitare (Pechino, Shanghai, Hangzhou, Guilin, Suzhou, Xian con il suo splendido esercito di terracotta; il tutto senza farci mancare la muraglia cinese). Nell'ambito della fascia di totalità dell'eclisse è stata scelta la località di Anji come sito di osservazione (Fig. 83). La durata "Greatest Eclipse" di questo evento era di ben 6'39", davvero molto ove si consideri che la durata massima possibile di una eclisse totale è di 7' 30"; ad Anji erano riservati 5' 39" di oscuramento. Le previsioni meteo erano già molto sfavorevoli su tutta l'area interessata dall'eclisse ancor prima di partire dall'Italia. Previsioni purtroppo confermate sul campo splendidamente allestito: ancora nuvoloso al momento del primo contatto, il cielo si è aperto durante le fasi parziali in entrata illudendoci per il seguito, e richiudendosi invece circa un quarto d'ora prima della fase culminante. Durante gli oltre 5 minuti di totalità le nubi che scorrevano veloci sopra di noi si sono più volte assottigliate consentendoci almeno di vedere – anche se non proprio nitidamente - il "Sole nero". La migliore immagine dell'eclisse che sono riuscito ad elaborare consiste nella somma di più frames ognuno dei quali mostrava una parte di corona intorno

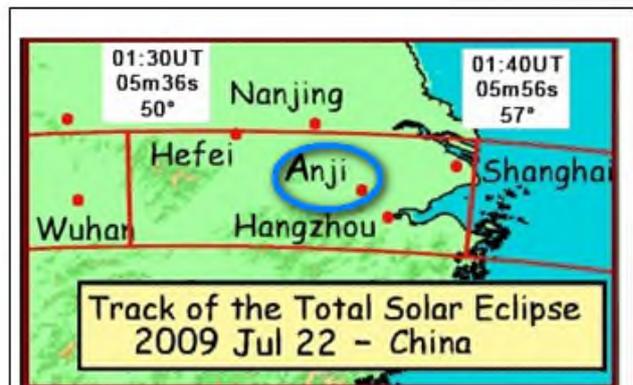


Fig. 83 – La località di Anji dalla quale si è tentato di osservare l'eclisse totale del 22 luglio 2009.

al Sole: la versione finale mostra praticamente tutta la corona, sebbene attenuata per la presenza delle nubi (Fig. 84). Nonostante tutto possiamo dire di essere stati fortunati, ove si consideri che

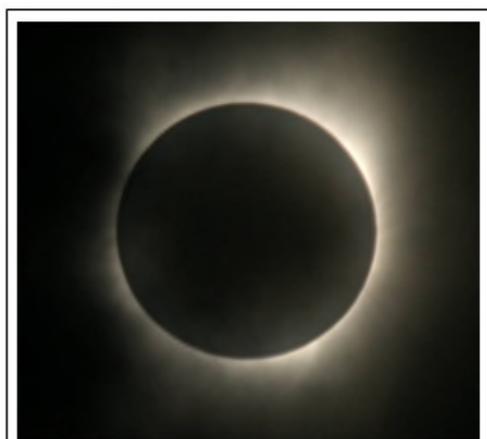


Fig. 84 – Immagine della totalità ripresa tra le nubi da Anji in Cina.

l'altro gruppo italiano situato a meno di 50 chilometri da noi sotto la guida della UAI non ha potuto vedere neppure le fasi parziali e proprio nel momento della totalità è stato sorpreso da un acquazzone che è poi arrivato nella nostra postazione un'ora dopo dalla fine dell'eclisse mentre stavamo finalmente pranzando!

Strumentazione utilizzata: Canon 20D equipaggiata con teleobiettivo Sigma Apo 170 / 500mm su cavalletto in postazione fissa.

Isola di Pasqua (Cile) – Eclisse Totale di Sole del 11 luglio 2010

GREATEST ECLIPSE 5' 20" / MAGNITUDINE 1.058

La fascia di totalità di questa eclisse (Fig. 85) si sviluppava in gran parte nell'Oceano Pacifico, limitando le possibilità di osservazione dalla terraferma ad una piccolissima porzione di Cile e Argentina del Sud (eclisse al tramonto quando nell'emisfero australe è inverno) e diverse isole della



Fig. 85 – Percorso della fascia di totalità dell'eclisse del 11 luglio 2010. Nel cerchio rosso l'Isola di Pasqua (Easter Island o Rapa Nui in lingua locale)

Polinesia. Occasione veramente unica era rappresentata dal passaggio della fascia di totalità proprio sulla celeberrima Isola di Pasqua popolata dai noti Mohai, ovvero statue di pietra tanto grandi quanto misteriose che ancora suscitano interesse e curiosità circa il loro significato e soprattutto per l'enigma (non ancora del tutto chiarito) relativo alle modalità del loro trasporto e collocamento in posizione eretta (Fig. 86). Nonostante le previsioni meteo statistiche fossero leggermente migliori per la Polinesia, è stata scelta proprio l'Isola di Pasqua come sito di osservazione dell'evento che in loco prevedeva una totalità di 4' 40" (Greatest Eclipse 5' 20" relativo a una magnitudine di 1,058).

La prenotazione è stata fatta quasi due anni prima a causa del limitato numero di posti a disposizione.

Anche in questo caso il viaggio è stato molto interessante, non solo per il soggiorno sull'Isola di Pasqua ma anche per la visita agli osservatori dell'ESO al Cerro Paranal (Cile – Deserto di Atacama) dove è situato il VLT (Very Large Telescope – Fig. 87) costituito da 4 telescopi ognuno del diametro di 8.2 metri che possono lavorare in maniera indipendente oppure essere puntati tutti sullo stesso oggetto per generare un'unica immagine: quando lavora in quest'ultima configurazione il VLT è attualmente lo strumento più potente che opera sulla Terra. Per particolari coincidenze che sarebbe fuori luogo indicare in questa sede, ho



Fig. 86 – I Moai di Ahu Tongariki, uno dei siti cerimoniali più suggestivi sull'Isola di Pasqua.



Fig. 87 – Cerro Paranal (ESO – Cile) Il piazzale del VLT con le quattro cupole ognuna delle quali contiene un telescopio da 8.2 metri di apertura.

avuto il compito di mantenere personalmente i contatti con il VLT per organizzare la visita del nostro gruppo presso la struttura dell'ESO e di organizzare una osservazione notturna in quota nel deserto di Atacama: esperienze entrambe indimenticabili.

Tornando all'eclisse, anche l'arrivo sull'Isola di Pasqua è avvenuto sotto una pioggia battente il giorno 8 luglio 2010. Le condizioni sono migliorate il giorno seguente quando abbiamo visitato l'isola; in serata si è alzato il vento che ci ha lasciato sperare per la giornata dell'eclisse. Seguendo le indicazioni reperite in punto meteo, che raccomandavano di non mettersi sottovento rispetto alla sommità più elevata dell'isola (Maunga Terevaka, 507 metri slm.) per evitare la formazione di nubi basse e condensa, abbiamo scelto come base osservativa la località di Ahu Tahai, uno dei siti più caratteristici per la presenza di statue Moai appena a nord di Hanga Roa, ovvero la principale località dell'isola. Nonostante la totalità iniziasse alle 14.08 locali, per garantirci una postazione dalla quale poter scattare anche qualche immagine panoramica d'effetto ci siamo recati sul campo di osservazione alle 8.00 del mattino, proprio sotto la statua di *Ahu Kote Riku*, l'unico Moai dell'isola che abbia sia il caratteristico cappello ed ancora gli occhi ben disegnati (Fig. 88).



Fig. 88 – Alberto Villa e Angelo Angeletti davanti ad Ahu Kote Riku in attesa dell'eclisse

Una volta piazzata la strumentazione (sempre Canon 20D equipaggiata con teleobiettivo Sigma Apo 170 / 500mm su cavalletto in postazione fissa) è stato necessario proteggerla un paio di volte a causa di scrosci d'acqua, ma il cielo era sempre meno popolato da nubi ed il vento in mattinata aveva creato condizioni che lasciavano sperare. Sempre meglio verso l'inizio dell'eclisse che è stato poi possibile seguire completamente salvo qualche brevissima interruzione significativa solo dal punto di vista fotografico e non osservativo (Figg. 89 e 90).

L'ansia per le condizioni meteo e il contesto ambientale uniti alla spettacolarità dell'eclisse ci hanno permesso di vivere un'esperienza davvero unica e "magica"!

A semplice titoli informativo, ci è stato segnalato che un numeroso gruppo di appassionati giapponesi hanno scelto come postazione la pittoresca spiaggia di Anakena dalla quale, trovandosi sottovento rispetto al Maunga Terevaka, non hanno visto nulla!



Fig. 90 – Una splendida corona solare visibile durante l'eclisse totale del 11 luglio 2010 all'Isola di Pasqua.



Fig. 89 – Il Sole Nero sul profilo del Mohai Ahu Kote Riku.

Santa Croce s/Arno (Italia) – Eclisse Parziale di Sole del 4 gennaio 2011

MAGNITUDINE 0,856

Evento da citare solo per mettere in evidenza come eclissi di per sé non spettacolari si possono prestare per ottenere immagini d'effetto. L'eclisse del 4 gennaio 2011 era soltanto parziale, ma per l'Italia si è verificata la singolare circostanza del sorgere del Sole con il suo disco già parzialmente eclissato dalla Luna. E le condizioni meteo mi hanno consentito proprio di riprendere l'eclisse senza nubi proprio (e soltanto) al sorgere del Sole non ancora completamente staccato dall'orizzonte (Fig. 91).



Cairns (Australia) – Eclisse Totale di Sole del 13 novembre 2012

GREATEST ECLIPSE 4' 02" / MAGNITUDINE 1.050

Come per l'eclisse totale di Sole dell'11 Luglio 2010, anche in questo caso l'evento, che è iniziato proprio in Australia con il sorgere del Sole sulla Arnhem Land, si è poi sviluppato in gran parte nell'Oceano Pacifico. L'eclisse è contraddistinta da una magnitudine di 1.050 con una durata massima nel punto di "Greatest Eclipse" di 4' 02" proprio in pieno Oceano Pacifico, nel quale la fascia di totalità si è addentrata dopo aver lasciato le coste australiane senza più toccare terre emerse significative. Da segnalare l'eclisse è classificata sotto la data del 13 Nov. 2012 con svolgimento tra le ore 19h 44' e 21h 40' per quanto concerne l'inizio e la fine della parzialità: l'orario in questi casi è sempre espresso in T.U. (tempo universale, ovvero il tempo / orario relativo alla longitudine 0°, cioè al primo meridiano che passa per l'Osservatorio reale inglese di Greenwich). La zona dell'Australia interessata dall'eclisse ha un fuso orario di +10h rispetto al T.U. e pertanto il disco della Luna ha intaccato quello del Sole all'ora locale delle 5h 44' del 14 Novembre, lasciandolo di nuovo completamente scoperto alle ore 7h 40' sempre del 14/11/2012. L'intero percorso della fascia di totalità di questa eclisse è mostrato in Fig. 92.

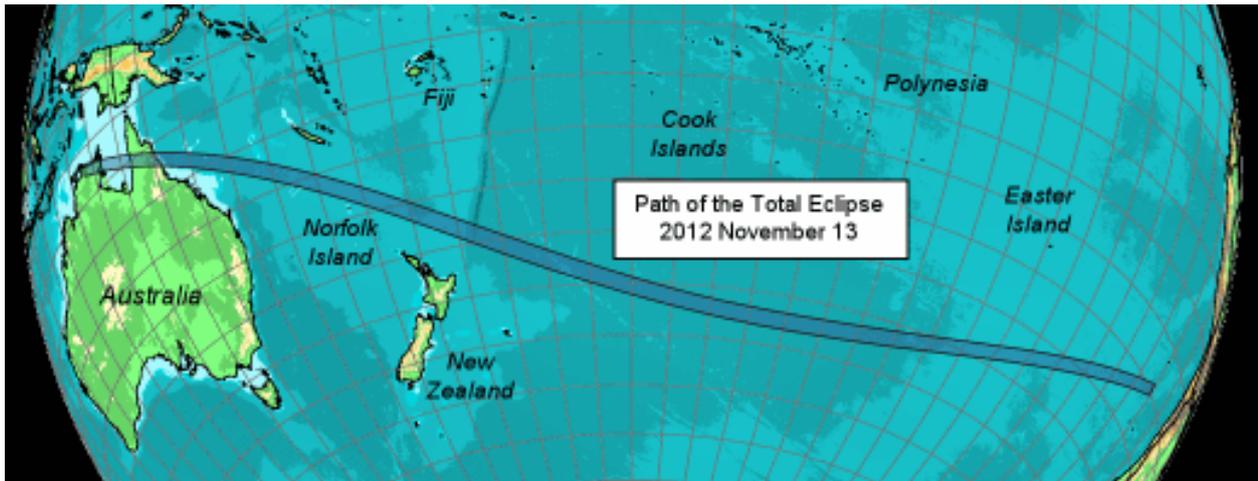


Fig. 92 - L'intero percorso della fascia di totalità dell'eclisse totale di Sole del 13.11.2012

L'iniziativa per organizzare il viaggio in Australia per osservare l'evento è nata nell'ambito della AAV che si è rivolta al tour operator TOA di Bologna (<http://www.toassociati.com/>), già positivamente sperimentato in occasione del viaggio in Cina nel 2009 (vedi. pag. 77). Posso sicuramente affermare che personalmente è stata un'esperienza molto costruttiva dato che - per la prima volta - mi sono trovato a ricoprire il ruolo di "tour leader" in un viaggio così impegnativo!

Oltre alla motivazione principale di osservare l'eclisse totale di Sole, il viaggio rappresentava anche una bellissima opportunità di poter visitare - almeno in parte - il continente australiano.

Il viaggio si è svolto dal 31 Ottobre al 18 Novembre 2012 (con volo via Londra e Singapore dall'Italia), con le seguenti principali tappe ed escursioni:

- Melbourne (Great Ocean Road);
- Adelaide (Isola di Kangaroo);
- Arkaroola e Flinders Ranges, con Osservatorio Astronomico di Arkaroola a nostra disposizione per due notti! (vedi oltre);
- Ayers Rock e Kings Canyon (sorvolo in elicottero);
- Alice Springs;
- Cairns, quale sito prescelto per l'osservazione dell'eclisse (vedi oltre), con escursione sulla barriera corallina di Green Island;
- Sydney e la sua baia.

L'itinerario ci ha permesso di apprezzare notevolmente anche l'aspetto naturalistico delle zone visitate.

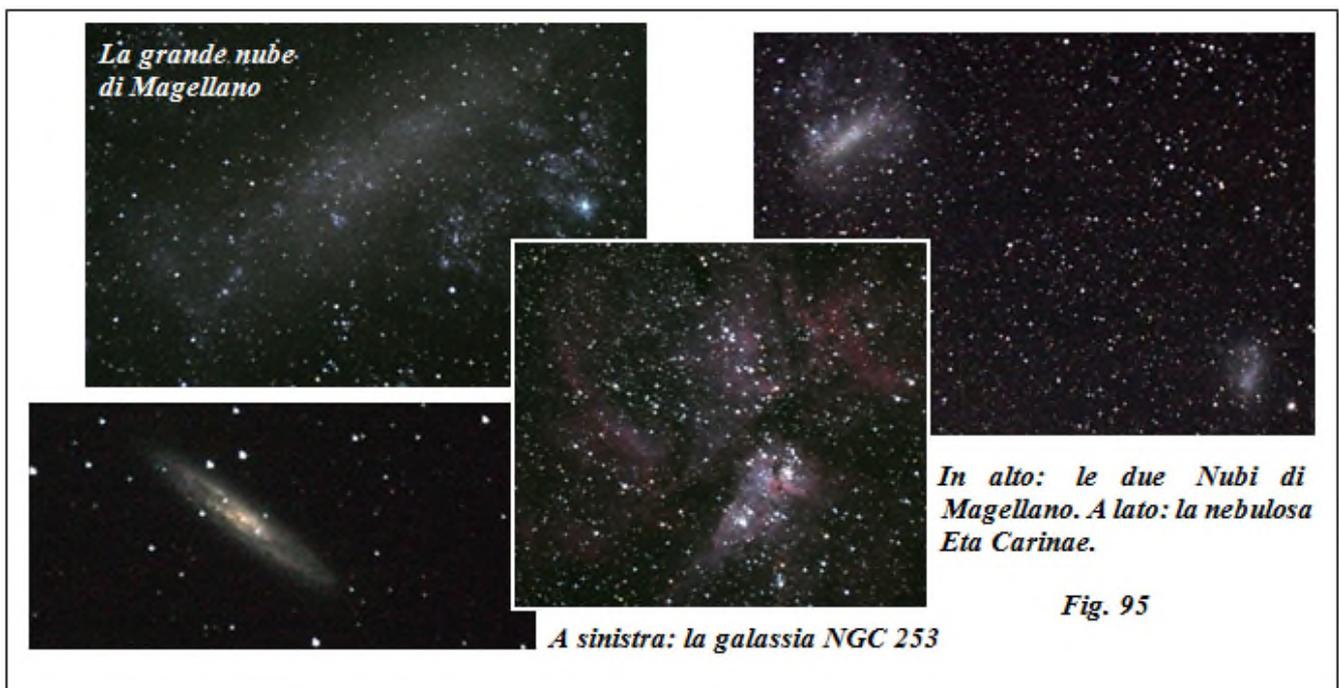


Fig. 93 - Davvero notevole la possibilità di apprezzare l'aspetto naturalistico dei luoghi visitati.

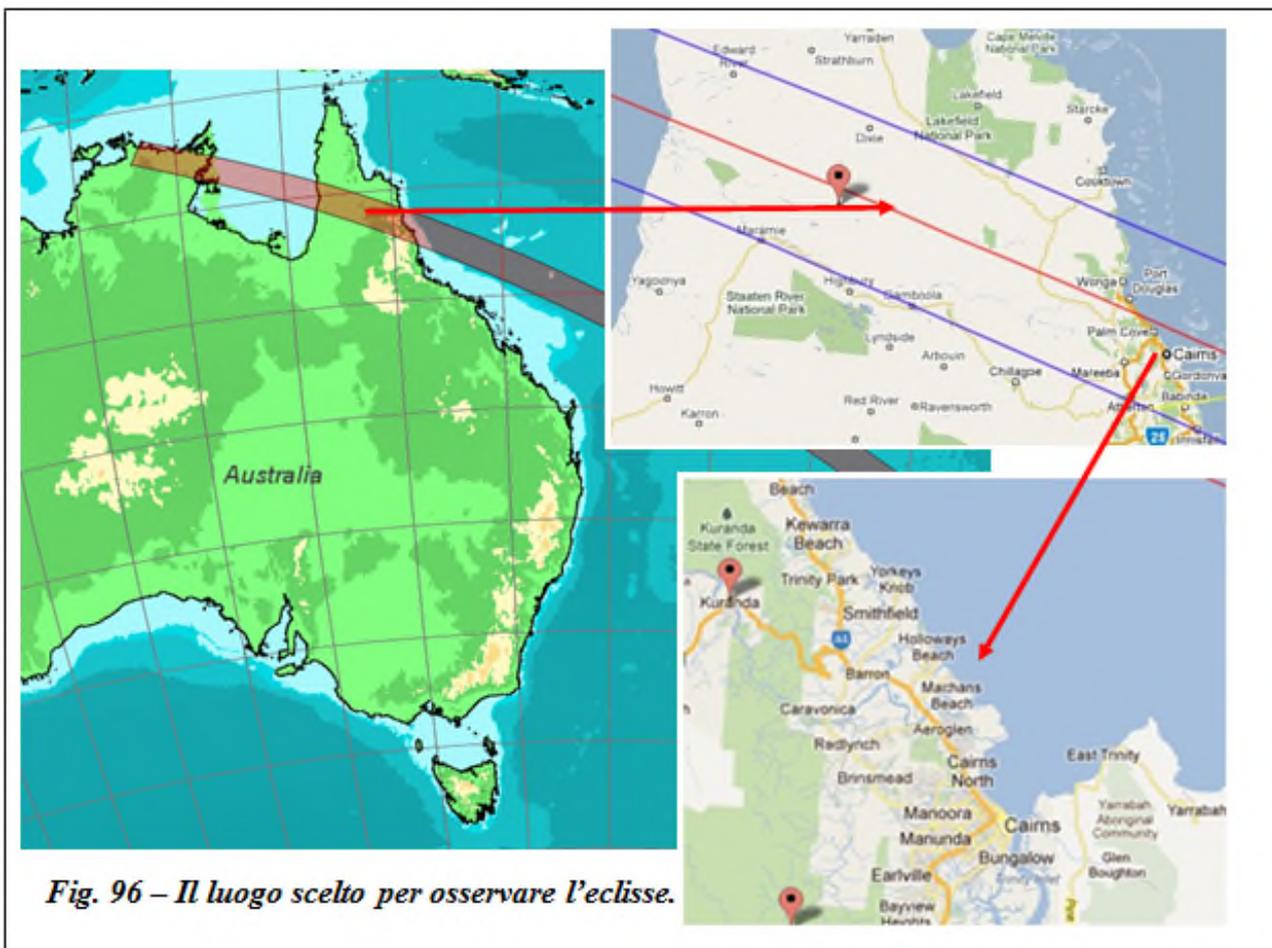
Particolarmente interessante dal punto di vista astronomico la sosta ad Arkaroola (villaggio raggiunto partendo da Adelaide, dopo aver percorso in autobus 840 km ... di cui 170 di sterrato!), dove per ben due notti abbiamo preventivamente prenotato ed avuto a nostra disposizione i due piccoli osservatori astronomici del posto: la visione (... e la fotografia!) del cielo da una località così distante da qualsiasi tipo di inquinamento luminoso è stata decisamente spettacolare, anche per le due Nubi di Magellano che nel periodo dominavano la volta celeste. Un sincero ringraziamento va all'amico astronomo Doug Sprig - che gestisce la struttura - per l'ospitalità che ci ha riservato. In Fig. 94 è mostrata la dislocazione dell'Osservatorio Astronomico di Arkaroola e le sue due cupole.



In Fig. 95 sono invece mostrati alcuni degli oggetti personalmente fotografati utilizzando la strumentazione dell'Osservatorio di Arkaroola.



Tornando all'eclisse, possiamo vedere come la fascia di totalità, dopo aver toccato la Arnhem Land al sorgere del Sole, attraversa il Queensland per poi entrare nell'Oceano Pacifico senza più interessare terre emerse. Pertanto, per osservare l'evento alla sua massima altezza sull'orizzonte dalla terra ferma, è stato scelto come sito la penisola del Queensland, e precisamente la tenuta di Amaroo / Kuranda situata alle spalle della città di Cairns (Fig. 96), dove il Sole eclissato si è elevato comunque fino a soli 13°, con una durata della totalità



di 2' 04". Osservando il percorso della fascia di totalità, era logico attendersi una elevato afflusso di appassionati provenienti da tutta l'Australia e da tutto il mondo diretti sulle coste del Queensland, proprio perché era questa la regione sulla terraferma che consentiva di osservare l'eclisse alla massima altezza sull'orizzonte. Sotto questo aspetto, si è rivelata veramente opportuna la scelta di prenotare una porzione di terreno riservata al nostro gruppo, cosa che hanno fatto molti altri: nelle zone interessate dall'eclisse si sono organizzati con molto anticipo ed in maniera davvero molto efficiente! (Fig. 97). A tal proposito vale la pena di ricordare che stiamo parlando di soli 13° di



Fig. 97 – Amaroo / Kuranda: i vari gruppi appostati nelle aree a loro riservate.

altezza sull'orizzonte, con l'inizio della parzialità a neanche 2°! Quando una eclisse si verifica con il Sole abbastanza alto nel cielo, ognuno può puntare la propria strumentazione senza interferire con altre postazioni: nel caso dell'eclisse australiana invece, era previsto che le ottiche iniziassero a lavorare puntando verso l'orizzonte, e quindi la postazione riservata ha consentito di gestire eventuali impedimenti per la visuale (altre postazioni, vegetazione, alture, ecc.....) al fine di evitare sgradevolissime sorprese dell'ultimo momento.

In considerazione del previsto afflusso di appassionati, siamo partiti dal nostro alloggio in Cairns alle due del mattino del 14 novembre (ora locale), per raggiungere con mezz'ora di trasferimento il sito osservativo dove il primo contatto era previsto per le ore 5.44.

Le condizioni meteo non hanno purtroppo favorito l'osservazione della prima parte dell'evento: durante la parzialità in entrata si è addirittura messo a piovere, ed è sembrato un miracolo quando – a totalità già iniziata – le nubi si sono aperte proprio in corrispondenza dell'eclisse! Ben evidenti anche in questa occasione le protuberanze solari, mentre la visione ottimale della corona è stata compromessa dalla presenza delle nubi (Fig. 98).

Per circa un minuto abbiamo potuto ammirare magia di questo spettacolo, e riprenderne qualche immagine: poi le nubi si sono di nuovo addensate e non è stato neppure possibile osservare l'"anello di diamante" in uscita. In ogni caso, considerando le condizioni meteo, ci riteniamo molto fortunati per essere riusciti ad osservare l'evento nella fase centrale della totalità! Durante la parzialità in uscita, le condizioni meteo sono migliorate ed abbiamo così potuto seguire il progressivo riapparire del disco solare.



Con un pizzico di fortuna, alla fine dunque ci è anche stato possibile osservare l'eclisse, e questo ha rappresentato la classica "ciliegina sulla torta" di uno splendido viaggio in Australia!

Thorshavn (Far Oer Island) – Eclisse Totale di Sole del 20 Marzo 2015

GREATEST ECLIPSE 2' 46.9" / MAGNITUDINE 1.0446

A causa delle non esaltanti prospettive legate al meteo locale, la decisione di raggiungere le Isole Far Oer in occasione dell'eclisse totale di Sole del 20 Marzo 2015, non è stata presa con il consueto anticipo ormai richiesto da questa tipologia di evento: anche per la modesta disponibilità in loco di hotel e alberghi in relazione alle richieste pervenute da tutto il globo, prenotando con meno di un anno di anticipo - sempre tramite il tour operator TOA di Bologna – abbiamo dovuto optare per la soluzione via nave (sulla quale abbiamo poi alloggiato per tutta la durata del viaggio) con partenza il 14 marzo da Amsterdam alla volta delle Far Oer, con scalo intermedio a Newcastle (UK).

Penso che più che in ogni altra precedente (e forse anche futura) occasione, in questo caso fosse necessaria parecchia fortuna per riuscire a osservare e fotografare l'evento: per definizione infatti la isole Far Oer hanno un clima oceanico subpolare, fortemente condizionato però dall'azione riscaldante esercitata qui dall'Oceano Atlantico, e in particolare dalla corrente nord-atlantica. Questo fatto garantisce inverni miti (con la temperatura media compresa tra i 3 °C e i 4 °C) ed estati fresche (temperatura media tra 9,5 °C e 10,5 °C). Le isole spesso sono battute dal vento e avvolte nella nebbia. Hanno inoltre un cielo quasi sempre coperto, tanto che in media si registrano 260 giorni all'anno con precipitazioni e che i giorni soleggiati risultano più rari di quelli nuvolosi. Le Far Oer si trovano proprio lungo il percorso di depressioni in movimento verso nord-est, e questo significa che si possono avere forti venti e pesanti piogge in ogni periodo dell'anno. Il grafico in Fig. 101 illustra l'andamento delle piogge e delle temperature durante tutto l'anno alle Far Oer;

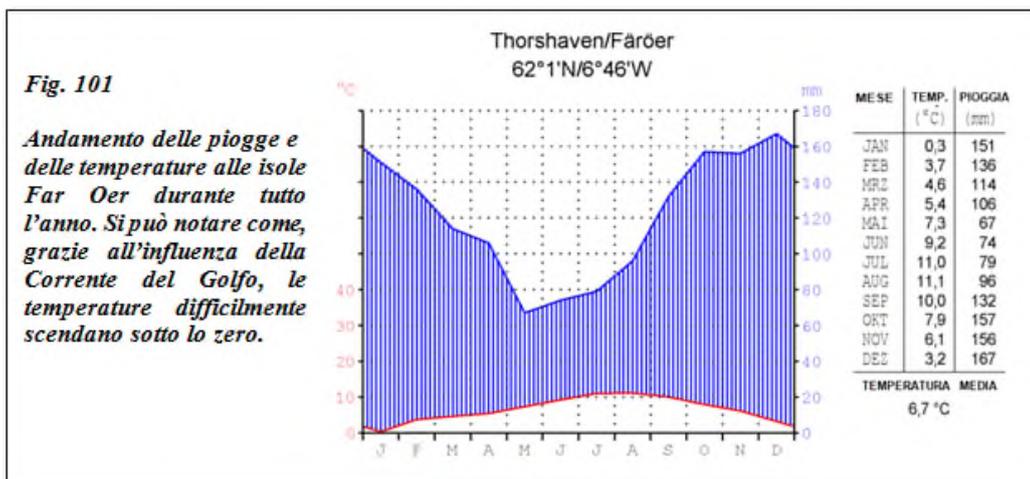


Fig. 102 – La fascia di totalità per l'eclisse di Sole del 20 Marzo 2015.

In Fig. 102 qui a lato, viene mostrato l'intero sviluppo della fascia di totalità per l'eclisse del 20 marzo 2015: le isole Far Oer sono evidenziate al centro del cerchietto giallo.

Come si può notare, l'evento inizia in pieno Oceano Atlantico a sud della parte più meridionale della Groenlandia per finire praticamente al Polo Nord. Il percorso effettuato dall'ombra lunare sfiora appena l'Islanda e tocca le Isole Far Oer e le isole Svalbard, che sono quindi le due uniche terre emerse dalle quali l'eclisse è visibile come totale.

A fronte di una probabilità piuttosto simile di poter osservare l'eclisse dalle Far Oer e dalle Svalbard, abbiamo scelto le prime per motivazioni sia di carattere economico che di temperature, molto più rigide alla Svalbard dove avremmo avuto

sicuramente meno opportunità di muoverci liberamente e agevolmente dal punto di vista turistico.



Fig. 103 – Mappa delle Isole Far Oer. Il cerchietto rosso indica il probabile luogo prescelto per l’osservazione dell’eclisse.

Questa eclisse ha una magnitudine di 1,0445 con una durata massima della totalità di 2’ e 46.8” nel punto di “Greatest Eclipse”, situato vicino alle Far Oer, dove l’oscuramento del Sole ha una durata di poco inferiore solo perché queste isole si trovano decentrate rispetto alle Center Line (vedi Fig. 102).

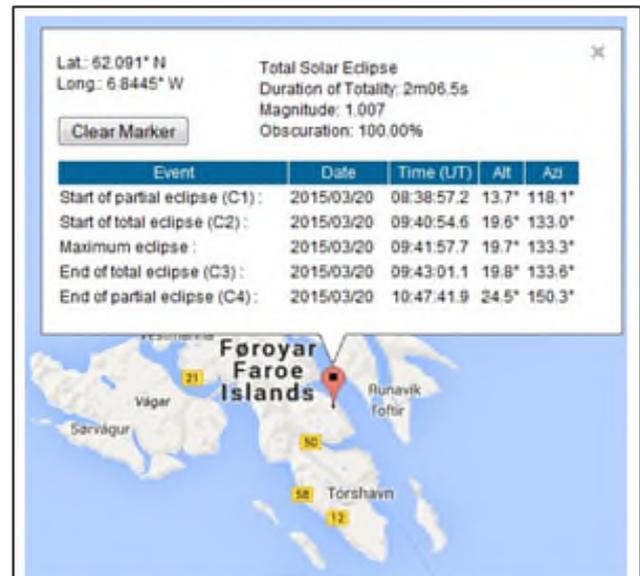


Fig. 104 – Tempi dei contatti per l’eclisse del 20.3.2014 riferiti al Sornfelli Mount nelle Isole far Oer.

In Fig. 103 è mostrata una mappa delle isole Far Oer nella quale il cerchietto rosso evidenzia il capoluogo di Thorshavn, scelto come sito osservativo. I tempi dei contatti calcolati per questa località sono esposti in Fig. 104, e vanno interpretati tenendo presente che per le Isole Far Oer il tempo locale coincide con il TU, quindi gli orari sono effettivi.

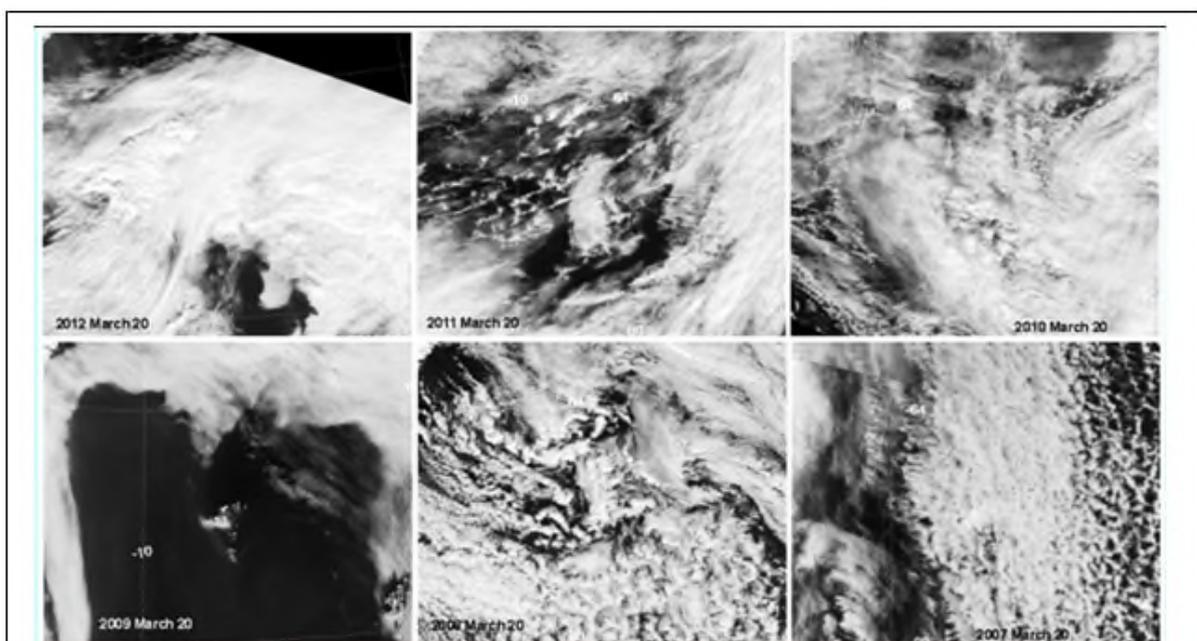


Fig. 105 - Immagini da satellite delle Far Oer riprese il 20 marzo degli anni dal 2007 al 2012.

Nonostante tutte le premesse fatte dal punto di vista meteo, qualche speranza concreta però sicuramente c'era: il sito <http://home.cc.umanitoba.ca/~jander/>, nello spazio dedicato all'eclisse totale di Sole del 20 marzo 2015, tra i tanti dati esposti mostra le immagini da satellite delle Far Oer riprese il 20 marzo degli ultimi anni (dal 2007 al 2012), mettendo in evidenza come nel 2009, 2011 e 2012 l'eclisse si sarebbe sicuramente vista, e con buona probabilità si sarebbe potuta osservare anche nel 2008. Nulla da fare invece per il 2007 ed il 2010 (vedi Fig. 105).

L'eclisse osservata dall'Italia dalla AAVV

Come illustrato in Fig. 107, l'eclisse di Sole del 20.3.2015 era visibile come parziale anche dall'Italia, dove il disco solare è stato oscurato dalla Luna tra il 50 ed il 75%. In Toscana l'oscuramento superava il 60%, ed in tale occasione la AAVV ha ritenuto di organizzare attività divulgative rivolte sia al pubblico (con l'apertura del Centro Astronomico di Libbiano) che alle scuole (con intervento in loco). Vedi Figg. 107 - 109

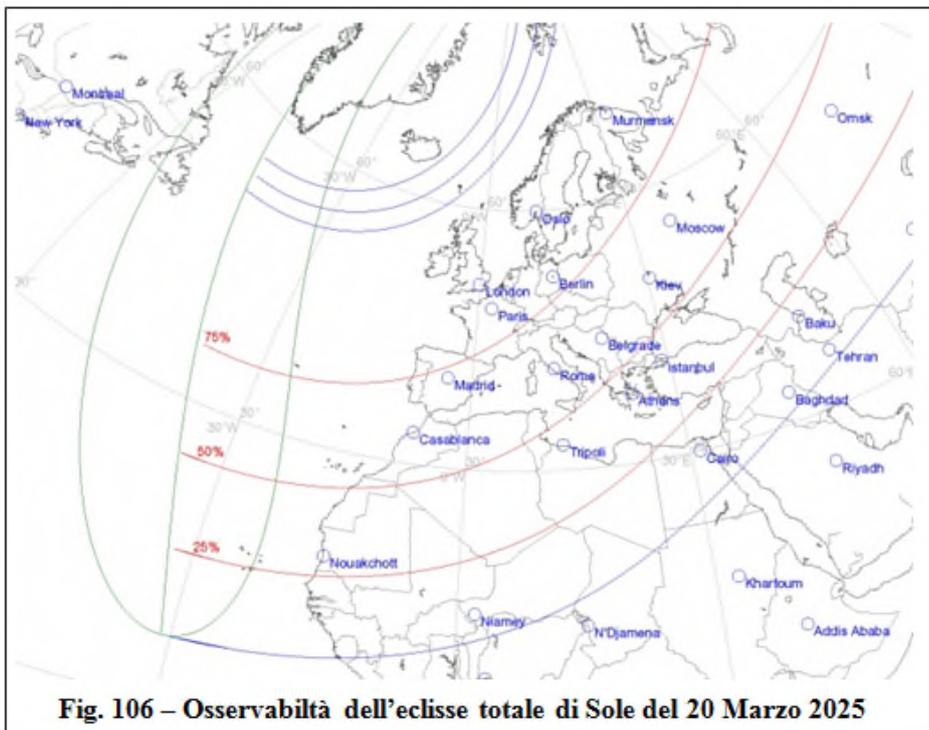


Fig. 106 – Osservabilità dell'eclisse totale di Sole del 20 Marzo 2015

Dopo la lezione del 10 Marzo 2015, la AAVV si reca presso la Scuola Elementare "Margherita Hack" del Romito in Pontedera per far osservare agli alunni l'eclisse di Sole con gli appositi occhialini che proteggono adeguatamente la vista.

FILIPPO BALATRESI (AAVV)

Fig. 107 SEQUENZA DELL'ECLISSE PARZIALE DI SOLE RIPRESA DA FILIPPO E DAGLI ALUNNI DELLA SCUOLA ELEMENTARE "MARGHERITA HACK"

Fig. 108

Apertura straordinaria del Centro Astronomico di Libbiano

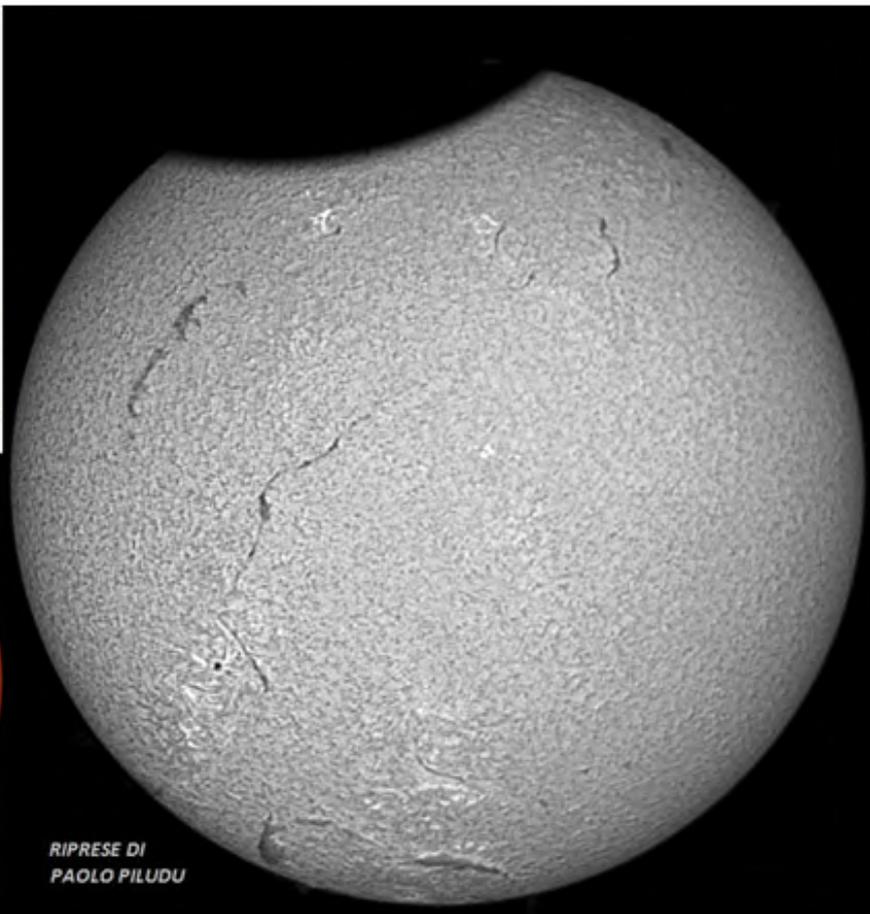
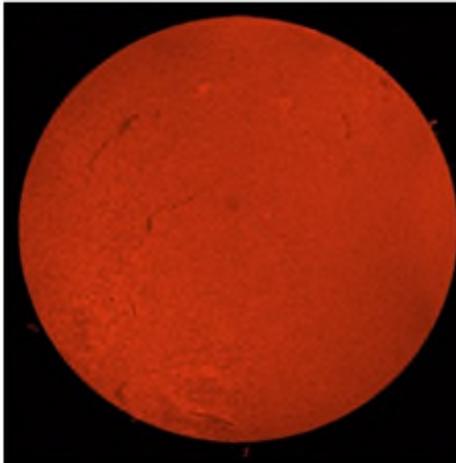


Fig. 109

L'eclisse di Sole
ripresa da Libbiano

Inizia l'eclisse, e la Luna inizia a nascondere il disco Solare nella parte alta dell'immagine. La ripresa è stata effettuata utilizzando il filtro coronado che consente di mettere in evidenza protuberanze e filamenti sul Sole.

Qui sotto: il Sole prima dell'inizio dell'evento.



RIPRESE DI
PAOLO PILUDU

La cronaca dalle Isole Far Oer: inattesa aurora boreale ed eclisse totale.

Come potevamo aspettarci, il meteo alle Far Oer è stato nuvoloso e ventoso, con piogge forse meno abbondanti del previsto e cambi molto repentini che ci hanno regalato anche momenti di tempo buono. In ogni caso, si è subito capito quanta fortuna ci volesse per osservare la totalità dell'eclisse! In questo contesto, la sera del 17 marzo 2015 abbiamo però potuto vedere una inattesa aurora boreale, che è stata di notevole intensità tanto da poter essere osservata dalla nave in rada a Torshavn con il cielo praticamente nuvoloso che ad un certo punto era completamente colorato di un incredibile verde smeraldo! Le immagini in Fig. 110 sono state riprese con grandangolo 28mm in postazione fissa con soli 5 sec. di posa / ISO 800.



Per quanto concerne l'eclisse, l'evento è stato molto sentito alla Far Oer, dove le autorità lo hanno celebrato nei giorni precedenti con cerimonie ufficiali. Come sito per l'osservazione è stata scelta una struttura alberghiera che si è resa disponibile in Torshavn, dotata di corrente elettrica utilizzabile e ampi spazi per piazzare la strumentazione. Le condizioni meteo erano caratterizzate da vento forte con estrema variabilità: nubi, scrosci di pioggia e aperture si alternavano con una velocità tale che rendeva vano qualsiasi spostamento che volesse tentare di migliorare la situazione in un ambito territoriale così ristretto come quello delle Far Oer. Non restava che prepararsi ad ogni evenienza, sperando in un colpo di fortuna. Per quanto riguarda la strumentazione, il gruppo disponeva di diverse ottiche in postazione fissa, telecamere e termometro: il tutto ben riparato dall'acqua e dal vento!

Il disco della Luna ha intaccato quello del Sole alle 08.38.57, quando i due corpi celesti si trovavano a quasi 14° di altezza sull'orizzonte. La fase più interessante ed entusiasmante della totalità si è avuta tra le 09.40.54 e le 09.41.57, con il Sole e la Luna ad una altezza di quasi 20° sull'orizzonte e per una durata totale di 2 minuti e 6.5 secondi. Il tanto auspicato "colpo di fortuna" purtroppo in questo frangente non si è concretizzato, anzi proprio durante la totalità si è forse registrata la maggiore copertura nuvolosa. Una apertura favorevole c'è stata, ma durante la totalità ci ha

consentito di osservare Venere, portandosi sull'eclisse con soli (... si fa per dire!) tre minuti di anticipo. In Fig. 111 le attività della AAAV con l'immagine della "falce di Sole" fotografata poco dopo la totalità. Il disco solare ha ripreso il suo consueto aspetto circolare alle 10.47.42.



Una interessante sequenza di immagini dell'ambiente circostante (Fig. 112) scattate durante l'evento



Fig. 112 – Sequenza del panorama locale, nella quale si riesce a valutare l'effettiva riduzione dell'illuminazione solare durante l'eclisse totale.

senza mai variare i parametri di ripresa (tempo di posa, diaframma e sensibilità) ha permesso di apprezzare l'effettiva variazione dell'illuminazione solare durante l'eclisse, cosa che non si può fare "ad occhio nudo" in quanto al diminuire della luce la pupilla si dilata automaticamente producendo una compensazione immediata.

La cronaca dalle Isole Far Oer: l'aspetto turistico ... e non solo!

L'immane valore aggiunto di una esperienza di questo tipo è sia l'aspetto legato al turismo che il consolidamento, almeno nel nostro caso, di un gruppo che da anni viaggia alla caccia del "Sole Nero": la sempre maggiore conoscenza reciproca e le esperienze condivise creano un'intesa che sinceramente non ha valore! Abbiamo visitato le isole Far Oer con tour organizzati in loco che hanno avuto come destinazione principalmente Vagar, Klaksvik e le scogliere di Vestmanna in battello (Fig. 113), oltre ovviamente alla capitale Torshavn.



Un particolare valore aggiunto di questo viaggio alle Far Oer è stato il fatto di avere a bordo della nostra nave Fred Espenak, riferimento storico a livello mondiale in materia di eclissi tanto da essere conosciuto come "Mr. Eclipse", che gestisce dal 1978 il relativo sito della NASA e ne ha da poco creato uno suo personale (EclipseWise.com), con il quale abbiamo fatto amicizia (Fig. 114) e che molto probabilmente ritroveremo nel 2017 negli USA in occasione dell'eclisse totale di Sole del 21 Agosto!



Fig. 114 – Il sottoscritto (a destra) con Fred Espenak.

LE PROSSIME ECLISSI DI LUNA

Le eclissi di Luna comprese tra il 2011 ed il 2020 sono riportate nella tabella mostrata in Fig. 115, tratta dal sito <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/> (NASA Eclipse Web Site – Fred Espenak).

Calendar Date	TD of Greatest Eclipse	Eclipse Type	Saros Series	Umbral Magnitude	Eclipse Duration	Geographic Region of Eclipse Visibility
2011 Jun 15	20:13:43	Total	130	1.700	03h39m 01h40m	S.America, Europe, Africa, Asia, Aus.
2011 Dec 10	14:32:56	Total	135	1.106	03h32m 00h51m	Europe, e Africa, Asia, Aus., Pacific, N.A.
2012 Jun 04	11:04:20	Partial	140	0.370	02h07m	Asia, Aus., Pacific, Americas
2012 Nov 28	14:34:07	Penumbral	145	-0.187	-	Europe, e Africa, Asia, Aus., Pacific, N.A.
2013 Apr 25	20:08:38	Partial	112	0.015	00h27m	Europe, Africa, Asia, Aus.
2013 May 25	04:11:06	Penumbral	150	-0.934	-	Americas, Africa
2013 Oct 18	23:51:25	Penumbral	117	-0.272	-	Americas, Europe, Africa, Asia
2014 Apr 15	07:46:48	Total	122	1.291	03h35m 01h18m	Aus., Pacific, Americas
2014 Oct 08	10:55:44	Total	127	1.166	03h20m 00h59m	Asia, Aus., Pacific, Americas
2015 Apr 04	12:01:24	Total	132	1.001	03h29m 00h05m	Asia, Aus., Pacific, Americas
2015 Sep 28	02:48:17	Total	137	1.276	03h20m 01h12m	e Pacific, Americas, Europe, Africa, w Asia
2016 Mar 23	11:48:21	Penumbral	142	-0.312	-	Asia, Aus., Pacific, w Americas
2016 Sep 16	18:55:27	Penumbral	147	-0.064	-	Europe, Africa, Asia, Aus., w Pacific
2017 Feb 11	00:45:03	Penumbral	114	-0.035	-	Americas, Europe, Africa, Asia
2017 Aug 07	18:21:38	Partial	119	0.246	01h55m	Europe, Africa, Asia, Aus.
2018 Jan 31	13:31:00	Total	124	1.315	03h23m 01h16m	Asia, Aus., Pacific, w N.America
2018 Jul 27	20:22:54	Total	129	1.609	03h55m 01h43m	S.America, Europe, Africa, Asia, Aus.
2019 Jan 21	05:13:27	Total	134	1.195	03h17m 01h02m	c Pacific, Americas, Europe, Africa
2019 Jul 16	21:31:55	Partial	139	0.653	02h58m	S.America, Europe, Africa, Asia, Aus.
2020 Jan 10	19:11:11	Penumbral	144	-0.116	-	Europe, Africa, Asia, Aus.
2020 Jun 05	19:26:14	Penumbral	111	-0.405	-	Europe, Africa, Asia, Aus.
2020 Jul 05	04:31:12	Penumbral	149	-0.644	-	Americas, sw Europe, Africa
2020 Nov 30	09:44:01	Penumbral	116	-0.262	-	Asia, Aus., Pacific, Americas

Fig. 115 – Le eclissi di Luna che si verificheranno entro la fine del 2020. Partendo da sinistra la tabella riporta: la data, l'orario del culmine dell'evento (tempo universale), il tipo di eclisse, il ciclo di Saros a cui appartiene l'eclisse, la sua magnitudine, la durata e le zone geografiche interessate dal fenomeno astronomico.

Va subito detto che – dopo lo spettacolare evento del 15 giugno 2011 favorito anche dalle buone condizioni meteo su tutto il territorio nazionale - il periodo preso in considerazione sarà tutt'altro che favorevole per quanto concerne la visibilità dall'Italia. Non considerando per le motivazioni già esposte le eclissi di penombra (vedi pag. 23) e tutte quelle che non comprendono l'Europa nelle zone geografiche interessate, possiamo prendere in considerazione le eclissi di Luna di seguito elencate:

- **2015 Settembre, 28:** totale, ma dall'Italia si è vista tramontare la Luna durante la totalità;

- **2017 Agosto, 07:** parziale, con soltanto un quarto del diametro lunare che verrà nascosto dal cono d'ombra della Terra. Inoltre dall'Italia vedremo sorgere la Luna già totalmente eclissata;
- **2018 Luglio, 27:** totale, ma dall'Italia vedremo sorgere la Luna durante la totalità;
- **2019 Gennaio, 21:** totale, con la Luna che per l'Italia tramonta durante l'eclisse;
- **2019 Luglio, 16:** ben visibile dall'Italia, ma si tratta di una eclisse parziale di Luna durante la quale l'ombra della Terra oscurerà circa i due terzi del diametro lunare.

Considerando che le eclissi di Luna si vedono in tutto l'emisfero in cui è notte, il decennio 2011 – 2020 rappresenta senz'altro una circostanza particolare e sfavorevole per quanto riguarda l'Europa. A semplice titolo informativo la prima eclisse totale di Luna interamente visibile dall'Italia dal primo all'ultimo contatto si verificherà il 20 Dicembre 2029!

LE PROSSIME ECLISSI DI SOLE

Le eclissi di Sole comprese tra il 2011 ed il 2020 sono riportate nella tabella mostrata in Fig. 116, sempre tratta dal sito <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/> (NASA Eclipse Web Site).

Calendar Date	TD of Greatest	Eclipse Type	Saros Series	Eclipse Magnitude	Central Duration	Geographic Region of Eclipse Visibility
2011 Jan 04	08:51:42	Partial	151	0.858	-	Europe, Africa, c Asia
2011 Jun 01	21:17:18	Partial	118	0.601	-	e Asia, n N. America, Iceland
2011 Jul 01	08:39:30	Partial	156	0.097	-	s Indian Ocean
2011 Nov 25	06:21:24	Partial	123	0.905	-	s Africa, Antarctica, Tasmania, N.Z.
2012 May 20	23:53:53	Annular	128	0.944	05m46s	Asia, Pacific, N. America [Annular: China, Japan, Pacific, w U.S.]
2012 Nov 13	22:12:55	Total	133	1.050	04m02s	Australia, N.Z., s Pacific, s S. America [Total: n Australia, s Pacific]
2013 May 10	00:26:20	Annular	138	0.954	06m03s	Australia, N.Z., c Pacific [Annular: n Australia, Solomon Is., c Pacific]
2013 Nov 03	12:47:36	Hybrid	143	1.016	01m40s	e Americas, s Europe, Africa [Hybrid: Atlantic, c Africa]
2014 Apr 29	06:04:32	Annular	148	0.987	-	s Indian, Australia, Antarctica [Annular: Antarctica]
2014 Oct 23	21:45:39	Partial	153	0.811	-	n Pacific, N. America
2015 Mar 20	09:46:47	Total	120	1.045	02m47s	Iceland, Europe, n Africa, n Asia [Total: n Atlantic, Faeroe Is, Svalbard]
2015 Sep 13	06:55:19	Partial	125	0.788	-	s Africa, s Indian, Antarctica
2016 Mar 09	01:58:19	Total	130	1.045	04m09s	e Asia, Australia, Pacific [Total: Sumatra, Borneo, Sulawesi, Pacific]
2016 Sep 01	09:08:02	Annular	135	0.974	03m06s	Africa, Indian Ocean [Annular: Atlantic, c Africa, Madagascar, Indian]
2017 Feb 26	14:54:32	Annular	140	0.992	00m44s	s S. America, Atlantic, Africa, Antarctica [Annular: Pacific, Chile, Argentina, Atlantic, Africa]
2017 Aug 21	18:26:40	Total	145	1.031	02m40s	N. America, n S. America [Total: n Pacific, U.S., s Atlantic]
2018 Feb 15	20:52:33	Partial	150	0.599	-	Antarctica, s S. America
2018 Jul 13	03:02:16	Partial	117	0.336	-	s Australia
2018 Aug 11	09:47:28	Partial	155	0.737	-	n Europe, ne Asia
2019 Jan 06	01:42:38	Partial	122	0.715	-	ne Asia, n Pacific
2019 Jul 02	19:24:07	Total	127	1.046	04m33s	s Pacific, S. America [Total: s Pacific, Chile, Argentina]
2019 Dec 26	05:18:53	Annular	132	0.970	03m39s	Asia, Australia [Annular: Saudi Arabia, India, Sumatra, Borneo]
2020 Jun 21	06:41:15	Annular	137	0.994	00m38s	Africa, se Europe, Asia [Annular: c Africa, s Asia, China, Pacific]
2020 Dec 14	16:14:39	Total	142	1.025	02m10s	Pacific, s S. America, Antarctica [Total: s Pacific, Chile, Argentina, s Atlantic]

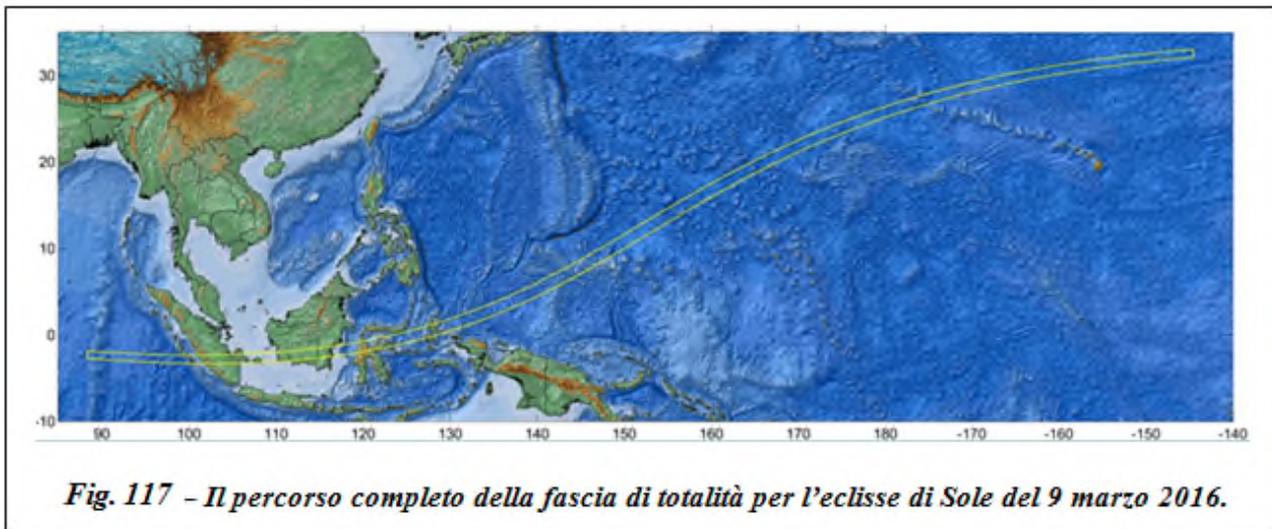
Fig. 116 – Le eclissi di Sole che si verificheranno entro la fine del 2020. Partendo da sinistra la tabella riporta: la data, l'orario del culmine dell'evento (tempo universale), il tipo di eclisse, il ciclo di Saros a cui appartiene l'eclisse, la sua magnitudine, la durata della totalità / anularità e le zone geografiche interessate dal fenomeno astronomico.

Come accennato nel testo, le eclissi di Sole di sicuro interesse che possono valere un viaggio per raggiungere le zone di visibilità sono innanzitutto quelle totali, seguite dalle ibride ed eventualmente dalle anulari che, come abbiamo visto, sono delle eclissi parziali semplicemente caratterizzate da una particolare geometria. Personalmente credo che le eclissi parziali siano da osservare se sono visibile nelle zone dove si risiede, salvo ovviamente motivi particolari legati, per esempio, proprio ad un viaggio interessante.

Tra le eclissi in elenco, segnalerei le seguenti di particolare interesse.

- **2016 Marzo, 09 – Eclisse totale** che interessa la Malesia e l’Indonesia, con durata della totalità che sulla terraferma oscilla tra 1’ 50” e 3’ 13” (Greatest Eclipse 4’ 09” – magnitudine 1.045).

Anche per questa eclisse, la fascia di totalità si sviluppa in gran parte nell’Oceano Pacifico, come si può constatare in Fig. 117.



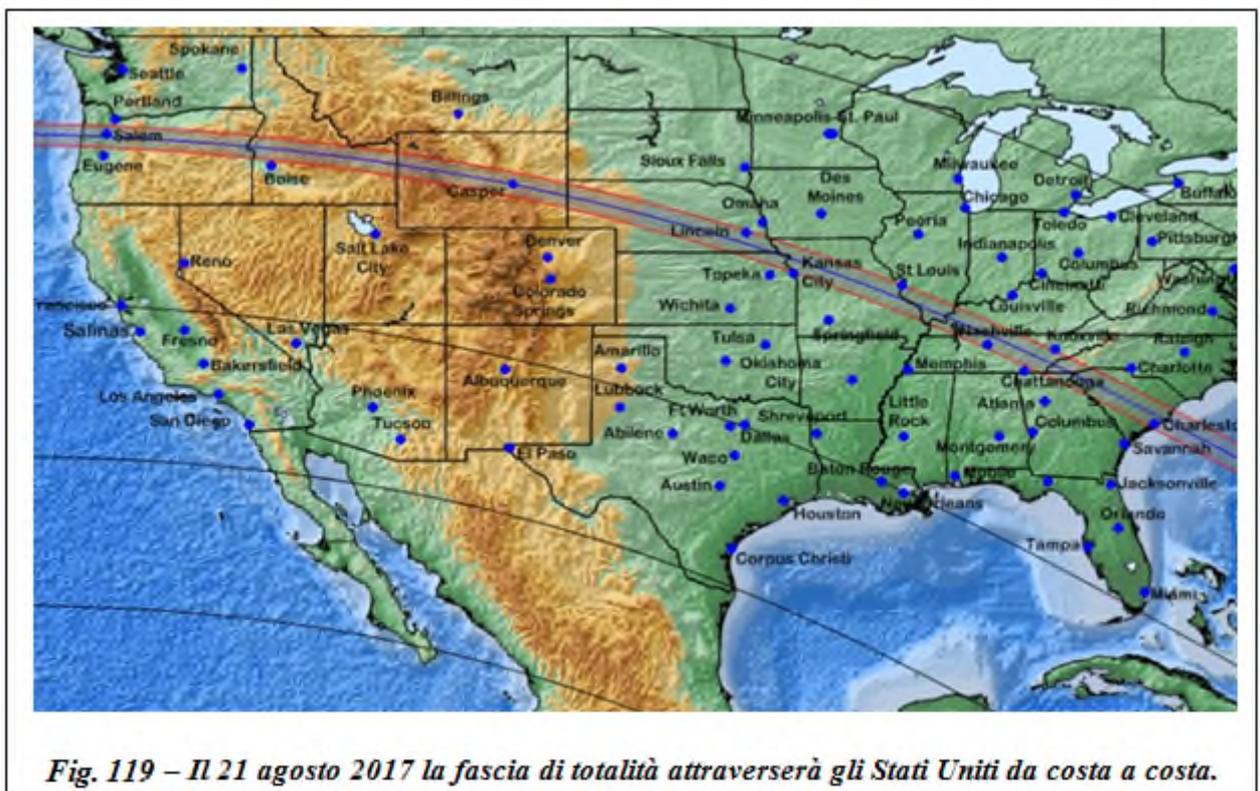
Stando sulla terraferma, questo evento è osservabile in Malesia ed Indonesia, come è mostrato in dettaglio in Fig. 118; le statistiche meteo forniscono però per il periodo interessato coperture nuvolose medie piuttosto elevate su tutta l’area interessata, e pertanto eventuali iniziative vanno valutate attentamente.



- **2017 Agosto, 21 – Eclisse totale** che si presenta come una delle più attese e spettacolari per il contesto geografico che interesserà. La fascia della totalità attraverserà infatti gli Stati Uniti d’America da est a ovest con durata della totalità di 1’ 58 “ sulla costa ovest e di 2’ 33” sulla costa est; il punto “Greatest Eclipse” con 2’ 40” di totalità e magnitudine 1.031 sfiorerà la città di Saint Louis. In un’area così vasta, popolata e culturalmente evoluta c’è sicuramente da attendersi un fenomeno di spostamento di massa notevole, anche perché le agenzie turistiche americane che già operano in anticipo quando devono muoversi all’estero, qui “giocano in casa”. Considerando alcuni elementi come:

- il contesto culturale, geografico e turistico;
- il periodo dell’anno che coincide con quello canonico delle ferie;
- il costo non particolarmente elevato;
- il percorso della fascia di totalità che non solo si sviluppa in gran parte sulla terraferma, ma proprio attraversando gli Stati Uniti dalla costa Pacifica a quella Atlantica (Fig. 119);

la sciano presagire un interesse elevatissimo verso questo evento che potrebbe facilmente guadagnarsi il titolo di “Eclisse del Secolo”!



La AAV da tempo sta collaborando all’organizzazione di un viaggio in occasione di questo evento. Il luogo di osservazione sarà presumibilmente identificato nella parte centrale degli USA, nell’area compresa tra il Missouri ed Wyoming: le zone più a est del Missouri infatti vedono aumentare di poco il tempo della totalità con il progressivo incremento però della nuvolosità statistica media, mentre le aree più ad ovest del Wyoming mantengono buone condizioni meteo, ma comincia a decrescere piuttosto sensibilmente la durata della totalità. La Fig. 120 a pagina 97 illustra molto chiaramente il concetto appena esposto, mostrando come variano sia le condizioni meteo che la durata della totalità a mano a mano che ci si sposta dalla costa Pacifica a quella Atlantica, lungo tutto il percorso dell’eclisse in terra statunitense.

Tutti i dati di maggiore interesse su questo argomento possono essere reperiti sui siti web:

- <http://home.cc.umanitoba.ca/~jander/tot2017/tse17intro.htm>
- <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html>

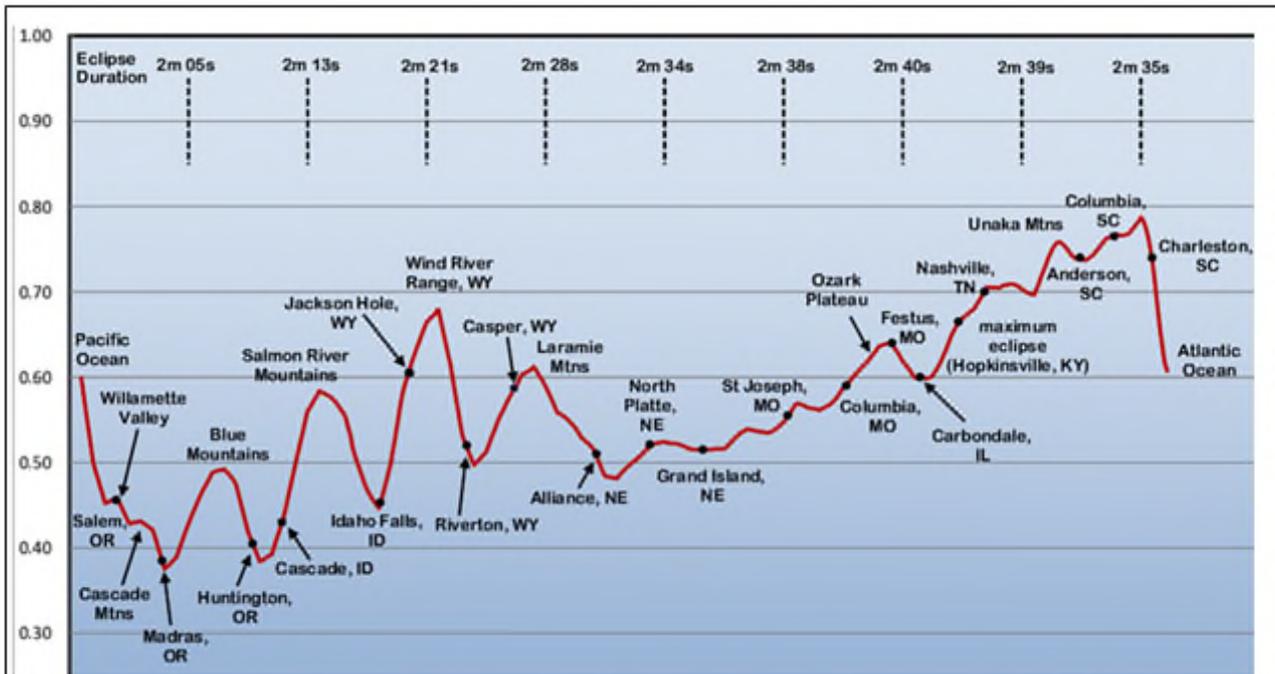


Fig. 120 – Eclisse totale di Sole del 21 Agosto 2017: condizioni meteo e durata della totalità sul territorio statunitense. La linea rossa rappresenta il percorso della fascia di totalità da ovest ad est attraverso le principali città interessate, fornendo il valore di nuvolosità media statistica lungo il tragitto, secondo i valori indicati a sinistra (sull'asse delle ordinate). In alto (lungo l'asse delle ascisse) è invece indicata la durata / la variazione della totalità lungo il percorso.

- **2019 Luglio, 02** – Eclisse totale che interesserà Cile e Argentina. Greatest Eclipse con una totalità di 4' e 33" e magnitudine di 1.036; il maggiore oscuramento sulla terraferma si potrà osservare sulla costa cilena in prossimità della località di La Higuera (poco a nord di La Serena / Coquimbo) con 2' 36" (Fig. 121). Anche in questo caso gran parte dell'evento non è osservabile dalla terraferma: solo dal Sud America ciò sarà possibile, ma con il sole al tramonto piuttosto basso sull'orizzonte.



Fig. 121 – Percorso della totalità per l'eclisse di Sole del 2 luglio 2019.

- **2020 Dicembre, 14 – Eclisse totale** di Sole che attraverserà di nuovo Cile e Argentina del sud (totalità 2' 10" e magnitudine 1.025) Sarà sicuramente un evento più che meritevole di un viaggio molto interessante sia dal punto di vista astronomico che turistico: anche questa volta infatti gran parte della fascia di visibilità interesserà gli oceani (Fig. 122), ma il punto di "Greatest Eclipse" cadrà in pieno territorio argentino con il Sole ad una altezza di oltre 72 gradi sull'orizzonte nel momento della totalità, la cui durata lungo tutta le Center Line che attraverserà Cile e Argentina del Sud sarà superiore ai 2' 08". Oltretutto ricordiamoci che in Sud America a dicembre siamo praticamente in estate!

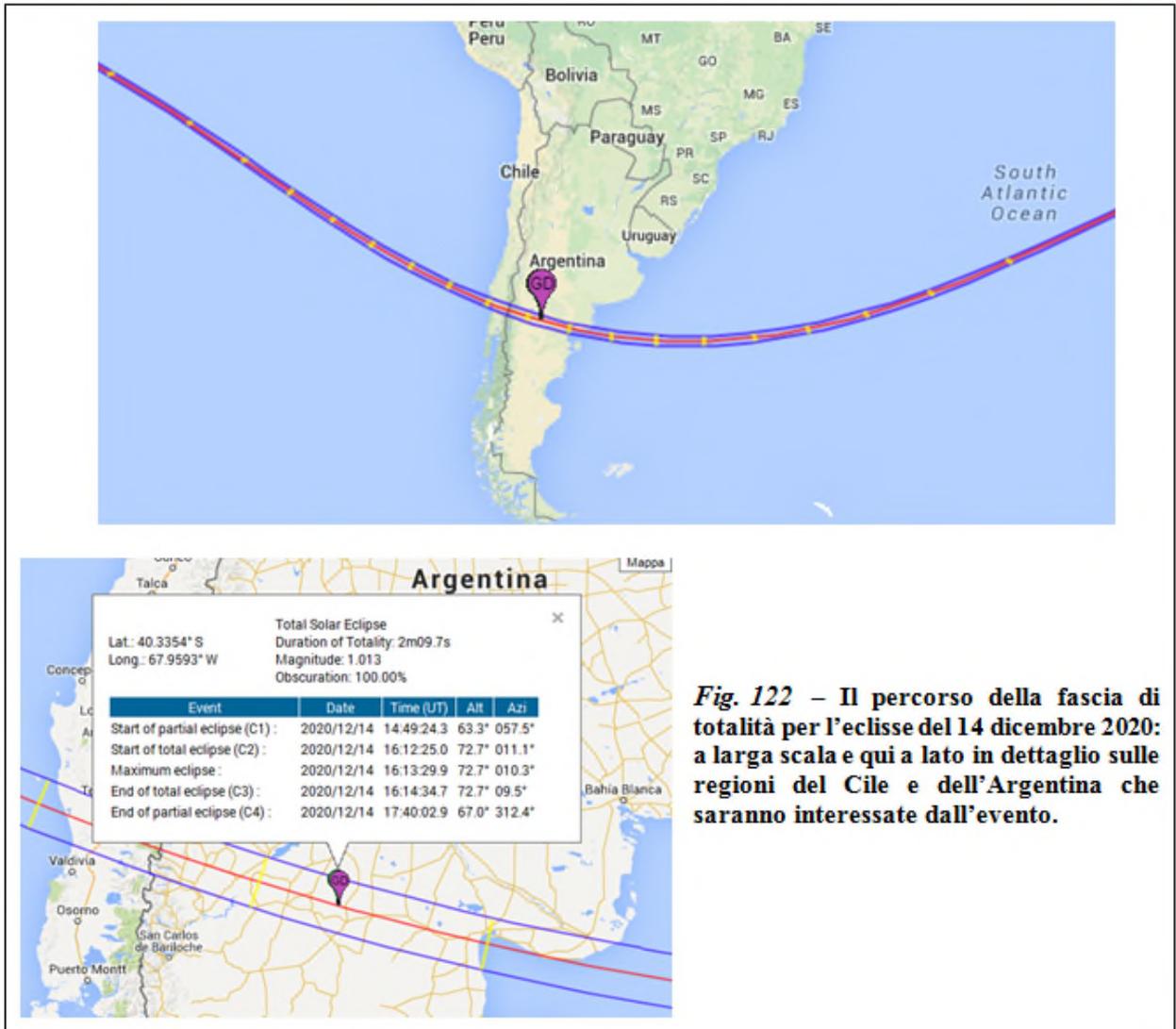


Fig. 122 – Il percorso della fascia di totalità per l’eclisse del 14 dicembre 2020: a larga scala e qui a lato in dettaglio sulle regioni del Cile e dell’Argentina che saranno interessate dall’evento.

GUIDA ALL'OSSERVAZIONE DEL CIELO AUSTRALE

ELENCO IN ORDINE ALFABETICO DELLE COSTELLAZIONI SITUATE A DECLINAZIONE INFERIORE DI -20° , CON L'INDICAZIONE DEI RISPETTIVI OGGETTI NOTEVOLI.

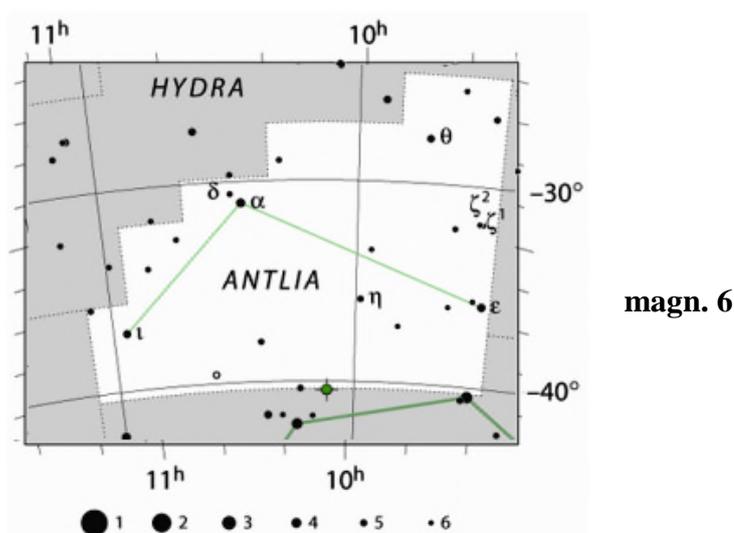
(A cura di Alberto Villa)

- mai visto prima (o soltanto poche volte) e per il quale pertanto non sussistono gli usuali punti di riferimento;
- nel quale oggetti che alle nostre latitudini si trovano in prossimità dell'orizzonte (e sono pertanto difficilmente osservabili per un breve periodo dell'anno) saranno molto alti in cielo e quindi in condizioni ottimali di visibilità.

Per praticità di utilizzo le costellazioni sono elencate in ordine alfabetico, ognuna con la relativa mappa; il testo segnala gli oggetti osservabili ad occhio nudo o con il binocolo (in postazione fissa su treppiede!), e fotografabili con la strumentazione "leggera" che un viaggio in aereo consente di trasportare. Da tenere sempre in considerazione che la possibilità di poter utilizzare il moto orario per la fotografia consente di ottenere risultati considerevoli anche con focali piuttosto corte (almeno se paragonate con quelle di un telescopio).

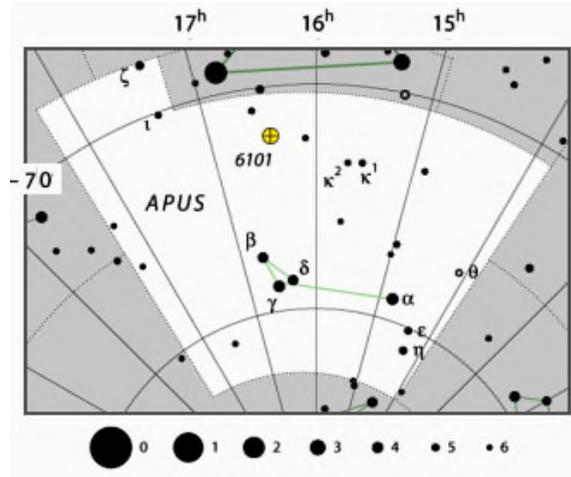
ANTLIA (Pompa pneumatica)

- stella doppia $\zeta 1$ e $\zeta 2$ (zeta) di (binocolo)



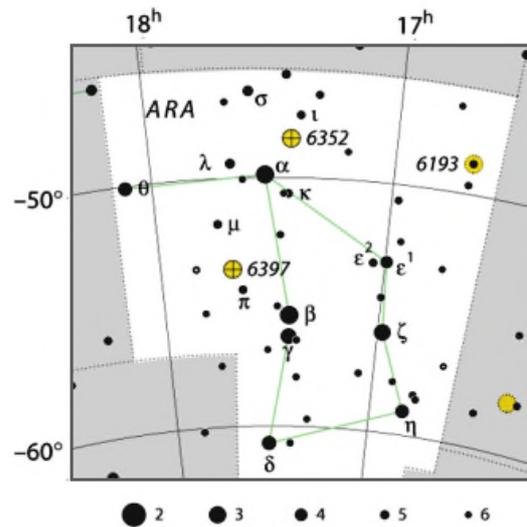
APUS (Uccello del Paradiso)

- **stella doppia $\delta 1$ e $\delta 2$ (delta)** di magn. (binocolo). Nome proprio Apodis.



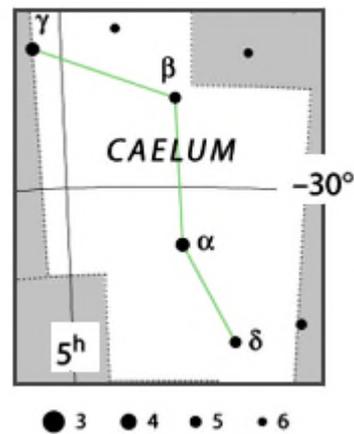
ARA (Altare)

- **NGC 6397** ammasso globulare magn. 7 (binocolo)

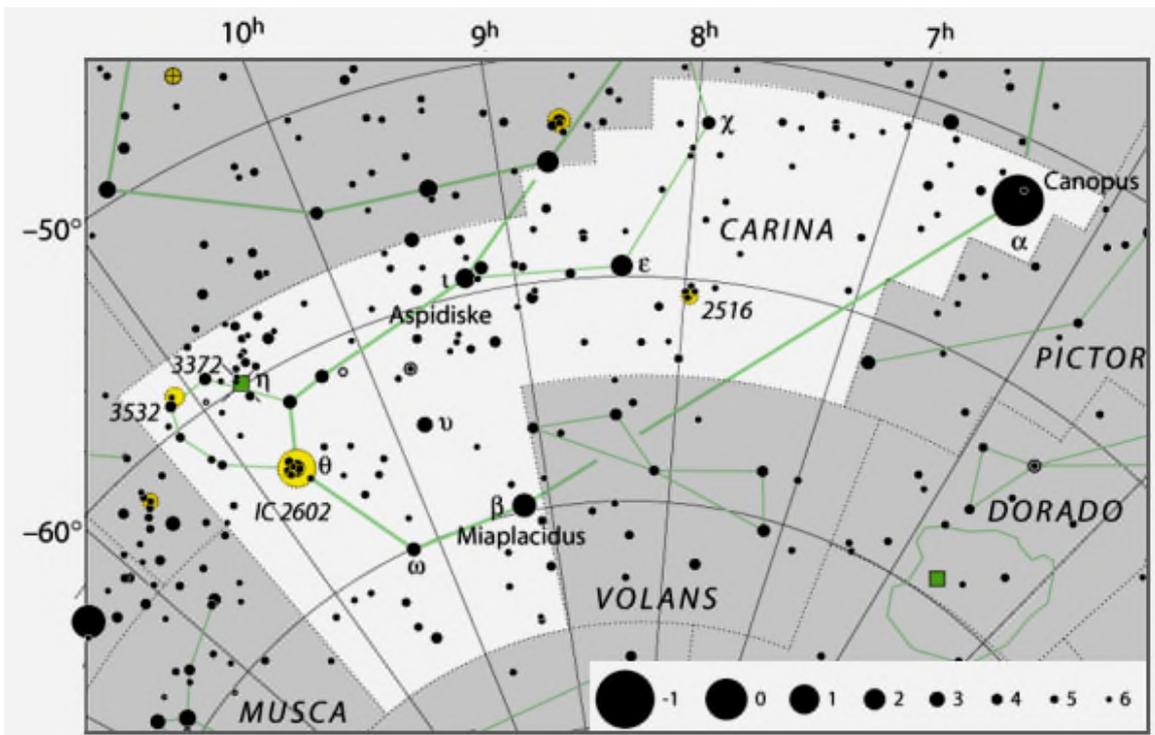


CAELUM (Bulino)

- N.N.



CARINA (Carena)



- **stella variabile η (eta) Carinae**: è una delle stelle dal comportamento più anomalo che si conosca. Nel 1843 s'illuminò fino a raggiungere la magn. -1, ma ora si è assestata intorno alla magn. 6 o 7. Si trova all'interno della nebulosa NGC 3372 (vedi oltre) e si ritiene che sia una supergigante instabile con una massa superiore alle 100 masse solari.

- **NGC 3372** o nebulosa **η (eta) Carinae**: è una nebulosa diffusa visibile a occhio nudo, più grande di quella di Orione, divisa da una traccia di polvere scura a forma di "V". Contiene la variabile dalla quale prende il nome, che si trova nella parte centrale più brillante della nebulosa, nei pressi di una macchia scura chiamata – per la sua forma – "Buco della serratura". E' una zona densa di stelle da osservare con il binocolo.



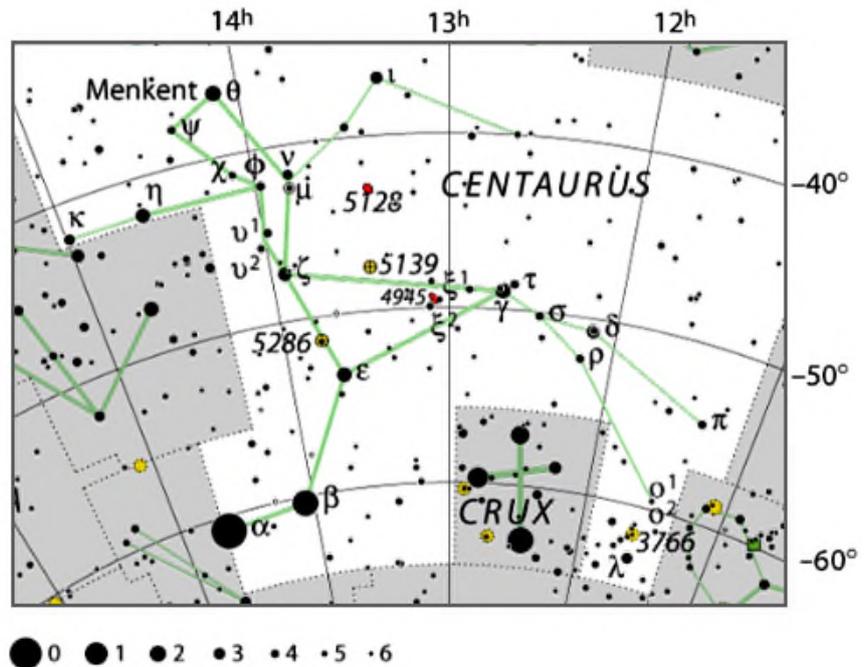
- **IC 2602** è un ammasso aperto grande e splendente simile alle pleiadi, che ha al centro la stella bianco-azzurra di magn. 3 θ (theta) Carinae. Contiene stelle visibili a occhio nudo, e molte di più se ne possono vedere con binocoli o piccoli telescopi sparse su 1° di cielo.



- **NGC 3532** è un grande ammasso aperto osservabile col binocolo di 150 stelle di magn. 6 o più deboli; appare assai ricco nei piccoli telescopi. Una stella arancione di magn. 4 posta sul bordo sembra appartenere all'ammasso, ma è molto più distante.

- **NGC 2516** ammasso aperto magn. 5 (binocolo)

CENTAURUS
(Centauro)



- **NGC 5139**, noto anche come **ω (omega) Centauri**. E' l'ammasso globulare più grande e brillante del cielo, con una superficie superiore a quella della Luna. Ad occhio nudo appare come una stella soffusa di magn. 4 leggermente ellittica. Piccoli telescopi e binocoli riescono a risolvere le regioni esterne come una massa granulare di stelle scintillanti. E' uno degli ammassi globulari più vicini a noi (16.000 a.l.).

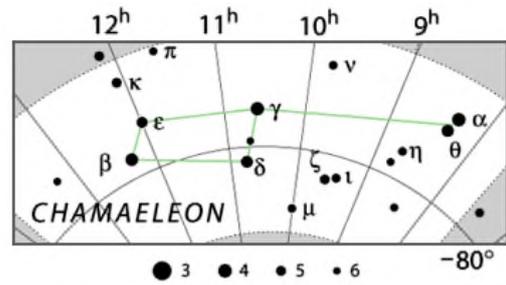


- **NGC 5128** è una galassia peculiare conosciuta anche come la radiosorgente Centaurus A, ed è visibile con binocoli o piccoli telescopi come una macchia diffusa di magn. 7. Le fotografie a lunga posa rivelano che si tratta di una gigantesca galassia ellittica, attraversata da una banda di polveri scure. E' una delle radiosorgenti più intense e dista 15 milioni di a.l.



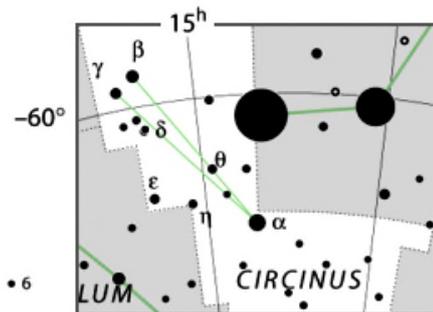
CHAMAELEON (Camaleonte)

- N.N.



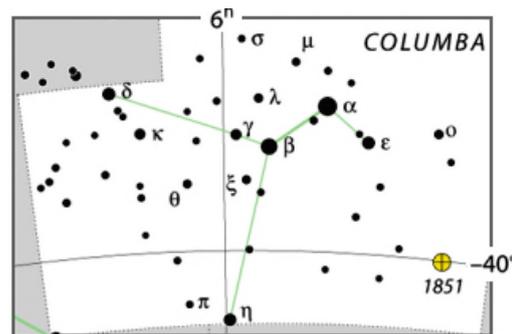
CIRCINUS (Compasso)

- N.N.

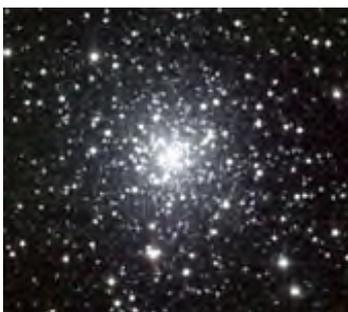
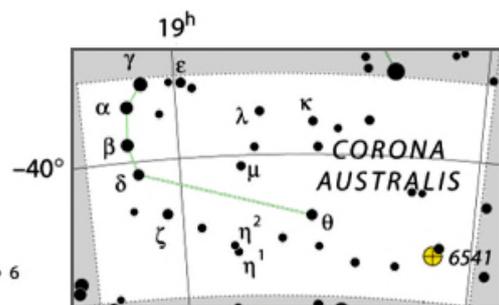


COLUMBA (Colomba)

- N.N.

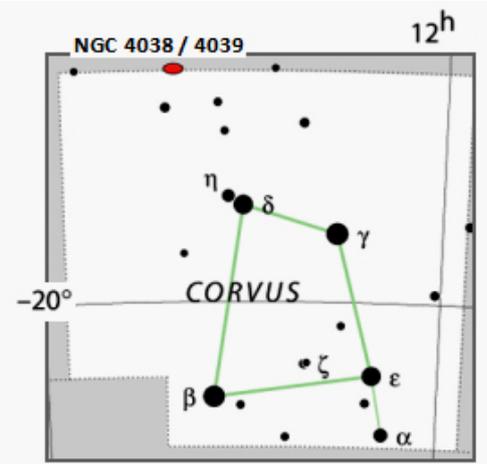


CORONA AUSTRALIS (Corona Australe)



- **NGC 6541** ammasso globulare magn. 6 (binocolo)

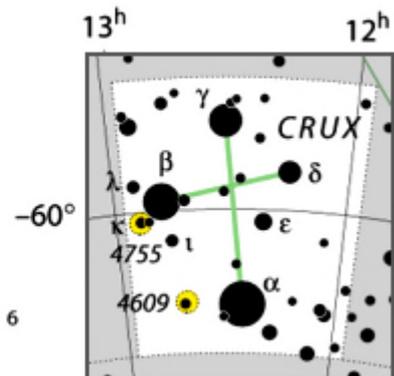
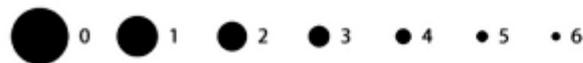
CORVUS (Corvo)



- **NGC 4038 / 4039** pur essendo al limite della visibilità con un buon binocolo (magn. 10,8), cono da citare in quanto si tratta delle famose “antenne” (per la loro forma) generate da un processo di interazione che dura ormai da centinaia di milioni di anni e che ha prodotto enormi zone di formazione stellare estremamente attive (starburst).



CRUX (Croce del Sud)

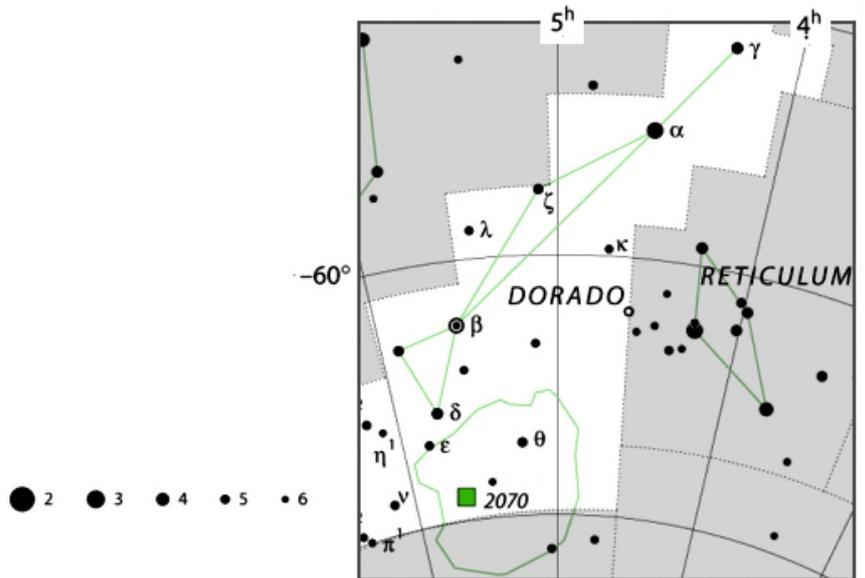


- **NGC 4755** ammasso aperto “Lo Scignano” con stelle di magn. 6 (occhio nudo / binocolo)

- **SACCO DI CARBONE**, nebulosa oscura sullo sfondo della Via Lattea



DORADO (Dorado)



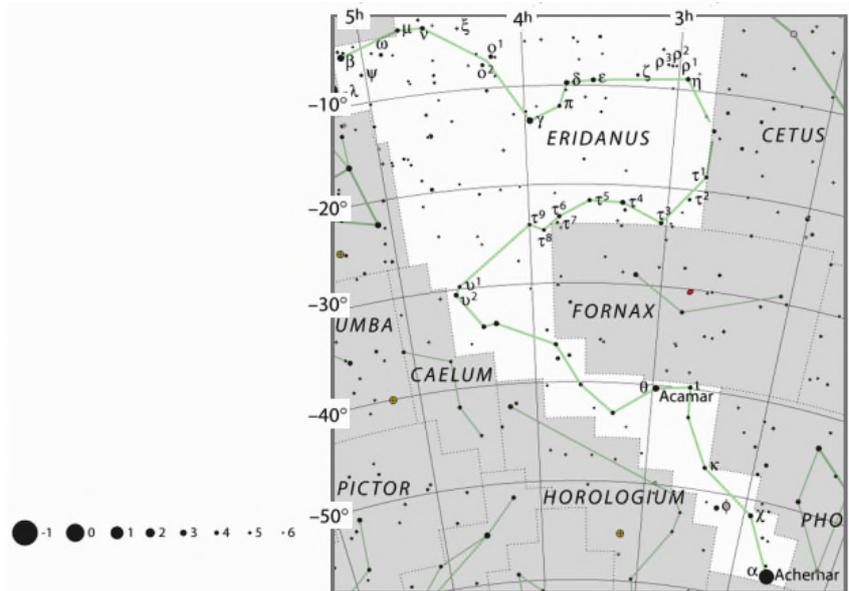
- **La Grande Nube di Magellano** è una galassia di forma irregolare distante circa 180.000 a.l. e contiene forse 10 miliardi di stelle (meno del dieci per cento rispetto alla nostra galassia). E' visibile a occhio nudo come una macchia diffusa col diametro di 6°, simile a una porzione staccata della Via Lattea. Binocoli e telescopi ne mostrano la ricchezza di stelle, ammassi e nebulose.



- **NGC 2070** E' una nube splendente di idrogeno nella Grande Nube di magellano. Viene detta popolarmente la **nebulosa Tarantola** a causa della sua forma simile a un ragno, ed è visibile ad occhio nudo come una stella sfuocata. Se fosse alla stessa distanza della nebulosa di Orione (2.000 a.l.), apparirebbe estesa come l'intera costellazione di Orione.

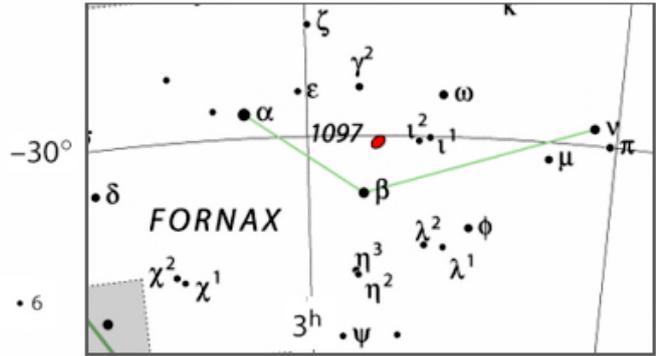
ERIDANUS (Eridano)

- N.N.



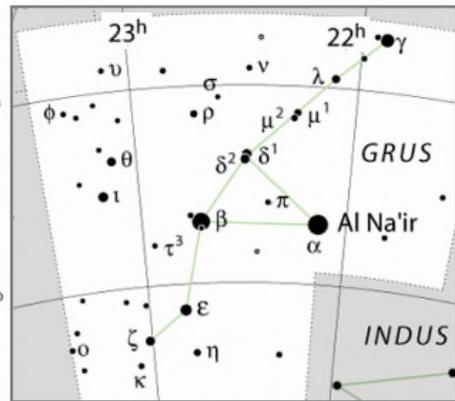
FORNAX (Fornace)

N.N.



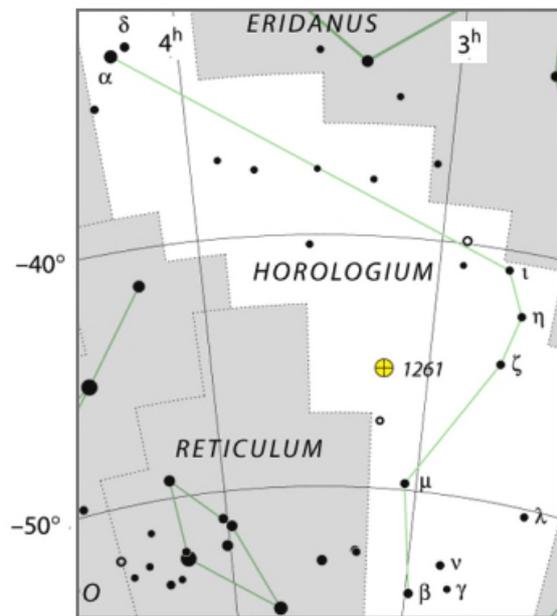
GRUS (Gru)

- **stella doppia δ Gruis** (delta) di magn. 4
(occhio nudo / binocolo)

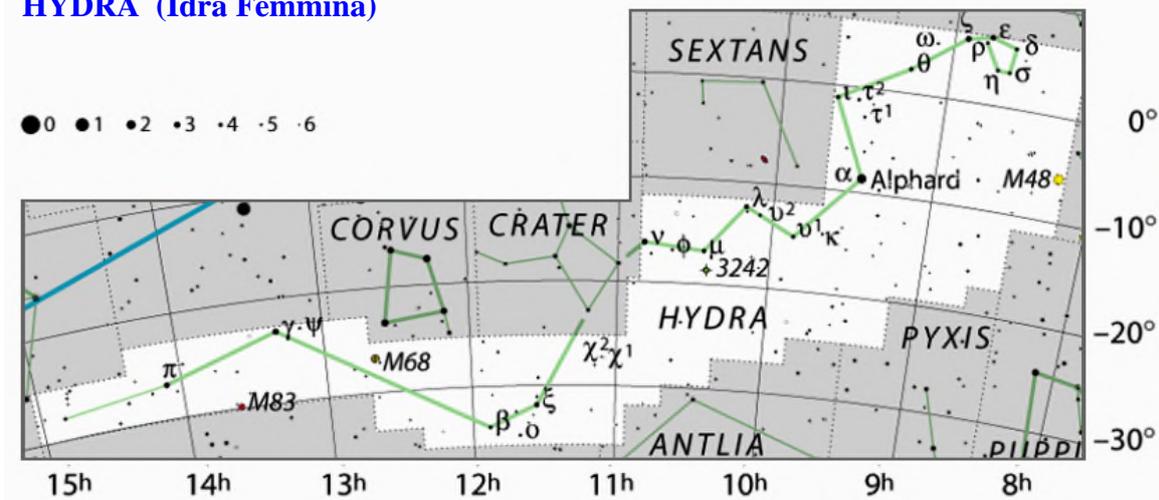


HOROLOGIUM (Orologio)

- N.N.



HYDRA (Idra Femmina)



- **M 83** E' una galassia spirale barrata situata nella coda dell'Hydra circa a 19° a sud di Spica (la stella più luminosa della Vergine / Virgo). E' molto estesa ed ha magnitudine 8,5 (binocolo).



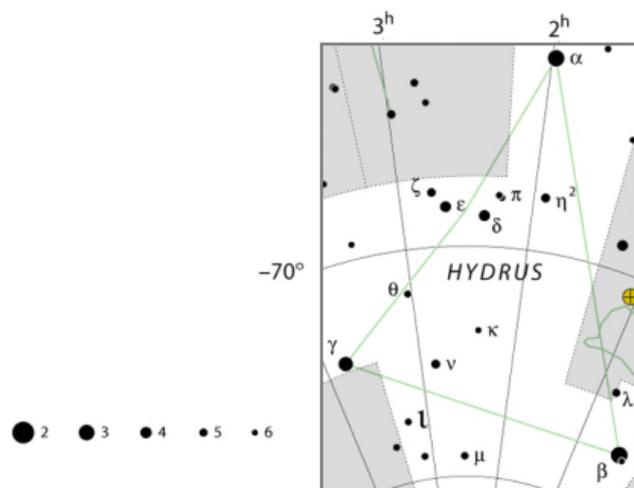
- **M 68** E' un ammasso globulare molto esteso e molto ricco di stelle. Ha magnitudine 8.2 ed è osservabile con un binocolo.

- **M 48** E' un ammasso aperto molto esteso e molto ricco di stelle. Ha magnitudine 5.8 (al limite della visibilità ad occhio nudo) ed è molto bello se osservato con un binocolo

.

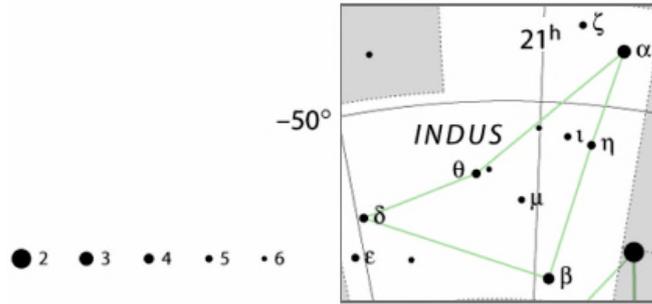
HYDRUS (Idra Maschio)

- N.N.

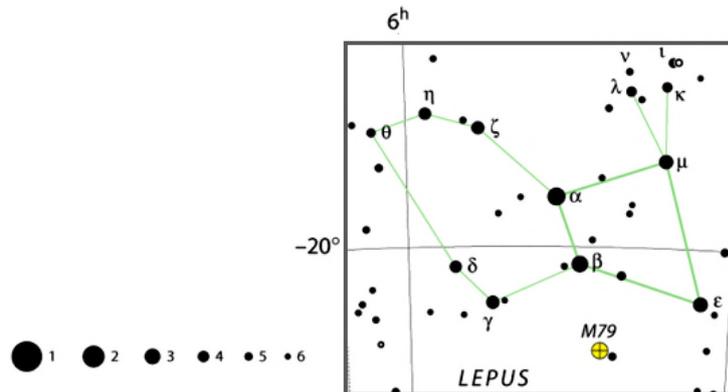


INDUS (Indiano)

- N.N.



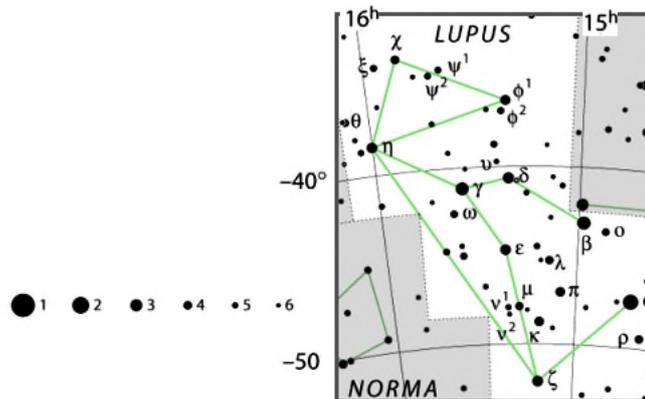
LEPUS (Lepre)



- **M 79** E' un ammasso globulare discretamente esteso, ricco di stelle con una pronunciata condensazione nel nucleo. Ha magnitudine 8.0 ed è osservabile con un binocolo.

LUPUS (Lupo)

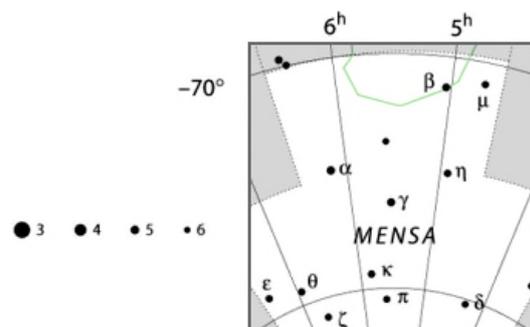
- N.N.



MENSA (Mensa)

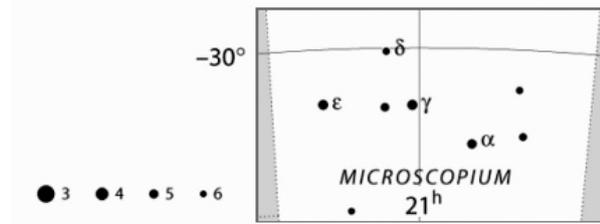
- N.N.

- comprende una parte della **Grande Nube di Magellano** (vedi cost. Dorado)



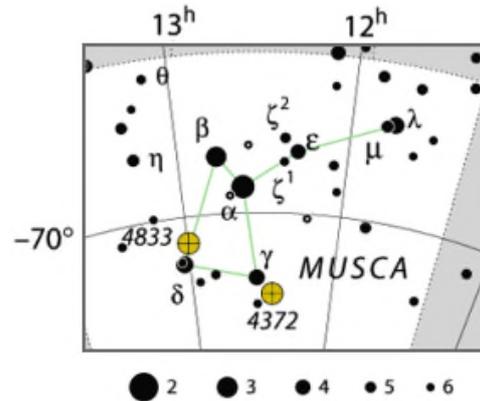
MICROSCOPIUM (Microscopio)

- N.N.



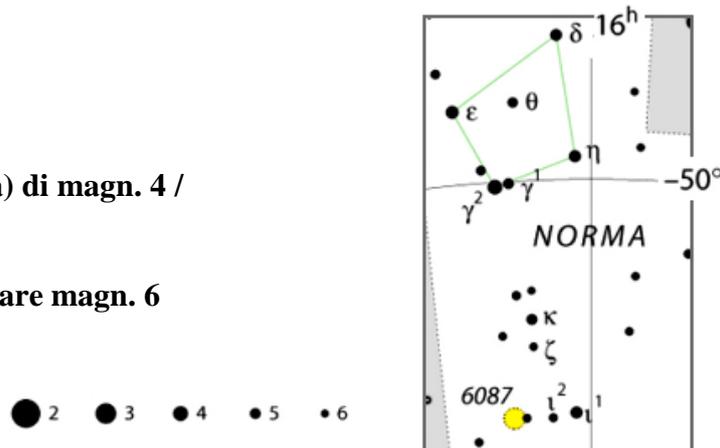
MUSCA (Mosca)

- **NGC 4833** E' un ammasso globulare piuttosto luminoso magn. 7.4 con una accentuata concentrazione di stelle nel nucleo (binocolo).
- **NGC 4372** E' un ammasso globulare più evanescente ed esteso del precedente. Ha magn. 7.8 (binocolo).



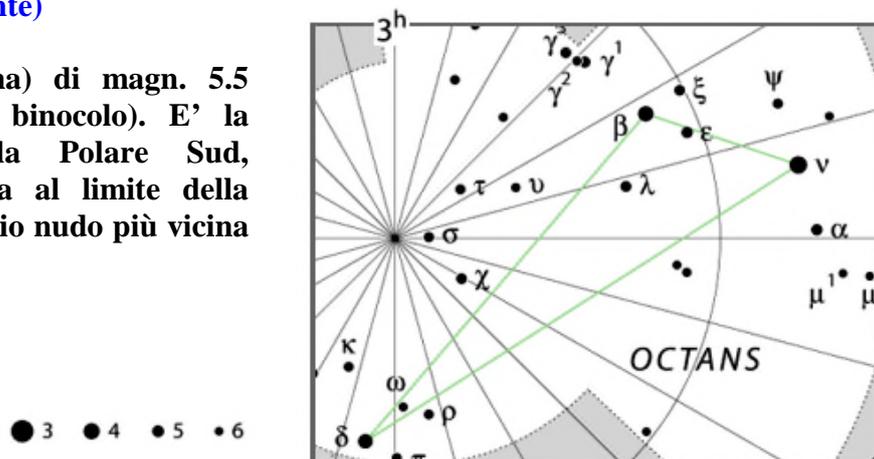
NORMA (Regolo)

- **stella doppia gamma1 e gamma2** (gamma) di magn. 4 / 5 (occhio nudo / binocolo)
- **NGC 6087**: ammasso globulare magn. 6 (binocolo)



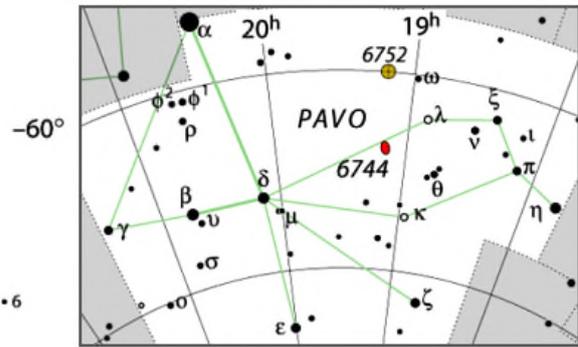
OCTANS (Ottante)

- **stella sigma** (sigma) di magn. 5.5 (occhio nudo / binocolo). E' la cosiddetta Stella Polare Sud, essendo la stella al limite della visibilità ad occhio nudo più vicina al PSC.



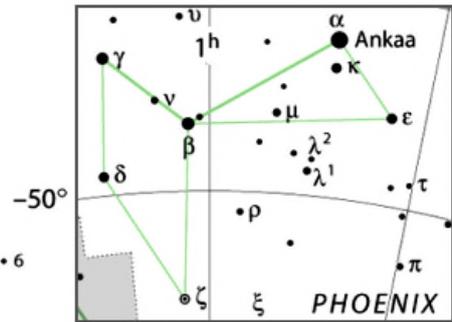
PAVO (Pavone)

- **NGC 6752** ammasso globulare magn. 7
(binocolo)



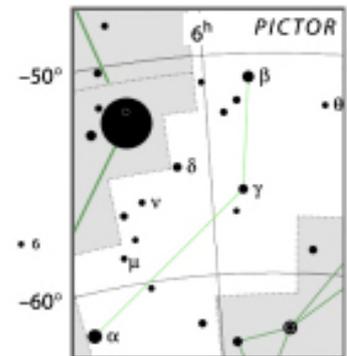
PHOENIX (Fenice)

- N.N.



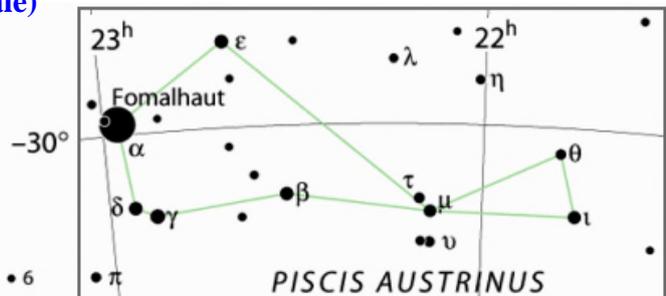
PICTOR (Cavalletto del pittore)

- N.N.



PISCIS AUSTRINIUS (Pesce Australe)

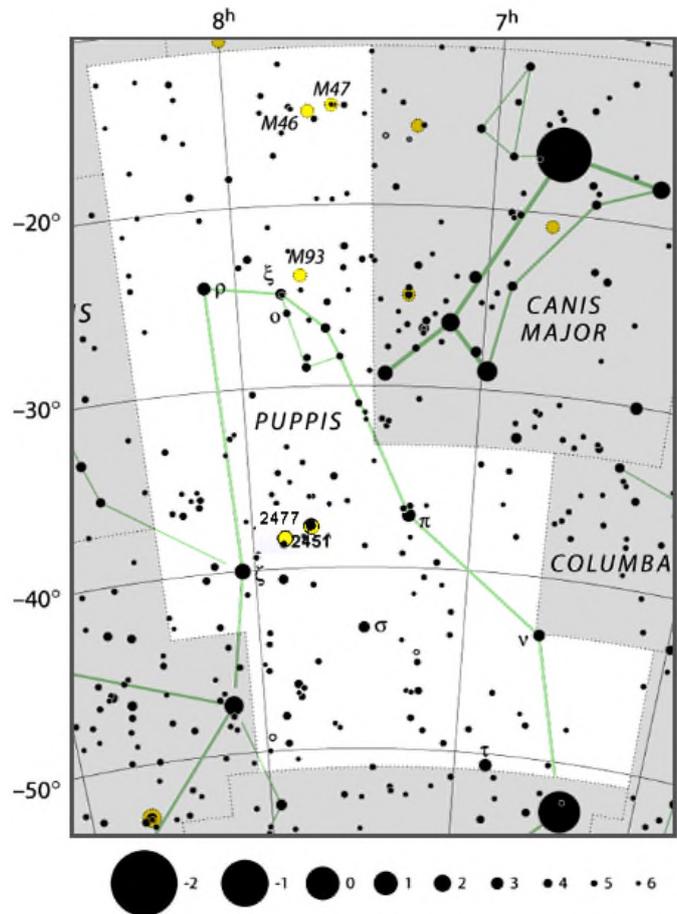
- N.N.



PUPPIS (Poppa)

- **M 46**: ammasso aperto di magn. 6.1, esteso e ricco di stelle (binocolo). Al suo interno si trova la nebulosa planetaria NGC 2438 visibile almeno con un piccolo telescopio.

- **M 47**: ammasso aperto di magn. 6.1 situato a poco più di un grado ad ovest M 46; meno ricco di stelle rispetto ad M 46, ma più esteso. Molto suggestiva la **visione d'insieme di M 46 e M 47** (binocolo).



- **M 93**: ammasso aperto di magn. 6.2, esteso e piuttosto ricco con una condensazione centrale (binocolo).

- **stella doppia ξ (xi) Puppis** è una supergigante gialla di magn. 3 con un compagno arancio di magn. 5: ben visibili al binocolo.

- **stella doppia k Puppis** è una bella coppia di stelle bianco azzurre di magn. 4 (binocolo)

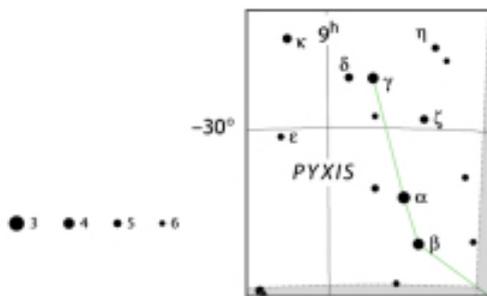
- **NGC 2451**: ammasso aperto di magn. complessiva 2.8, con una supergigante all'interno (occhio nudo / binocolo).

- **NGC 2477**: ammasso aperto di magn. 5.8, esteso e molto ricco di stelle (binocolo)



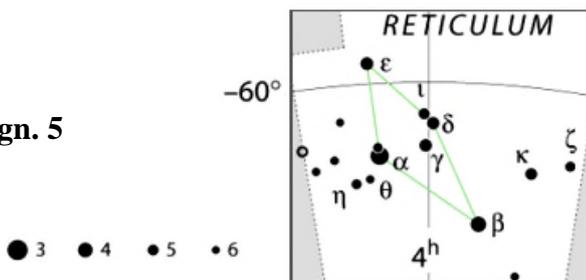
PYXIS (La Bussola)

- NN

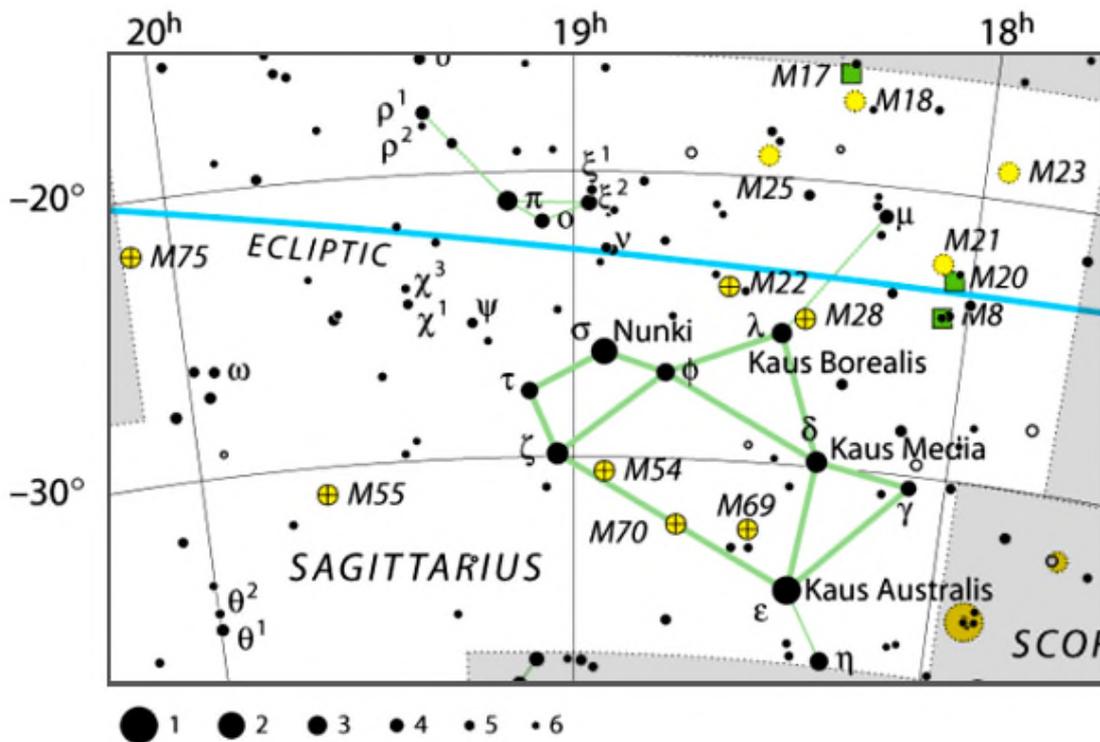


RETICULUM (Reticolo)

- **stella doppia ζ Reticuli** (zeta) di magn. 5
(occhio nudo / binocolo)



SAGITTARIUS (Sagittario)



Proiettata sullo sfondo di una zona molto prossima al nucleo della Via Lattea, il Sagittario è una delle costellazioni più popolate di oggetti molto interessanti per l'osservazione. Dalle nostre latitudini è visibile ma sempre piuttosto basso sull'orizzonte; la possibilità di osservarlo ad occhio nudo in prossimità dello zenit sullo sfondo di una Via Lattea che aumenta di luminosità man mano che appare sempre più alta in cielo, lo rende spettacolare e praticamente

irricognoscibile anche all'occhio esperto di un astrofilo ... provare per credere!!!

- **M 18, M 21, M 23, M24 e M 25** sono una serie di ammassi aperti più o meno estesi e luminosi (magnitudine da 5.5 a 11) da osservare con un binocolo.

- **M 28, M 54, M 55, M 69, M 70 e M 55** sono invece una serie di ammassi globulari di magnitudine compresa tra 6.9 e 8.6: da osservare con il binocolo.

- **M 22** è un ammasso globulare che merita un commento a parte: con la sua magn. di 5.1 è il terzo in ordine di luminosità di tutto il cielo dopo Omega Centauri e 47 Tucanae. Se non fosse per la luminosità della Via Lattea sullo sfondo, sarebbe immediatamente visibile ad occhio nudo. Bellissimo con un binocolo e spettacolare al telescopio!



- **M 17** è la nota nebulosa “Cigno” od “Omega”: essendo nella parte più settentrionale della costellazione, è discretamente visibile anche dalle nostre latitudini. Da osservare almeno con binocolo.

- **M 8** (in basso nell'immagine a destra) è la nota nebulosa “Laguna”: si riconosce facilmente ad occhio nudo come una macchia più luminosa nella Via Lattea. Si compone in pratica di uno splendido ammasso aperto circondata da una delle nebulose diffuse più luminose di tutto il cielo. Splendida con un binocolo.

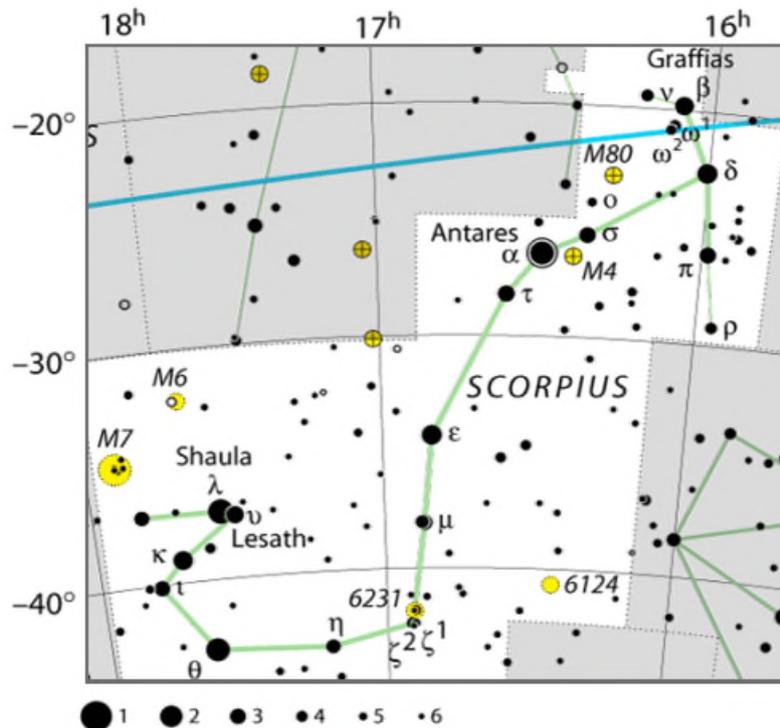
- **M 20** (in alto nell'immagine a destra) è nota anche con il nome di nebulosa “Trifida”, caratterizzata dalle tre bande scure che la attraversano e dalla porzione che appare in fotografia di colore azzurro. Meno spettacolare della Laguna, ma la visione d'insieme al binocolo di M 8 e di M 20 è splendida!:



SCORPIUS (Scorpione)

Per quanto riguarda la sua visibilità, vale quanto già detto a proposito del Sagittario.

- **M 6 ed M 7** sono due brillanti ammassi aperti situati vicino alla coda dello Scorpione. Il primo è di magn. 4.2 ed il secondo di magn. 3.3, e pertanto entrambi sono ben riconoscibili anche ad occhio nudo, sebbene la loro visione (soprattutto d'insieme) al binocolo sia veramente suggestiva. M 7 è anche chiamato "l'ammasso di Tolomeo" perché fu proprio Claudio Tolomeo a darne una prima descrizione "ufficiale"



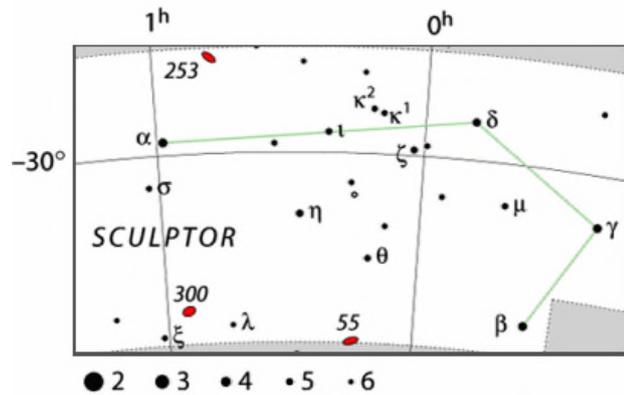
- **M 4** è un ammasso globulare classificato in un primo tempo come ammasso aperto per la non eccessiva concentrazione di stelle nel suo nucleo. Con la magn. Di 5.9 è al limite delle visibilità ad occhio nudo e si osserva agevolmente con il binocolo, appena ad est di Antares.

- **M 80** è un altro ammasso globulare che ha una struttura opposta a quella di M 4, essendo infatti caratterizzato da un nucleo molto denso. Ha magn. 7.9 e si osserva almeno con un binocolo.



SCULPTOR (Scultore)

- **NGC 55** è una galassia a spirale situata nella parte sud della costellazione. Estesa e discretamente luminosa per questo tipo di oggetti (magn. 8.3) evidenzia tre condensazioni una delle quali è il suo nucleo. Si può scorgere con un binocolo.



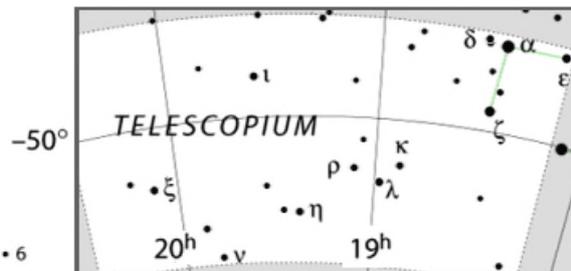
- **NGC 300** è una galassia a spirale discretamente luminosa ed estesa. Ha magn. 9 e può essere individuata con l'utilizzo di un binocolo.

- **NGC 253** è un oggetto veramente notevole per essere una galassia: si tratta di una spirale vista quasi di taglio, molto estesa. Ha magn. 7.8 ed un buon binocolo in postazione fissa ne fornisce una visione già molto interessante.



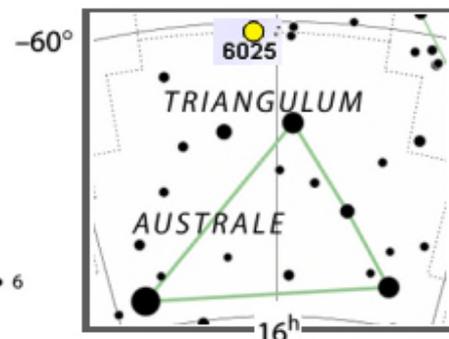
TELESCOPIUM (Telescopio)

- **stella doppia $\delta 1$ e $\delta 2$** (delta) di magn. 5 (binocolo)



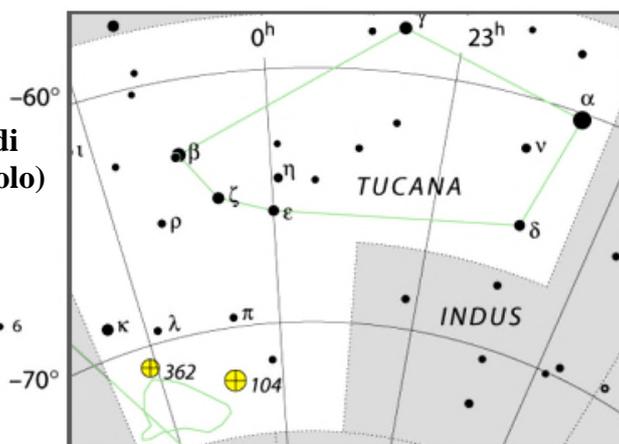
TRIANGULUM AUSTRALE (Triangolo Australe)

- **NGC 6025** ammasso aperto di circa 30 stelle magn. 7 (binocolo)



TUCANA (Tucano)

- **stella doppia β Tucanae** (beta) di magn. 4 / 5 (occhio nudo / binocolo)



- **NGC 104 - (47 Tucanae)** viene considerato il secondo tra gli ammassi globulari più belli di tutto il cielo, superato soltanto da ω (omega) Centauri (vedi costellazione del Centaurus). E' visibile a occhio nudo come una stella sfuocata di magn. 5. Il binocolo mostra chiaramente l'aumento di splendore verso il nucleo dell'ammasso, mentre i telescopi con apertura di 100mm riescono ad evidenziare lo splendore delle 100.000 o più stelle. L'ammasso copre quasi 0,5° di cielo e serve come test per ogni genere di strumento. E' un ammasso globulare relativamente vicino, a circa 20.000 a.l. di distanza.



- **NGC 292 (Piccola Nube di Magellano)**: è la più piccola delle due galassie compagne della nostra Via Lattea, e anche la più distante con i suoi 230.000 a.l. E' visibile a occhio nudo come una macchia soffusa di 3° di estensione. I binocoli e i telescopi ne risolvono le stelle singole, gli ammassi e le nebulose diffuse.

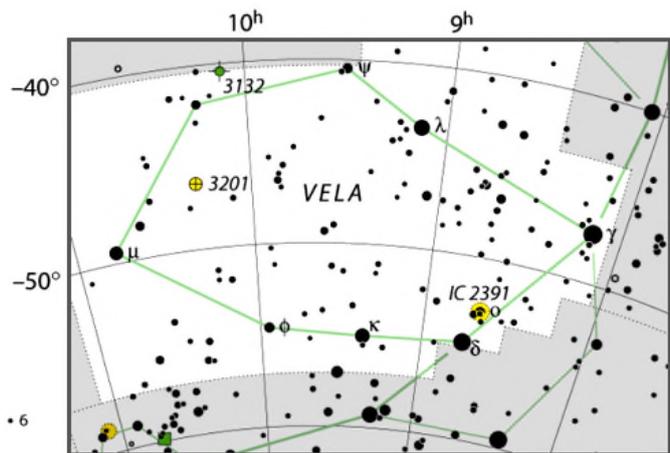


- **NGC 362** è un ammasso globulare di magn. 6 visibile con il binocolo al bordo della Piccola Nube di Magellano. In realtà non fa parte della Nube ma è un oggetto del fondo cielo che si trova a 40.000 a.l. da noi.

VELA (Vela)

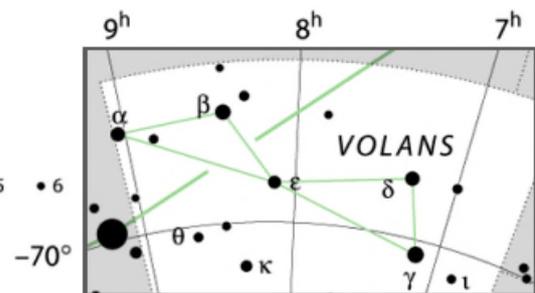
- **stella doppia γ (gamma) Velorum** di magn. 2 e 4 (occhio nudo / binocolo);

- **IC 2391** ammasso aperto magn. 4 (occhio nudo / binocolo).

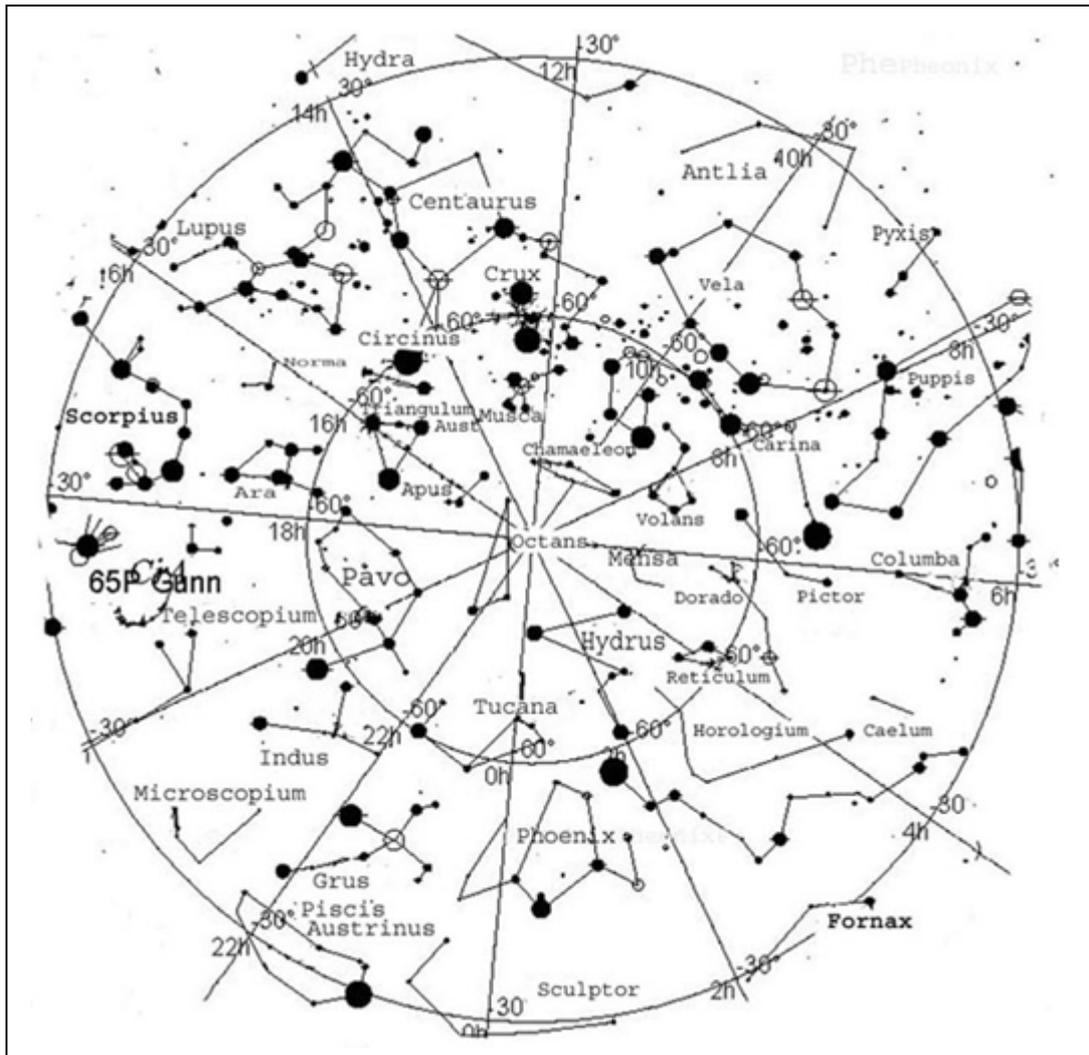


VOLANS (Pesce Volante)

- N.N.



Nella precedente trattazione sono stati messi in evidenza gli oggetti notevoli di ogni costellazione considerata, trattata in questo contesto singolarmente. La mappa di seguito riportata fornisce invece una visione d'insieme delle costellazioni che compongono l'emisfero australe (dal Polo Sud celeste alla declinazione di -30°) che ci consente di collocare e riconoscere le posizioni reciproche dei diversi asterismi.



Bibliografia:

- <http://www.mreclipse.com/>
- <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html>
- <http://home.cc.umanitoba.ca/~jander/>
- <http://www.hawastsoc.org/deepsky/>



Relazione a cura di: Alberto Villa

Presidente della AAAV - Associazione Astrofili Alta Valdera di Peccioli (PI)
(www.astrofilialtavaldera.it) nell'ambito della quale è responsabile delle sezioni:

- SPETTROGRAFIA
- ECLISSI
- PIANETI EXTRASOLARI

Osserva dall' Osservatorio "G. Galilei" del
Centro Astronomico di Libbiano (B33)
Cell.: +39 340 5915239 / E-mail: vilalber@tin.it

Recapiti :



TOA - Tour Operator Associati

Via Roma 61a - 40012 Calderara di Reno (BO)
Tel. +39 051 6415106 / Fax +39 051 402715
Persona di riferimento:
Sig.a Tania Castelli - tania.c@toassociati.com

Direzione:
Via Flaminia 104 - 00060 Castelnuovo di Porto (RM)
Tel. +39 06 90190016 / Fax +39 06 90169420
www.toassociati.com - toa@toassociati.com