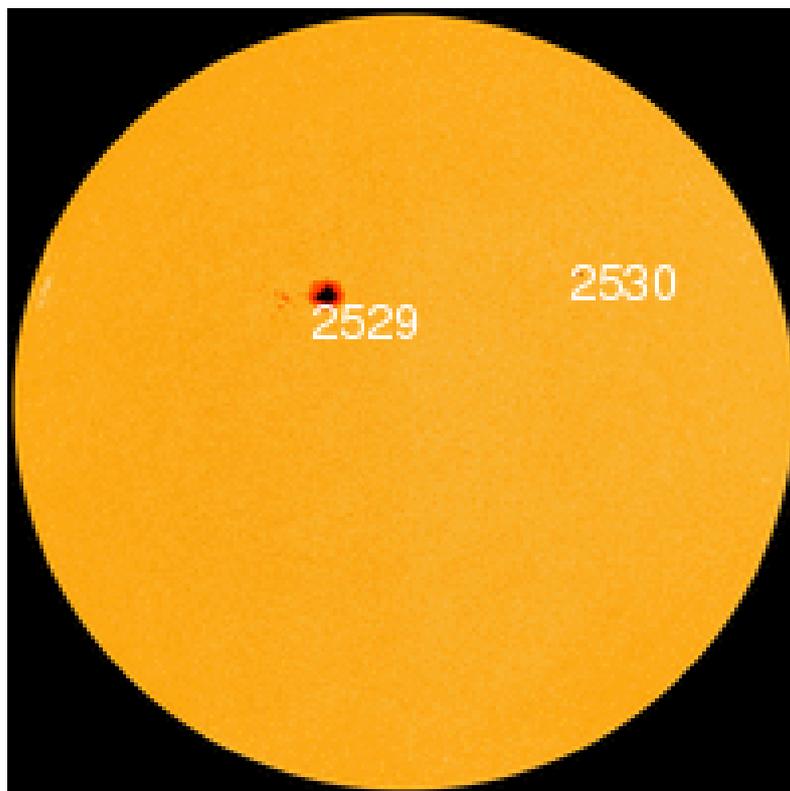


# IL SOLE CI AMA E CE LO DICE COL "CUORE"

## LA MACCHIA SOLARE AR 2529



## MISURE SULLA MACCHIA SOLARE AR2529

A cura di Giuseppe Giliberto

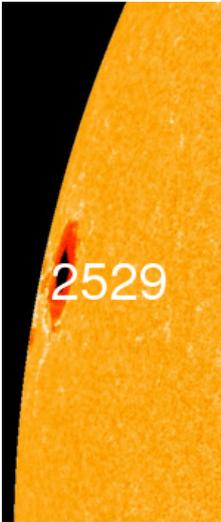
ACA: Associazione Cernuscese Astrofili

Cernusco S/N 24/06/2016

## IL SOLE CI AMA E CE LO DICE COL “CUORE”

### LA MACCHIA SOLARE AR 2529

Dall’inizio del mese di Aprile 2016, precisamente dal giorno 8, si stava formando sulla superficie solare una grande macchia solare, AR2529, la più grande del 2016 è tra le più grandi di tutto l’attuale ciclo solare 24.



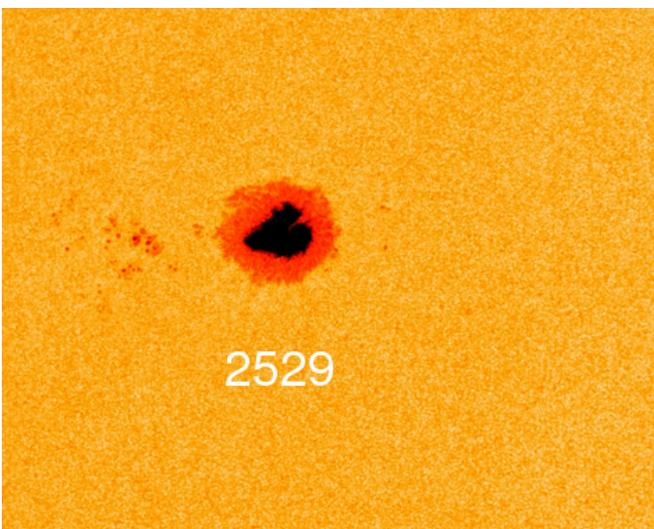
Apparizione della AR 2529 il 08/04/2016

Come si nota nell’immagine non era ancora ben visibile nella sua reale forma ma vista alcuni giorni dopo, il 13 aprile, ci apparve in tutto il suo splendore e forma, forma di “cuore”.

### Il sole ci ama e ce lo dice col cuore?

A parte queste considerazioni sentimentali mi propongo in questa breve descrizione di informare su alcuni aspetti fisico-astronomici riguardante le macchie solari e precisamente in particolare:

1. il principale effetto sulla superficie del sole con la presenza di macchie solari di una certa entità come la AR 2529 e la ripercussione sulla Terra.
2. la stima delle dimensioni lineari e dell’area della macchia solare Ar 2529.



Forma della AR2529 il 13/04/2016

## 1. Macchie solari e campo magnetico connesso

Le macchie solari sono sede di intensi campi magnetici ( intensità di 3000-5000 G) che nascono aggrovigliati in un intreccio di polarità positiva e negativa; quando queste polarità entrano, diciamo, in corto circuito(è questa la ricombinazione magnetica cui sono riconducibili fenomeni come: flares, aurore polari, interruzione delle code di ioni delle comete) si verifica l'esplosione verso l'esterno della superficie solare del plasma che era concatenato con le linee del campo magnetico; questa esplosione è chiamata brillamento (flares) che assume diverse forme e lunghezze nello spazio circostante l'atmosfera solare. Il brillamento genera una violenta emissione di radiazione elettromagnetica il cui spettro può contenere dalle onde radio ai raggi X e gamma in base alla energia emessa e su questo i brillamenti sono classificati in classi. La macchia solare AR 2529 il giorno 17 aprile 2016 ha generato brillamenti di classe M6.7 sulla base dei rilievi operati dalla sonda SDO (Solar Dynamic Observatory). I flares di classe M6.7 sono di piccola intensità e non hanno conseguenze significative sulla terra.

## 2. Dimensioni lineari ed area della macchia solare AR 2529.

E' possibile calcolare le dimensioni lineari e l'area di una macchia solare e di un gruppo esteso di macchie con alcuni metodi che si possono trovare su internet in siti specifici. Questi metodi si differenziano in: matematici e grafici. Alla base di questi metodi tuttavia è necessario disporre di una nitida immagine, possibilmente in formato bitmap. Nel mio tentativo di calcolo userò l'immagine del 13 Aprile 2016 della macchia solare AR 2529 ed il metodo grafico con l'applicazione di un Programma dedicato esclusivamente al sole. Con questo Programma è necessario, quindi, avere immagine bitmap e delimitata come indicato in figura allo scopo di avere un diametro che viene automaticamente definito dal Programma.

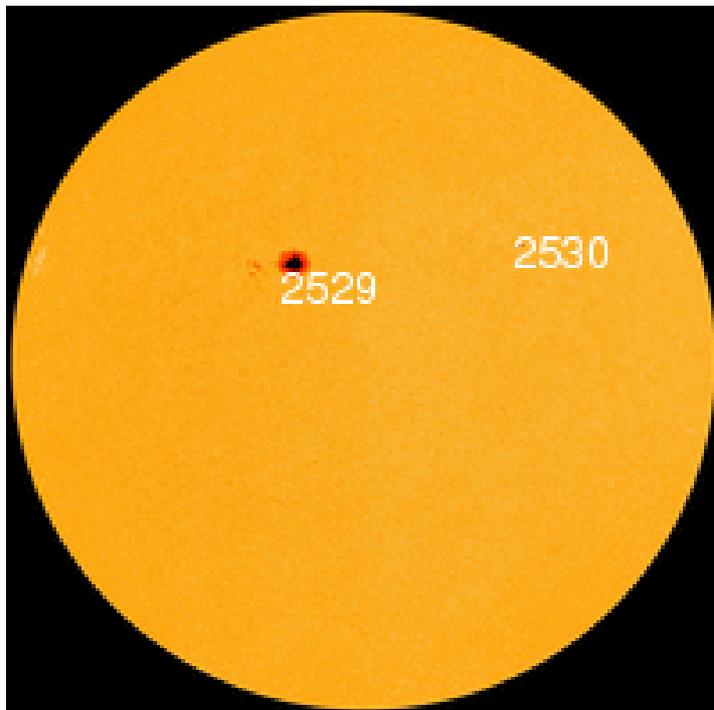


Immagine di AR2529 del 13Aprile 20162016

Viene data una sommaria indicazione dei passi utili alla determinazione delle misure essendo tuttavia necessario prendere visione ed esplorare il Programma.

L'immagine scelta viene caricata sulla schermata frontale fornita dal Programma che la calibra automaticamente ( ne determina il diametro di lavoro).

Il calcolo della lunghezza viene eseguito direttamente puntando i punti di inizio e di fine della distanza che si vuole misurare; il Programma dà direttamente il valore della distanza (v. immagini seguenti).

Il calcolo dell'area viene eseguito con una procedura sequenziale utilizzando il programma windows PPT (PowerPoint) ove è caricata la stessa immagine calibrata scelta che, a sua volta, viene coperta nella zona di interesse tramite una griglia calibrata trasparente. La griglia rappresenta una simulazione grafica di pixels il cui conteggio viene usato dal Programma per determinare il valore dell'area (v. immagine seguente).

Il conteggio dei pixels, **NP**, viene introdotto nel Programma che fornisce un valore, **MSS**, rappresentante la milionesima parte della superficie solare vista dalla Terra, cioè la metà della superficie solare completa, **1/2SS**; il prodotto di MSS per 1/2SS dà il valore dell'area.

Per completezza vengono presentati due serie di misure eseguite separatamente, sul gruppo macchia solare con inclusa la penombra e sulla macchia solare vera e propria(solo ombra).

Vengono qua riportati i risultati di ciascuna serie relativi a:

- La lunghezza della estensione nella direzione equatoriale e quindi longitudinale;
- La lunghezza della estensione nella direzione del meridiano e quindi latitudinale;
- L'area della superficie solare occupata.

## Grandezze Fisiche del Sole

Diametro equatoriale	$1,391 \times 10^6$ km
Diametro polare	$1,3909 \times 10^6$ km
Diametro medio	$1,3909 \times 10^6$ km
Schiacciamento	$9 \times 10^{-6}$
Superficie	$6,0877 \times 10^{12}$ kmq
Volume	$1,4122 \times 10^{21}$ kmq
Massa	$1,9891 \times 10^{30}$ kg

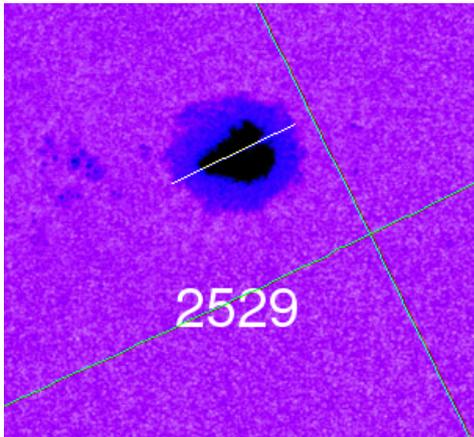
**SS =  $6.087,7 \times 10^9$  kmq = 6.087.700 milioni di kmq**

**1/2SS = 3.044.000 milioni di kmq**

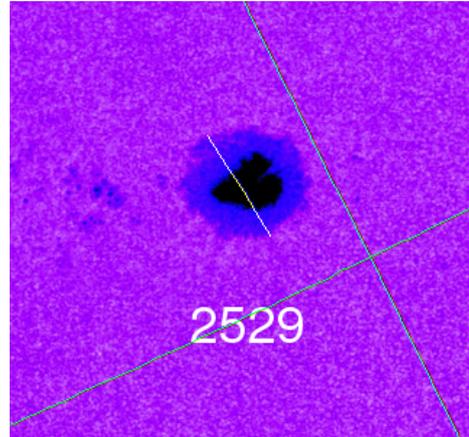
**Risultati delle misure sul gruppo AR 2529.**

**Gruppo ombra + penombra**

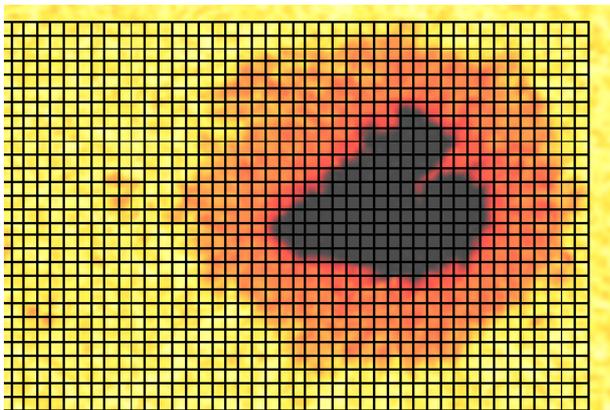
- Lunghezza estensione equatoriale longitudinale: 66.417 km
- Lunghezza estensione meridiana latitudinale: 59.820 km
- Area della superficie occupata: 2710 milioni di kmq



Lunghezza direzione equatoriale: 66.417 km



Lunghezza direzione meridiana: 59.820 km



Numero di pixels totali ombra+penombra : NPT 559; MSST=890;

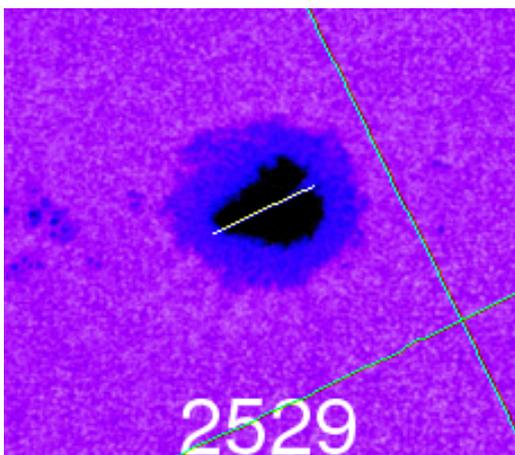
AreaTot.=  $890 \times 10^6 \times \frac{1}{2} \times 3,044 \times 10^{12} = 2709,16 \times 10^6 \text{ kmq} \approx 2710 \times 10^6 \text{ kmq}$

Per quanto possa essere valida, possiamo fare una prova confrontando l'area così ottenuta con quella ricavata geometricamente approssimando la zona indicata con un cerchio il cui diametro sia la media fra i due valori delle lunghezze ottenute (data l'estensione trascurabile della zona in esame rispetto alla superficie del sole, questa approssimazione può essere accettata).

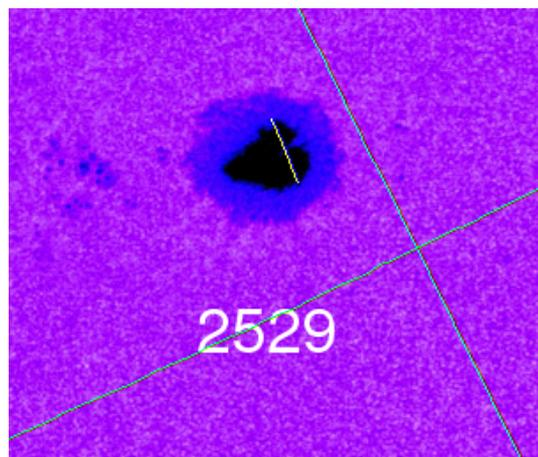
Il valore medio del diametro vale 63.120 km; il valore medio del raggio vale 31.560 km; l'area del cerchio vale  $3.14 \times 31.560^2 = 3129 \times 10^6 \text{ kmq}$ . Si trova una differenza del 13%.

## Gruppo ombra

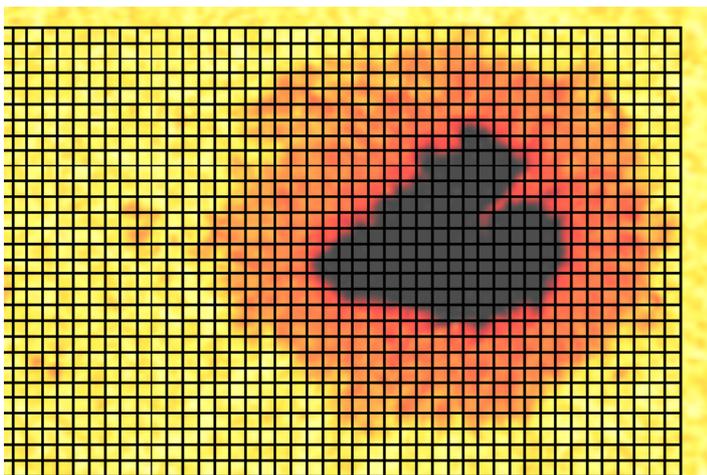
- Lunghezza estensione equatoriale longitudinale: 34.641 km
- Lunghezza estensione meridiana latitudinale: 32.481 km
- Area della superficie occupata: 600 milioni di kmq



Lunghezza direzione equatoriale: 34.641 km



Lunghezza direzione meridiana: 32.481 km

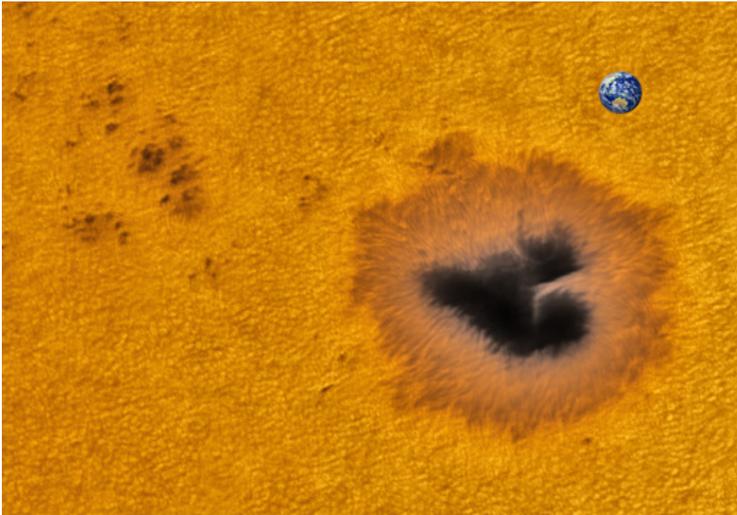


Numero di pixels ombra: NPO 124; MSSO =197;

AreaOmb =  $197 \times 10^6 \cdot x1/2SS = 197 \times 10^6 \cdot x3,044 \times 10^{12} = 599,668 \times 10^6 \text{ kmq} \approx 600 \times 10^6 \text{ kmq}$

## Conclusione

Dalle misure eseguite sulla estensione lineare dell'ombra della macchia solare, **34.641 km**, si può affermare che la Terra, che ha un diametro di **12.742 km** verrebbe contenuta per quasi 3 volte (v. immagine seguente).



Il Programma che è stato utilizzato è stato realizzato dall'astrofisico Peter Meadows e si può gratuitamente scaricare dal sito:

<http://www.petermeadows.com/indexsolar.html>.

Il Programma è di facile comprensione ed applicazione grazie ad una guida molto chiara e completa. E' introdotta, per conoscenza, una trattazione delle caratteristiche fisiche del Sole e di tutte le operazioni che sono possibili eseguire relativamente ad esso.

Naturalmente si richiede un attento studio per poterlo utilizzare al meglio.

Devo far presente, tuttavia, che il metodo da me usato per la determinazione dell'area non è descritto nella guida essendo questo metodo una variante delle operazioni suggerite; questo metodo è stato particolarmente descritto e posto alla attenzione di Peter Meadows il quale ha confermato la sua validità.

Vorrei far presente anche un'estensione dell'applicazione del Programma che permette di eseguire misure analoghe (distanze ed aree) per altri corpi del sistema solare che si presentino con immagine sferica in formato bitmap (pianeti, satelliti).

Benché il Programma sia nato come dedicato al sole, usando un opportuno e semplice algoritmo matematico esso è trasferibile ad altri oggetti celesti.

Questa estensione richiede una semplice dimostrazione che è presentata nella seguente appendice allegata ove è calcolata una distanza della Luna nel Mare Serenitatis..

## Appendice:

### Dimostrazione Applicazione Helioplayer1.0 per Pianeti (a cura di Giuseppe Giliberto)

*Questa nota si può considerare come appendice alla relazione “Il Sole ci ama e ce lo dice col cuore” avendo lo scopo di dimostrare, come già accennato in detta relazione, che il programma Helioplayer1.0 pensato e sviluppato per misure sulla superficie del Sole può essere utilizzato anche per misure sulla superficie di pianeti.*

A questo scopo si fa notare che la caratteristica principale del programma è quella di avere un data base completo relativo alle dimensioni del Sole, alle sue coordinate eliografiche e alle sue effemeridi in funzione del tempo nell’arco della sua orbita apparente (come visto dalla Terra).

La elaborazione del programma lo rende assimilabile ad un piccolo planetario ristretto al Sole.

L’uso del programma per le misure su pianeti e sulla luna è gestito dall’utilizzatore tenendo in conto le seguenti formule di adattamento di cui si fornisce la dimostrazione.:

1. nel caso di misure di distanze il valore ottenuto dal programma viene moltiplicato per il rapporto fra il diametro del pianeta,  $D_P$ , ed il diametro del sole,  $D_S$ ,  $D_P / D_S$ ;
2. nel caso di misure di aree il valore ottenuto dal programma viene moltiplicato per il quadrato del rapporto  $(D_P / D_S)^2$ .

Per proceder è necessario disporre di una immagine del pianeta (così come del sole) in formato bitmap e sferico; su questa immagine il programma calibra in modo automatico una rappresentazione con un diametro in cm,  $D_{cm}$ , che corrisponde al diametro reale, secondo un fattore  $K_S$  o  $K_P$  che è diverso per il sole e per il pianeta.

Si ha quindi :

$$\begin{aligned} D_{cm} &= D_S / K_S = D_P / K_P ; \\ D_P / D_S &= K_P / K_S = K_{PS} \\ R_{PS} &= D_P / D_S ; \quad ( \text{rapporto diametri pianeta/sole} ) \end{aligned}$$

E’ più comodo ed immediato usare il rapporto fra i diametri che ricavare il rapporto dei  $K_{PS}$  in base alla calibrazione della immagine.

Qualunque lunghezza valutata in cm sulle immagine vale sia per il sole che per il pianeta.

Sia  $l_{cm}$  la lunghezza in cm valutata sulla immagine e siano  $L_S$  e  $L_P$  le lunghezze reali corrispondenti per il sole e per il pianeta, vale la seguente relazione:

$$\begin{aligned} l_{cm} &= L_S D_{cm} / D_S = L_P D_{cm} / D_P && \text{da cui} \\ L_P / L_S &= D_P / D_S \\ L_P &= L_S (D_P / D_S) = L_S R_{PS} \end{aligned}$$

La distanza sulla superficie del pianeta è ottenuta dal valore ricavato dal programma relativo al sole moltiplicato per il rapporto fra i diametri pianeta/sole.

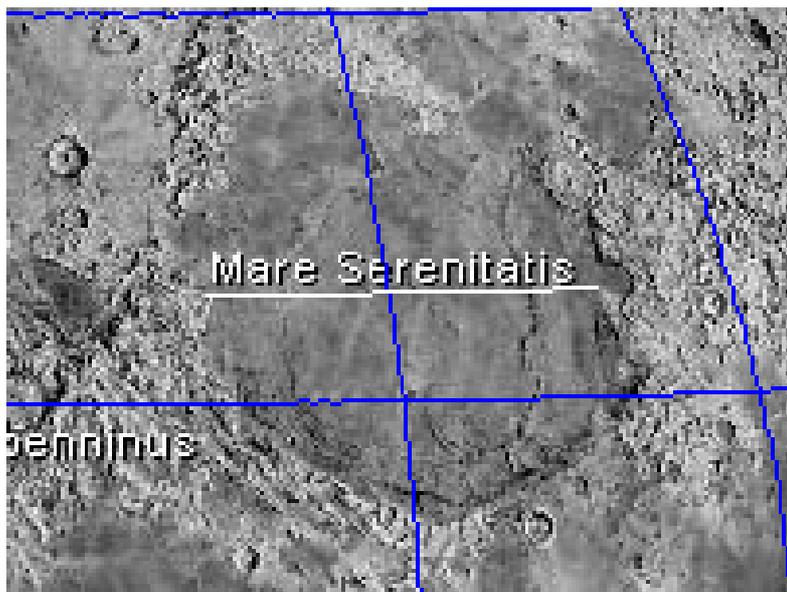
L'area di una zona della superficie del pianeta è ottenuta da quella ricavata per il sole moltiplicata per il quadrato del rapporto fra i diametri pianeta/sole essendo l'area proporzionale al quadrato del diametro.

$$A_P = A_S (R_{PS})^2$$

Come indicato nella relazione il calcolo dell'area richiede una elaborazione di calcoli facendo uso di un reticolo simulatore di pixels.

Al fine di verificare l'accettabilità di quanto dimostrato procedo a calcolare una distanza arbitraria sulla luna nel mare della serenitatis come indicato nella seguente figura.

Il confronto viene fatto tra il valore determinato dal programma HelioViewer e quello ricavato dal programma Virtual Moon Atlas.



**Il diametro medio del sole**  $D_S = 1,3909 \times 10^6$  km

**Il diametro medio della luna**  $D_L = 3476$  km

**Rapporto**  $R_{LS} = D_L / D_S = 3476 / 1,3909 \times 10^6 = 2,5 \cdot 10^{-3}$

**Distanza determinata dal programma HelioViewer**  $d_h = 210678$  km

**Distanza ricavata dal programma Virtual Moon Atlas**  $d_{VM} = 594$  km

**Applicando la formula si ricava:**

$$L_L = 210678 \times 2,5 \cdot 10^{-3} = 526,7 \text{ km}$$

**L'errore % risulta**  $ER = (594 - 526,7) / 594 = 11,32 \%$

Si può concludere che a causa di non esatta determinazione dei punti fra cui valutare la distanza nei due programmi questa è una causa di errore che non inficia la validità della procedura.

Quindi il programma **HelioViewer**, realizzato per il Sole, può essere utilizzato per misure di distanza e di area per altri corpi celesti.

