



ATTIVITA' EDUCATIVA

Calcolo dell'Attività Solare. Il numero di Wolf.

Autori:

Dr. **Miquel Serra-Ricart**. Astronomo dell'Istituto di Astrofisica, Isole Canarie.

Mr. **Juan Carlos Casado**. Astrofotografo di tierrayestrellas.com, Barcellona.

Mr. **Miguel Ángel Pío Jiménez**. Astronomo dell'Istituto di Astrofisica, Isole Canarie.

Dr. **Vanessa Stroud**. Astronomo Faulkes Telescope.

1.- Strumentazione

L'attività verrà eseguita utilizzando le immagini digitali della fotosfera solare ottenute con un telescopio. Il progetto europeo GLORIA metterà a disposizione di tutti un telescopio solare (vedi RIF3-3). È possibile utilizzare anche altri telescopi terrestri come ad esempio quello del progetto GONG (**ref 3-2**) o anche immagini prese dallo spazio (**ref 3-1**).

2.- Registrazione dell'attività delle macchie solari

Attenzione: Non si dovrebbe mai guardare il sole ad occhio nudo, è molto pericoloso. Le osservazioni devono sempre essere effettuate utilizzando un metodo sicuro (vedi **ref 7**).

Le macchie vengono da est del disco solare e procedono verso ovest. Esse si trovano tra le latitudini 5° e 40° (nord e sud). La durata delle macchie solari può variare da pochi giorni a poche settimane. Lo spostamento apparente delle macchie sul disco solare è dovuto alla rotazione del Sole, anche se alcune possono mostrare dei piccoli movimenti. Una macchia non attraversa mai l'equatore del Sole ma rimane sempre in uno dei due emisferi, nord o sud.

3.- Il Numero di Wolf

Nel 1848 l'astronomo svizzero Rudolf Wolf introdusse un metodo per la misura dell'attività solare contando il numero di macchie solari visibili, conosciuto come il numero o l'indice di Wolf o di Zurigo (conosciuto in tutto il mondo anche come il Numero Internazionale di Macchie Solari).

Sebbene qualitativo (ci sono altri metodi per integrare o sostituire l'indice di Wolf, come ad esempio il calcolo della dimensione delle macchie o la classificazione McIntosh **ref 8**) esso ha il pregio che Wolf lo ha esteso fino alle prime osservazioni fatte al telescopio da Galileo ed il conteggio è stato fatto ininterrottamente fino ad oggi, è quindi stato utilizzato per monitorare l'attività solare negli ultimi 400 anni.



Prima di valutare l'attività solare utilizzando il numero Wolf, è necessario conoscere alcune definizioni per ottenere il corretto indice di attività.

Gruppi di macchie solari: Gruppo di macchie (con penombra) e pori, o singoli pori, vicini tra loro e in continua evoluzione. Per i vostri calcoli assumere la classificazione di Zurigo (vedi sezione 4).

Fuochi: Si chiamano fuochi sia le macchie sia i singoli pori. Per esempio, se in una macchia distinguiamo due ombre allora abbiamo 2 fuochi.

Gruppo Unipolare: Una macchia o un gruppo compatto di macchie con una distanza eliografica massima tra le estremità non superiore al 3°.

Gruppo Bipolare: due macchie o un gruppo di diverse macchie che si estendono da est a ovest, con una distanza eliografica di 3°.

Il numero Wolf (W o R) si ottiene dalla seguente espressione:

$$R = k (10 G + s)$$

k è un fattore di correzione statistica applicato dal centro di coordinamento internazionale (**ref 5**) che coordina e analizza le osservazioni. Esso tiene conto delle condizioni atmosferiche e del tipo di strumento utilizzato per l'osservazione (per esempio: telescopio, binocolo) e di solito è inferiore a 1. Per i nostri scopi è possibile utilizzare $k = 1$.

G rappresenta il numero di gruppi di macchie solari visibili. Un poro isolato conta come un fuoco e come un gruppo.

s il numero totale dei fuochi di tutte le macchie, come è stato spiegato prima.

L'attività minima o il numero di Wolf più piccolo è 0 (la superficie solare dovrebbe essere completamente pulita), andando poi a 11 perché un gruppo sul disco solare con un singolo fuoco implica $G = 1$, $f = 1$ e dunque, $R = 11$. Dopo 11, si seguono i valori consecutivi dei numeri naturali (12, 13, 14, ecc.). E' possibile calcolare approssimativamente il numero delle singole macchie sulla superficie solare dividendo il numero di Wolf per 15. Le figure 2 e 3 sono esempi di calcolo del numero di Wolf.

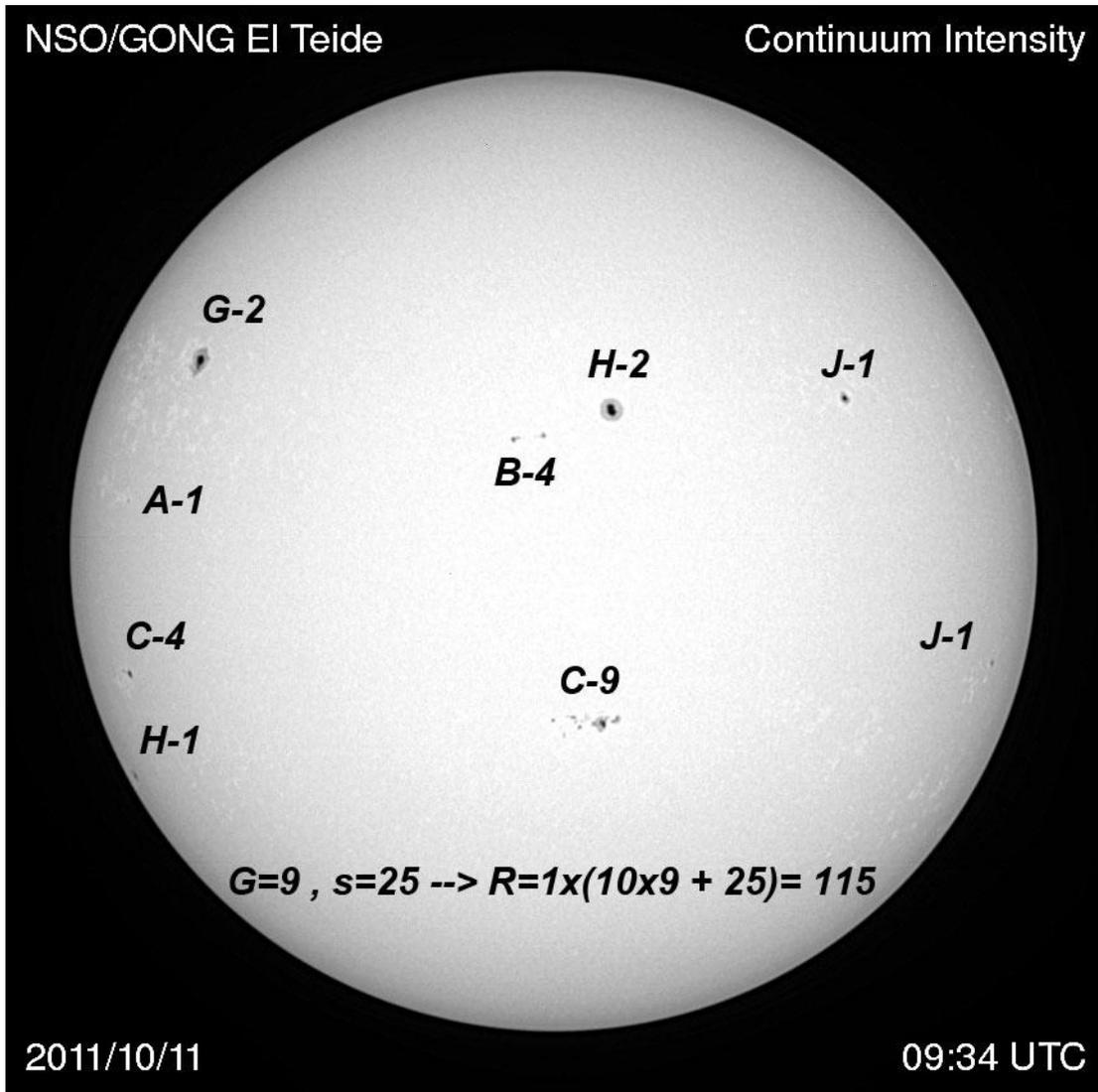


Figura 2. Cálculo del número de Wolf su un'immagine della fotosfera solare ottenuta dal telescopio GONG (NSO, USA) instalado presso l'Osservatorio d Teide (IAC). Il numero ufficiale (Numero Relativo di Macchie Solari) fornito dal SIDC (vedi ref 5) per il giorno considerato era 87.

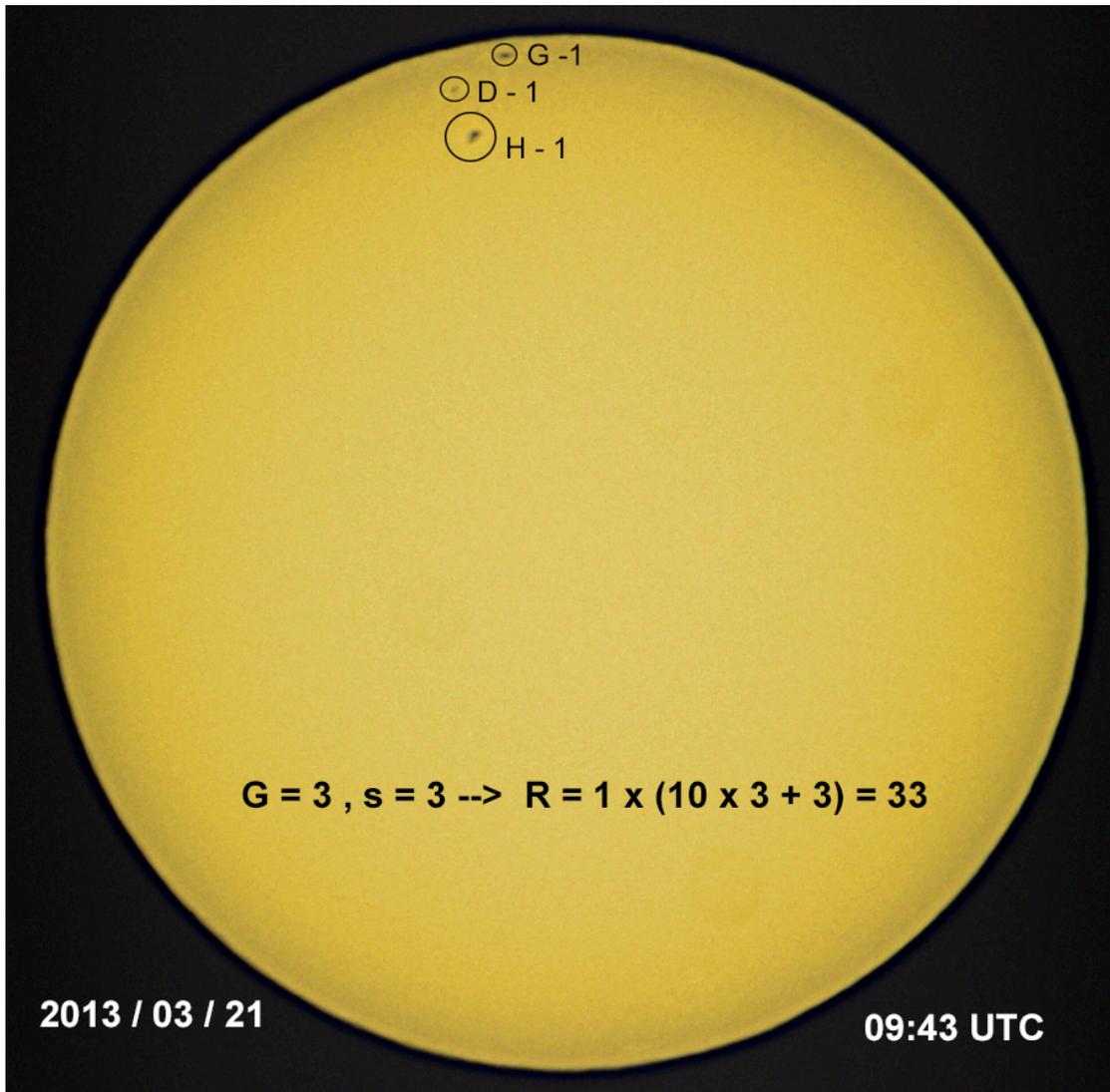


Figura 3. Calcolo del numero di Wolf su un'immagine della fotosfera solare ottenuta dal telescopio TAD installato presso l'Osservatorio del Teide (IAC). Il numero ufficiale (Numero Relativo di Macchie Solari) fornito dal SIDC (vedi **ref 5**) per il giorno considerato era 23.

4.- La classificazione di Zuricho

Il calcolo del numero di gruppi per calcolare il numero di Wolf si basa sulla classificazione di Zuricho delle macchie solari.

Le macchie solari di solito appaiono in gruppi. Idealmente un gruppo consiste di due macchie con polarità magnetica opposta, esteso in direzione del parallelo, con numerose macchie più piccole e pori nel mezzo. Seguendo la classificazione di Zuricho, una macchia ben sviluppata passa attraverso



tutti i tipi: A, B, C, D, E, F, G, H, J, terminando alla fine in A, ma questo avviene raramente. Macchie di tipo F non sono frequenti, esse di solito evolvono dal tipo E a G. Molti gruppi raggiungono solo il tipo D e la maggioranza finisce come tipo A, B e C.

La durata di un gruppo può essere da alcune ore per un poro a diversi mesi per i gruppi più evoluti.

Tipo	Descrizione	Evoluzione
A	Unipolare. Pori o un piccolo gruppo di pori senza penombra.	Uno o più pori sorgono molto vicini tra loro. In ogni area della superficie solare tra 5° e 40°
B	Bipolare. Gruppo più ampio di pori senza penombra generalmente con una formazione est-ovest.	Uno o più pori sorgono a est o a ovest del gruppo precedente (bipolarismo). Il numero di pori aumenta attorno a dove sono apparsi il primo e il secondo poro.
C	Bipolare. Macchia con penombra con un gruppo di pori.	Alcuni dei pori alle estremità del gruppo iniziato la formazione della penombra. Il poro più occidentale diventa spesso una macchia (macchia head).
D	Bipolare. Due o più macchie con pori tra loro. L'estensione del gruppo è al di sotto dei 10° eliografici.	Una o più macchie si formano all'estremità opposta rispetto a dove si è formata la prima. Nuovi pori si formano tra le due macchie e pori si possono formare anche all'interno delle macchie.
E	Bipolare. Gruppi di macchie e pori intermedi. L'estensione del gruppo è tra i 10° e i 15° eliografici.	Delle macchie si formano nella zona intermedia e l'estensione del gruppo aumenta. Nuove macchie si possono formare alle estremità del gruppo. L'estensione è di almeno 10°. Un nuovo sistema potrebbe apparire alla stessa latitudine nell'emisfero opposto.
F	Bipolare. Gruppo di macchie e pori intermedi. Le macchie sono ampie e complesse. L'estensione del gruppo è superiore a 15° eliografici.	Il gruppo continua a crescere irregolarmente. Proiezioni di pori e ponti luminosi appaiono. Le macchie sono irregolari e con una forma in rapida evoluzione. Il bipolarismo è perso ed emerge la multipolarità. Questo è il massimo. L'estensione del gruppo è di almeno 15° eliografici.
G	Bipolare. Gruppo in decomposizione con macchie alle estremità senza pori intermedi. L'estensione del gruppo è al	Inizia la dissoluzione del gruppo. Pori intermedi e macchie scompaiono, le macchie alle estremità diventano arrotondate e ritorna



	di sotto di 10° eliografici.	la bipolarità. L'estensione del gruppo è di circa 10° eliografici.
H	Unipolare. Macchie con una penombra più grande di 2,5° eliografici.	Pori e macchie scompaiono da una estremità, la bipolarità scompare e una o più macchie con o senza pori rimangono raggruppati in una zona. L'estensione del gruppo è maggiore di 2,5° eliografici.
J	Unipolare. Una macchia con una penombra più piccola di 2,5° eliografici.	Una o due piccole macchie, di solito senza pori nelle vicinanze con un'estensione inferiore ai 2,5° eliografici.

Difficoltà. Qualche difficoltà potrebbe insorgere nella discriminazione tra due tipi di gruppi completamente diversi, per esempio un tipo C con tipo H. Osservando l'evoluzione del gruppo si può determinare la classificazione. Tuttavia ciò non influenza il calcolo del numero di Wolf.

A volte le differenze tra un tipo e l'altro (D ed E, E e F, F e G, H e J) possono essere chiarite solo dalla misura dell'estensione del gruppo. Si consiglia quindi di utilizzare un modello che mostra i meridiani e i paralleli del Sole per determinare la dimensione dei gruppi che potrebbero essere in conflitto.

Potrebbe essere difficile anche capire se un insieme di macchie o fuochi corrisponde ad uno o due gruppi. Per scoprirlo si dovrebbero misurare le loro polarità magnetiche, ma l'esperienza e l'osservazione nei giorni successivi aiuteranno a capirlo.

5.- Referenze

ref 1 - SOHO Observatory (<http://sohowww.nascom.nasa.gov>)

ref 2 - GONG Telescopes Network (<http://gong.nso.edu/>)

ref 3 - Immagini del Sole (fotosfera) da internet.

1.- Dallo spazio (SOHO satellite)

http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime/hmi_igr/1024/latest.jpg

2.- Da una rete di Telescopi a terra (GONG)

<http://gong2.nso.edu/dailyimages/>

3.- Immagini del Sole (fotosfera) con un telescopio solare robotico - TAD - (Osservatorio del Teide, IAC) del progetto GLORIA <http://users.gloria-project.eu> (Esperimento Solare)

ref 4 - Immagini del *Great Celestial Shows* <http://www.tierrayestrellas.com>

ref 5 - Solar Influences Data Analysis Center -SIDC-, Royal Observatory of Belgium

<http://sidc.oma.be/index.php3>

ref 6 - Space Weather Prediction Center -SWPC-, USA <http://www.swpc.noaa.gov/>

ref 7 - Solar safe observation http://www.cascaeducation.ca/files/solar_observing.html

ref 8 - The MacIntosh classification http://www.astrogea.org/divulgacio/sol_mcintosh.htm