

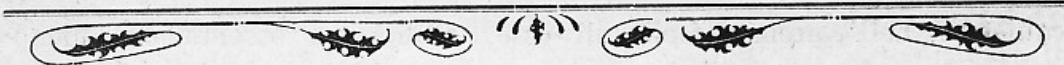
*al cugino Lino Sormano
ricordo di Sormano*

ILARIO SORMANO

OSSERVAZIONI SOLARI

Estratto dalla « Rivista di Astronomia e Scienze affini »,
Anno V — Febbraio-Ottobre 1911.

TORINO
STABILIMENTO TIPOGRAFICO G. U. CASSONE
Via della Zecca, num. 11
1911.



OSSERVAZIONI SOLARI

I. — Statistica delle macchie e dei gruppi.

Nell'adunanza del 2 maggio 1907, il Presidente prof. Boccardi proponeva che venisse nominata una Commissione per lo studio delle macchie solari, invitando i soci che avessero a loro disposizione un qualsiasi mezzo d'osservazione, anche modesto, a voler prender parte ai lavori di questa Commissione; e perchè i soci volenterosi avessero una guida nel lavoro da intraprendere, e non venisse a mancare quell'unità di indirizzo che permette di trarre dalle osservazioni tutto il profitto che esse possono dare, si richiedevano istruzioni al prof. Wolfer dell'Osservatorio del Politecnico di Zurigo, intorno al lavoro di statistica delle macchie e dei gruppi di macchie solari, che colà si continua, seguendo il metodo di Wolf, per dedurre i *numeri relativi* di frequenza di macchie, i quali possono dare un'idea, se non l'esatta misura, dell'intensità della attività solare. Qualche tempo dopo, lo scrivente veniva invitato a dirigere il lavoro dei membri di questa Commissione; ed egli si poneva a disposizione dei soci per tutti quegli schiarimenti che potevano rendersi necessari a quanti intendevano partecipare al lavoro comune.

Ma pare ormai conveniente che in questa stessa « Rivista » siano pubblicate le istruzioni necessarie per le osservazioni di macchie solari, e, in primo luogo, quelle che si riferiscono alla enumerazione delle macchie e dei gruppi, eseguite collo scopo di dedurne i *numeri relativi*. È probabile, che la massima semplicità e facilità di queste osservazioni, non pertanto utilissime, induca molti consoci ad intraprenderle, e ad

acquistare, nell'esercizio facile di esse, abilità ad osservazioni meno semplici, per le quali verranno in seguito pubblicate le istruzioni opportune.

Osservando al telescopio il disco solare, quando in questo sono visibili delle macchie, è facile scorgere che esse sono raggruppate in certe regioni, e formano dei sistemi detti appunto *gruppi* di macchie. Vi sono però altresì macchie piccole e grandi, isolate, ma esse nella enumerazione, secondo il metodo seguito a Zurigo, contano sempre per un gruppo.

Nessuna distinzione si fa fra macchie piccole e grandi, fra gruppi molto estesi e gruppi di piccola estensione. La sola cosa che importa è il numero delle macchie di un gruppo, senza tener conto neppure qui delle dimensioni di ogni singola macchia, siano esse macchie a penombra o semplici fori. Il *valore* di un gruppo che sia composto di n macchie sarà $10 + n$ e quindi se g è il numero dei gruppi, e

$$f = n_1 + n_2 + \dots + n_g$$

il numero *totale* delle macchie, il *valore* totale delle macchie visibili in un determinato istante sul disco solare sarà: $10g + f$.

I numeri, così trovati, sono *proporzionali* ai numeri relativi di Wolf, ma non sono questi numeri. Per ridurli all'unità dei numeri relativi di Wolf, essi vanno moltiplicati per un *coefficiente di riduzione* r , il quale dipende dallo strumento adoperato e dall'acutezza dell'occhio dell'osservatore. Il prof. Wolfer calcola questo coefficiente r paragonando le osservazioni che gli sono trasmesse con quelle fatte *contemporaneamente* da lui stesso: determina così il coefficiente r' di riduzione dei numeri comunicatigli da un determinato osservatore, a quelli da lui ottenuti; e poichè i suoi risultati, per essere ridotti all'unità di Wolf, devono essere moltiplicati per 0.60, si avrà tosto $r = 0.60 r'$.

Wolfer osserva con un telescopio, il cui obbiettivo ha 80 mm. di apertura, e che è munito di oculare elioscopico a luce polarizzata. Ma se non si dispone di un simile oculare, si può usare il metodo di proiezione, già usato da Galileo e trovato dal suo allievo P. Castelli. Questo metodo è anzi preferibile all'uso di vetri colorati applicati all'oculare, sia perchè più comodo, sia perchè dà immagini migliori.

È bene, prima di *contare* le macchie, fare uno schizzo del disco solare, segnandovi di ogni gruppo la posizione approssimata ed il suo carattere generale, e il numero d'ordine di ogni gruppo, incominciando la numerazione ogni anno.

Nell'unità figura abbiamo un esempio di questi schizzi, trasmesso dal prof. Wolfer. Rappresenta i gruppi visibili sul disco solare il

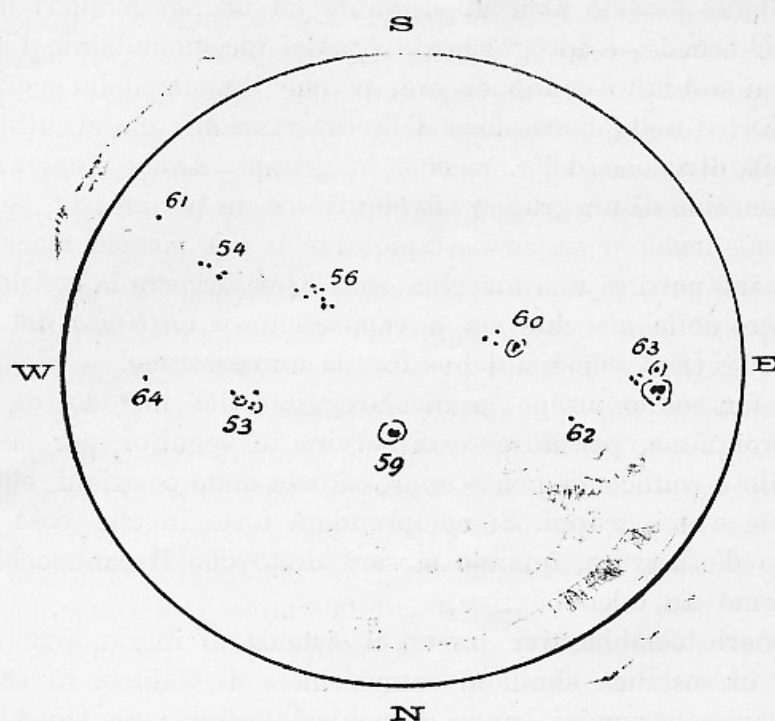


Fig. 1.

7 marzo 1907, a 2^h 30^m (tempo medio Europa centrale). L'enumerazione delle macchie è la seguente:

Gruppi	Macchie
61	1
54	7
64	1
53	9
56	10
59	1
60	15
62	1
63	36
9	81

Vi erano cioè 9 gruppi con 81 macchie. Secondo quanto è stato detto, il numero relativo risulta

$$0.60 (9 \times 10 + 81) = 103.$$

Non sempre la divisione delle macchie in gruppi può essere fatta senza incertezze: gruppi distinti possono essere casualmente vicini, e due macchie piuttosto distanti possono aver appartenuto ad un sol gruppo; ma ciò in generale non accade, e ad ogni modo è assai raccomandabile l'uso degli schizzi di cui si è fatto cenno or ora, perchè l'esame dello schizzo potrà sempre suggerire, nella discussione delle osservazioni, una eventuale modificazione della divisione delle macchie in gruppi. Anche l'operazione del contare le macchie di un gruppo talvolta riesce un po' incerta, perchè non sempre si può decidere se, ad esempio, due o più piccole macchie siano distinte o siano parti di una macchia sola. Qui soccorre la considerazione che il numero delle macchie sta a rappresentare l'*attività* del gruppo: questa idea suggerirà come si debba fare la numerazione.

Converrà far cenno un po' particolareggiato del metodo di osservazione per proiezione, perchè esso ci servirà in seguito, per la determinazione facile e sufficientemente approssimata delle posizioni eliografiche delle macchie e dei gruppi. Si comprenderà tosto in che cosa consista questo modo d'osservare, quando si sarà detto che il cannocchiale si fa agire qui come un teleobbiettivo.

Gli ordinari teleobbiettivi hanno il sistema di ingrandimento negativo e sono in sostanza simili al cannocchiale di Galileo, invece gli ordinari telescopi astronomici hanno gli oculari positivi; ne viene che contrariamente a quanto si ha per la visione diretta, che le immagini sono diritte usando il cannocchiale di Galileo, e invertite col cannocchiale astronomico, con questo si avrà in proiezione l'immagine diritta e con quello l'immagine rovesciata che appunto si osserva sul vetro smerigliato della camera oscura, quando si usano i teleobbiettivi comuni. Si noti che ciò accade se si riceve l'immagine su un vetro smerigliato e si osserva *per trasparenza*; guardando invece l'immagine quale si disegna sulla faccia della carta che sta rivolta al cannocchiale, si ha una figura *simmetrica* rispetto alla vera (1).

È inutile dar qui soverchi consigli pratici in proposito.

L'osservatore diligente saprà da solo mettersi nelle condizioni più comode e migliori d'osservazione, avuto riguardo alle speciali esigenze dei mezzi di cui dispone e dell'installazione che egli può avere. Sugli strumenti d'osservazione si farà cenno in seguito, ma non sarà inutile certamente fin da questo momento una viva raccomandazione sull'importanza massima che ha un cannocchiale qualsiasi ad essere di *governo* quanto

(1) V. *Rivista di Astronomia e Scienze Affini*: vol. III, pag. 96: l'esposizione di Galileo del modo di osservare per proiezione le macchie solari.

è possibile comodo; assai migliori risultati si otterranno con piccoli strumenti di cui l'osservatore abbia sicuro, facile e dolce il comando che con strumenti maggiori di uso malagevole. Lo spostamento continuo dell'oggetto che si osserva per l'apparente movimento diurno della sfera celeste deve potersi compensare con un movimento corrispondente del cannocchiale da eseguirsi senza sforzo e con delicatezza, senza di che questo spostamento costituirebbe una difficoltà pressochè insuperabile.

Il foglio su cui si proietta l'immagine solare dev'essere quanto è possibile al riparo di raggi luminosi che non siano quelli che escono dall'oculare e che formano l'immagine del Sole; non è indispensabile una assoluta oscurità nell'ambiente, ma quanto meno luce estranea vi sarà, tanto più luminosa e nitida apparirà l'immagine solare.

L'osservazione per proiezione è quella che più conviene a chi non dispone che di mezzi limitati, perchè il dilettante che volesse munire il suo strumento di un oculare elioscopico, dovrebbe incontrare una spesa rilevante; e d'altra parte il semplice uso di vetri neri o colorati non dà risultati interamente soddisfacenti: questi possono solo essere convenientemente adoperati in quanto l'abilità e la costanza dell'osservatore possono spesso trionfare delle imperfezioni o delle deficienze strumentali.

II. — Studio delle macchie e dei gruppi solari.

Il seguire una macchia, semplice o complessa, nella sua evoluzione è quanto mai interessante. Se per l'intima struttura e per i particolari più minuti delle macchie si richiedono strumenti che raggiungono già dimensioni notevoli, è possibile invece, cogli strumenti comunemente accessibili ai dilettanti notare in modo preciso e completo il carattere generale e le variazioni essenziali delle formazioni solari. È aperto qui, all'investigazione dei volenterosi, un campo di indagine importante, istruttivo e fecondo: e quegli stessi felici risultati che un osservatore diligente, ma non astronomo di professione, lo Schwabe, ottenne colle osservazioni di statistica proseguite per un buon numero di anni, potranno per avventura essere raggiunti da qualche dilettante di buona volontà che con costanza ed abnegazione continui per un tempo sufficiente a registrare con diligenza e studiare con sano criterio l'ordine dei mutamenti che si constatano nelle macchie solari. Ma per ciò occorre un metodo rigorosamente scientifico di lavoro, e poichè è, non diremo probabile, ma sicuro, che sull'evoluzione di una macchia ha precipua influenza la sua posizione sul disco solare, occorrerà che di nessuna formazione si trascuri di determinare gli elementi della sua posi-

zione, cioè le sue coordinate eliografiche; tanto più che una simile determinazione, entro quei limiti di esattezza che sembrano sufficienti allo scopo, è cosa semplice e facile.

Come è noto, il globo solare rota intorno al proprio asse, compiendo una rotazione *siderale* in poco più di 25 giorni. La rotazione *sinodica*, come pure è noto, si compie in un periodo di tempo un po' maggiore, per effetto dello spostarsi della Terra con moto concomitante a quello del disco solare (cioè per un osservatore collocato a nord, in senso contrario a quello delle lancette dell'orologio), e non costante, non essendo costante la velocità della Terra sulla sua orbita. La rotazione sinodica avviene *in media* in 27 giorni e qualche ora. Una macchia che abbia durata sufficientemente lunga, si vedrà adunque spostarsi lentamente da Est ad Ovest, sparire al lembo Ovest del disco solare, riapparire dopo 14 giorni circa al lembo Est e dopo circa 27 giorni rioccuperà le stesse posizioni apparenti sul disco solare. Ma essendo il piano dell'equatore solare inclinato sul piano dell'eclittica di circa 7° , le macchie non si sposteranno di regola sul disco solare percorrendo una linea retta, ma bensì descriveranno delle ellissi che rappresentano la proiezione ortografica dei paralleli solari visti dalla Terra. Solo quando la Terra si trova nei due punti opposti della sua orbita in cui l'eclittica taglia il piano dell'equatore solare le macchie hanno movimento apparente rettilineo. Negli altri punti si avrà che il Sole presenta il suo asse più o meno inclinato sul piano normale alla linea visuale, da un minimo di 0° a un massimo di quasi 7° .

Oltre all'inclinazione dell'asse, occorre ancora considerare il suo angolo di posizione. Il movimento apparente diurno del Sole avviene secondo la linea Est-Ovest e quindi notando lo spostamento di un punto ben definito del disco solare, ad esempio, una macchia piccola ma ben distinta, si avrà questa direzione, e quindi anche la direzione N. S. ad essa perpendicolare. L'angolo di posizione dell'asse di rotazione solare è riferito a quest'ultima direzione (1).

Per ciò che è dell'angolo di posizione occorre tener conto non solo dell'inclinazione dell'asse di rotazione sul piano dell'eclittica, ma altresì dell'inclinazione dell'asse terrestre. Senza quest'ultima inclinazione, ne verrebbe che la deviazione massima della direzione dell'asse solare da

(1) Quando le osservazioni che la Commissione Solare qui vivamente raccomanda saranno dai soci intraprese volenterosamente, la *Rivista* pubblicherà un'Effemeride in base alla quale si possa con facilità e prontezza dedurre per un istante qualunque gli angoli di posizione e di inclinazione dell'asse solare, o, ciò che in sostanza è la stessa cosa, ma riesce più comoda, l'angolo di posizione e la latitudine del centro del disco solare.

quella N. S. sarebbe coincidente alla minima inclinazione dell'asse stesso sul piano normale alla linea visuale (inclinazione nulla), e avrebbe per valore circa 7° ; per l'effetto combinato delle due inclinazioni dei due assi, le cose vanno in modo molto diverso.

Le due epoche in cui è nulla l'inclinazione dell'asse solare, in cui cioè le macchie si muovono di moto apparente rettilineo e l'equatore è un diametro del disco apparente, cadono in principio di giugno e in principio di dicembre: dal giugno al dicembre è il Polo Nord che è rivolto alla Terra, dal dicembre al giugno il Sole ci presenta invece il suo Polo Sud.

Le due epoche in cui è invece zero l'angolo di posizione del Sole, le epoche cioè in cui l'asse solare coincide colla direzione N. S. cadono in principio di gennaio e in principio di luglio. Da gennaio a luglio il Polo Nord del Sole si trova ad Ovest della direzione N. S. e da luglio a gennaio a Est. La deviazione massima, sia ad Est che ad Ovest è di qualche poco superiore ai 26° .

Ecco ora come si procede per determinare la posizione eliografica di un determinato punto della superficie solare.

Tracciato un circolo di diametro conveniente, in modo che si possa ottenere un'immagine del Sole per proiezione il cui diametro sia esattamente uguale a quello di detto circolo, si fanno coincidere l'immagine e il circolo, e manovrando in modo da mantenere questa coincidenza non ostante lo spostamento che l'immagine solare subisce continuamente per effetto della rotazione terrestre, si segna sul disco la posizione del punto o dei punti di cui si vuol determinare la posizione. Convienedirittura fare un disegno del disco solare con tutte le macchie, colla loro forma, grandezza e posizione. Ottenuto il disegno, mantenendo fermo lo strumento, si tracci la direzione Est-Ovest approfittando del cammino percorso da un punto ben definito del disco solare. Si noti l'ora dell'osservazione, coll'approssimazione del minuto primo.

Sia ora (fig. 2) M un punto del disco solare di cui si vuol determinare la posizione, ew la retta che indica la direzione Est-Ovest, e sia p l'angolo di posizione dell'asse di rotazione del Sole, dato dall'effemeride, o da questa dedotto per l'istante dell'osservazione. Supponiamo dapprima che sia $zero$ la latitudine del centro, ossia che il raggio visuale giaccia per l'appunto sul piano dell'equatore solare; le coordinate di M , longitudine e latitudine, questa riferita all'equatore, quella a quel meridiano che passa per il centro del disco nell'istante dell'osservazione saranno misurate rispettivamente la prima dall'arco di parallelo Ma , la seconda dall'arco del meridiano Mb . Non occorre spendere parole per

dimostrare che in conseguenza di quanto si è detto, la longitudine l di M dal meridiano centrale sarà misurata dall'angolo $m'aq$, e la latitudine λ dall'angolo Wom , nè per spiegare come sia tracciata la semplice costruzione grafica necessaria per ottenere i due suddetti angoli.

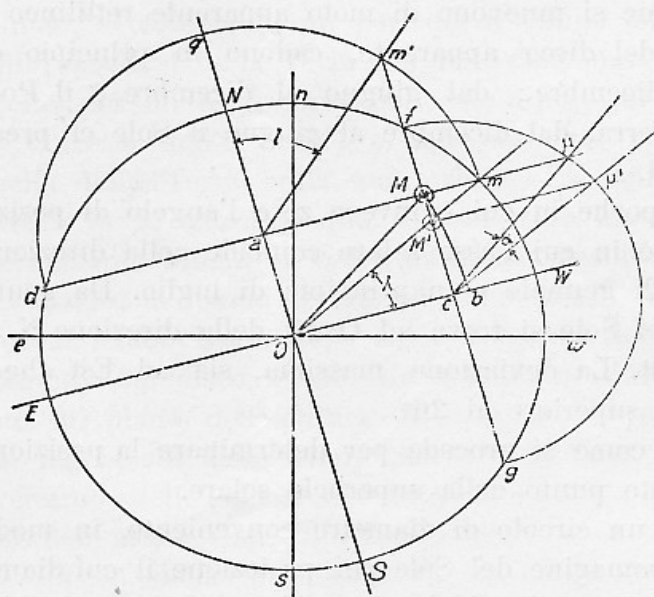


Fig. 2.

Il circolo $sSwWnNeE$ rappresenta il disco solare; la retta ew la direzione Est-Ovest dedotta dal cammino percorso da una macchia per effetto del moto diurno terrestre. Facendo l'angolo nON uguale all'angolo di posizione dell'asse solare, detto asse sarà NS e la perpendicolare EW , nel caso in cui sia zero la latitudine del centro, sarà la proiezione dell'equatore. L'arco aM del circolo parallelo dqm misura la longitudine di M dal meridiano centrale; metà di detto circolo parallelo è rappresentata nella sua vera forma dalla semicirconferenza dqm , in cui l'arco qm' corrisponde evidentemente ad aM . L'angolo qam' rappresenta quindi la longitudine l .

Analogamente l'arco Mb , e l'angolo corrispondente MOb sono rappresentati nella loro vera forma dall'arco mW e dall'angolo mOW . Misurando adunque l'angolo mOW si avrà il valore della latitudine.

Per il caso in cui la correzione da farsi per la latitudine del centro sia α , questa dovrà farsi naturalmente in un circolo fMg parallelo a quello che contiene il meridiano centrale. Questo circolo è ribaltato in $f\mu g$ in cui μ corrisponde ad M . La correzione α ha per effetto di spostare μ in μ' : a quest'ultimo punto corrisponde M' .

Se invece la latitudine del centro del disco non è zero, occorre prima eseguire una correzione per ritornare al caso precedente. Osserviamo che per ottenere ciò basterebbe supporre che il globo solare rotasse intorno a quell'asse che giace sul piano dell'equatore solare e che è perpendicolare al raggio visuale, di una quantità angolare uguale al valore della latitudine del centro, nel senso conveniente per ricondurre al

centro del disco visibile il punto di incontro dell'equatore col meridiano centrale. Supponiamo, ad esempio, che il valore della latitudine del centro sia α in valore assoluto e il segno di α sia tale che per convenzioni fatte il centro del disco apparente sia un punto dell'emisfero australe del Sole. La figura mostra chiaramente come si passi dalla posizione M nel disco in cui il valore della latitudine del centro è α , alla corrispondente M' in un disco apparente in cui fosse *zero* il valore della latitudine del centro.

Dopo le semplici considerazioni di Geometria che precedono, si comprenderà tosto su che si basi il metodo semplificato di determinazione delle coordinate eliografiche delle formazioni solari che qui si espone.

Esso si fonda essenzialmente sull'impiego di un grafico, che è rappresentato dalla fig. 3. Questo grafico è una proiezione ortogonale di un emisfero su cui sono stati segnati i meridiani e i paralleli di 10 in 10 gradi, fatta su un piano normale al piano dell'equatore. Per le epoche in cui la Terra si trova nel piano dell'equatore solare, questo disco rappresenta con notevole approssimazione (1) la figura del globo solare quale apparirebbe se su di esso fossero veramente segnati i paralleli che distano dall'equatore di 10°, 20°, 30°, ecc., e quei meridiani che si trovano a 10°, 20° 30°, ecc. dal meridiano passante per il centro del disco apparente, e quindi si comprende come di un punto del disco solare indicato contemporaneamente a questo reticolato di meridiani e di paralleli si possa scorgere tosto quale sia all'incirca la sua posizione eliografica, quando la longitudine si intenda riferita al meridiano centrale.

Ma questo grafico serve altresì quando, non essendo uguale a zero la latitudine del centro del disco solare, occorre eseguire la correzione di cui è stato fatto cenno più sopra, per passare dalla posizione M alla posizione M'. A questo scopo si osservi che se si dispone il grafico in modo che i paralleli siano verticali, quelli che prima erano i meridiani stanno ora a rappresentare quelle linee che occuperebbe successivamente l'equatore solare quando il globo rotasse attorno al diametro equatoriale che giace nel piano normale all'asse visuale, dopo successive rotazioni di 10°. In altre parole, quando questa rotazione ha luogo, queste linee

(1) Il diametro apparente del Sole ha il valor medio di 32' 3'',6, ossia all'incirca 1924', si presenta cioè come una sfera di raggio qualunque che disti dall'occhio di circa 215 volte il raggio. Il contorno apparente di una tale sfera è un circolo minore che dista dal centro del disco 89° 43' 58''. Questo contorno apparente non è un circolo massimo se non nel caso di una sfera vista da un punto infinitamente lontano e solo in questo caso la proiezione ortogonale dell'emisfero visibile è esattamente uguale al disco apparente.

si spostano e variano di forma per modo che, dopo una rotazione di dieci gradi ogni linea viene a prendere la forma e la posizione che aveva la linea che la precede all'inizio della rotazione. È chiaro adunque che queste linee ci offrono il mezzo di eseguire immediatamente il passaggio da M a M' , anche per correzioni diverse da 10° , non essendo

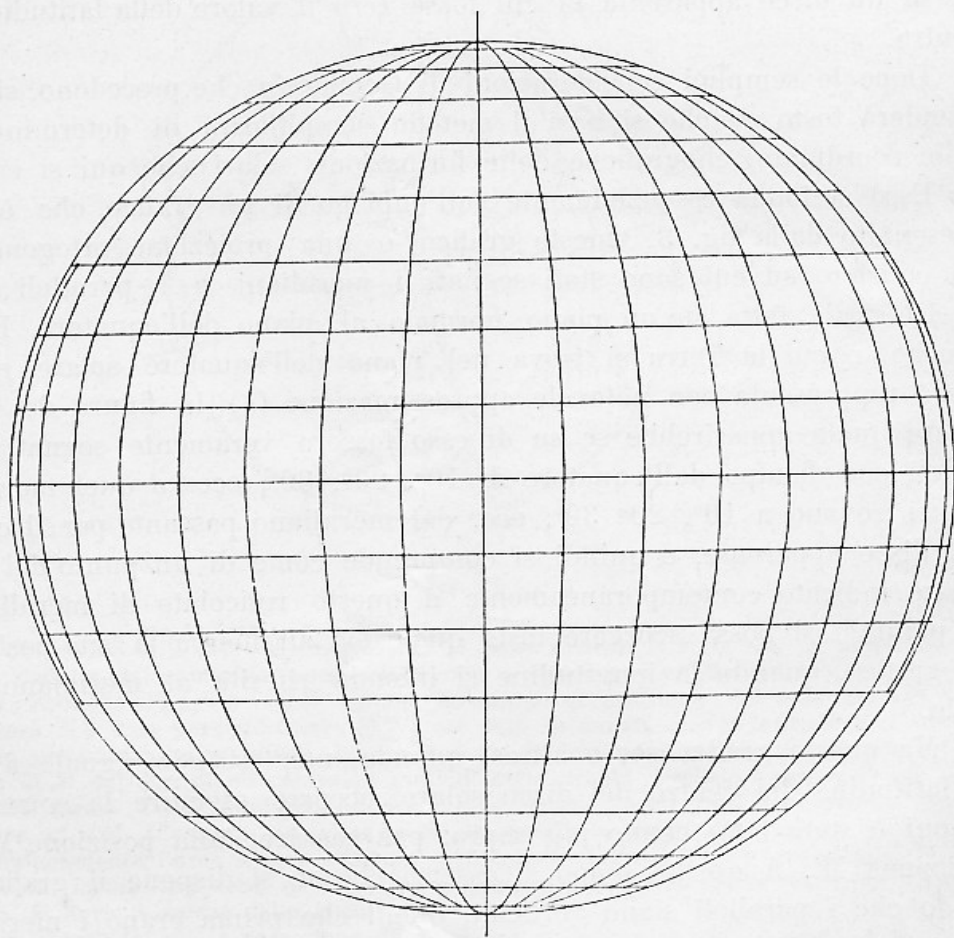


Fig 3.

difficile, anche a semplice stima, dividere l'intervallo fra due linee in parti corrispondenti ciascuna ad un grado. I paralleli verticali servono di guida per eseguire gli spostamenti necessari.

Un esempio chiarirà il modo d'operare. Per questo esempio approfitteremo delle ottime osservazioni solari dell'egregio consocio sig. Roberto Luchini, ben noto ai lettori della « Rivista ». Il 7 agosto 1908 quattro gruppi notevoli erano visibili sul disco solare, dei quali il signor Luchini,

a Firenze, ad ore 8 e 20 m. di t. m. E. C., ottenne la rappresentazione su un disco di 30 cm. di diametro, col suo piccolo, ma eccellente telescopio di Ramsden di 58 mm. di apertura; nella sua serie di osservazioni del 1908, questi gruppi sono distinti coi numeri 63, 67, 66, 68. Questi gruppi sono schematicamente indicati nella figura 4, insieme alla direzione *w e* e a quella *s n* perpendicolare alla precedente (1).

Nel giorno dell'osservazione, l'angolo di posizione dell'asse di rotazione solare era $= 13^\circ$ Est, ed il valore della latitudine del centro era

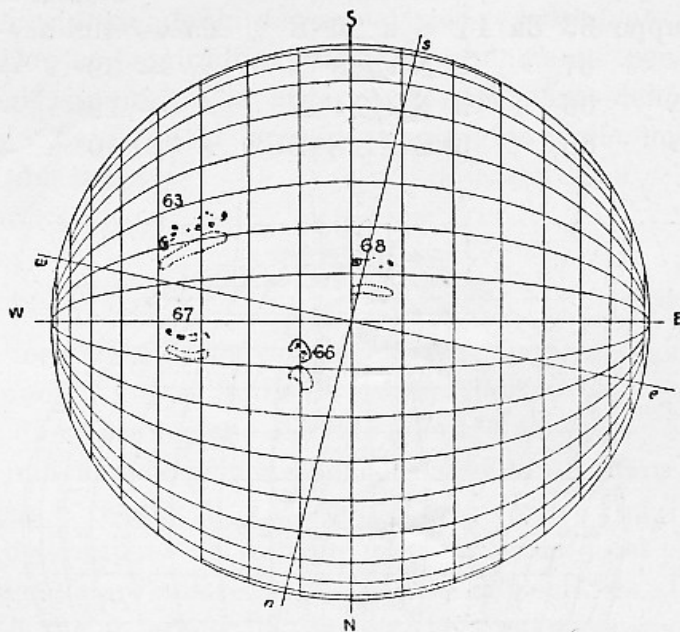


Fig. 4.

$= + 6^\circ$. Ciò vuol dire che il punto Nord dell'asse di rotazione solare si trovava ad Est del punto *n* e che la retta SN faceva un angolo di 13° colla *s n*.

Con ciò è tosto determinato l'asse di rotazione solare.

Il valore $+ 6^\circ$ della latitudine del centro indica che al centro del disco solare si trovava un punto dell'emisfero Nord del Sole, distante 6° dall'equatore.

Sovrapponiamo ora il grafico alla figura del disco solare in modo che le rette dei paralleli risultino normali alla WE; possiamo subito segnare sul disegno il contorno dei gruppi indicati, in modo che esso

(1) In questa figura e nelle successive il S. è in alto e il N. in basso: il disco solare è cioè rappresentato come appare nei cannocchiali astronomici.

corrisponda a quello osservato e si trovi spostato di 6° verso Nord; nella fig. 4 il contorno *corretto* è indicato con linea punteggiata. Le posizioni dei gruppi così ottenute si riportano infine nuovamente sul grafico disposto questa volta in modo, diremo così, normale (Vedi fig. 5). Non rimane che a fare la lettura delle posizioni.

Convenendo di segnare come positive le longitudini ad Est del meridiano centrale e negative quelle ad Ovest, ecco quali sono i risultati che si ottengono:

Gruppo	Latitudine		Longitudine	
	da	a	da	a
63	11° S	20° S	— 40°	— 26°
» 67	5° N	8° N	» — 39°	» — 29°
» 66	9° N	14° N	» — 12°	» — 8°
» 68	6° S	8° S	» 0°	+ 9°

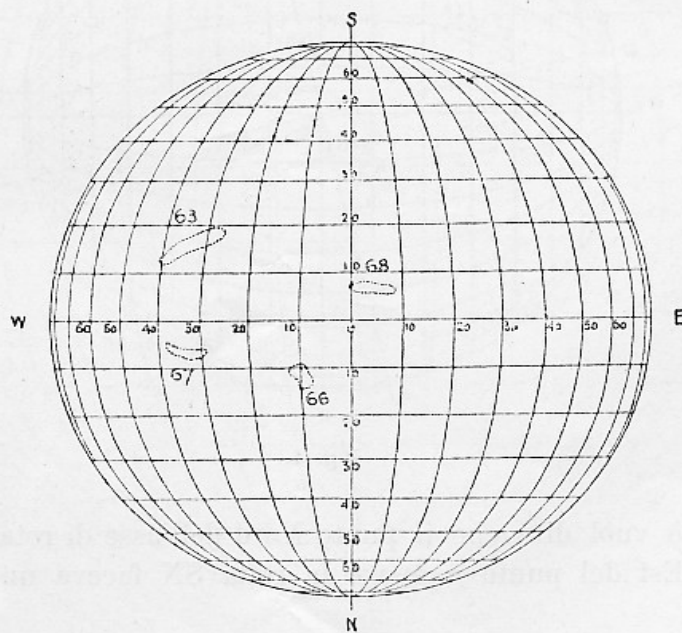


Fig. 5.

A questo punto è conveniente dare indicazioni un po' meno grossolane sulla posizione dell'asse di rotazione solare rispetto alla sfera celeste e sulle apparenze del suo movimento, osservato dalla Terra. La mancanza di punti fissi di riferimento, e il fatto che diverse velocità di rotazione si osservano alle diverse latitudini, non permettono di determinare con tutta precisione nè il periodo di rotazione nè la direzione dell'asse: non resta che adottare per l'uno e per l'altra dei valori che

si accordino sufficientemente colle osservazioni, valori che si possono considerare come *provvisori*, o meglio ancora come un convenzionale *sistema di riferimento* a cui si riferiscono le osservazioni per individuarle senza incertezza. Sono due i sistemi in uso: quello di *Carrington*, e quello di *Spörer*. Noi seguiremo quest'ultimo, che è appunto quello a cui sono riferiti i rilievi che si fanno a Zurigo.

La posizione dell'asse di rotazione solare è definita dall'inclinazione dell'equatore solare sull'eclittica, la quale indicheremo con i , e dalla posizione della linea dei nodi, cioè dalla posizione che occupa il nodo ascendente sull'eclittica: longitudine del nodo ascendente che indicheremo con Ω . Questa longitudine varia continuamente per effetto della precessione degli equinozi, o in altre parole, per effetto dello spostamento del punto equinoziale che si prende per origine delle longitudini. Secondo Spörer abbiamo:

$$i = 6^{\circ},97 \quad (1)$$
$$\Omega = 74^{\circ},52 + (A - 1861) 0^{\circ},014.$$

Il secondo termine è la correzione dovuta alla precessione degli equinozi; A è l'anno in cui si fanno le osservazioni.

Il periodo di una rotazione siderale adottato da Spörer è di 25g.,234: questo valore indicheremo con τ . Lo spostamento angolare in un giorno, che chiameremo ξ risulta di $14^{\circ},2665$. Come primo meridiano Spörer scelse quello determinato dal circolo massimo situato nel piano passante per il polo dell'equatore solare, e per il polo dell'eclittica all'epoca 1861, gennaio 21,116 tempo civile di Berlino, la qual'epoca corrisponde a: 1861, gennaio 21,120 di tempo medio Europa Centrale.

Vediamo ora come si debba disporre un'effemeride appropriata alla determinazione delle coordinate eliografiche delle formazioni solari. Ciò che occorre sapere all'istante dell'osservazione è: 1° l'angolo di posizione p dell'asse di rotazione solare rispetto alla direzione Nord-Sud; 2° il valore λ della latitudine del centro, o, ciò che torna lo stesso, l'inclinazione dell'asse solare sul piano tangente alla sfera celeste nel punto occupato dal Sole; 3° la longitudine L del meridiano centrale, dal meridiano stabilito come origine delle longitudini. I valori di p e di λ variano abbastanza lentamente, perchè dall'effemeride si possano senz'altro ottenere quelli relativi all'istante dell'osservazione, nei limiti di appros-

(1) Indicheremo sempre le misure angolari con gradi (sessagesimali) e frazioni di grado così come si pratica per i calcoli di stelle doppie. V. a questo proposito la « *Rivista di Astronomia e Scienze affini* », anno IV, pag. 386.

simazione sufficiente al genere di ricerche di cui qui si tratta. Il valore di L occorrerà calcolarlo, ma il calcolo non presenta difficoltà alcuna: si tratta di una semplice interpolazione.

Diamo qui le formole colle quali si calcolano p , λ , L . Ricordiamo che p essendo riferito alla linea EW , ossia all'equatore terrestre, dipende dalle inclinazioni combinate dell'asse terrestre e dell'asse solare, proiettati su un piano normale alla congiungente Terra-Sole, sull'eclittica. Esso è dunque dato da

$$p = \theta - \eta \quad [1]$$

in cui θ è l'inclinazione dell'asse solare, e η quella dell'asse terrestre. Abbiamo:

$$\text{tang } \theta = \text{tang } i \cos (\odot \pm 180^\circ - \Omega) \quad [2]$$

$$\text{tang } \eta = \text{tang } \varepsilon \cos \odot \quad [3]$$

Il valore di λ è dato da:

$$\sin \lambda = \sin (\odot \pm 180^\circ - \Omega) \sin i \quad [4]$$

$\odot$ rappresenta la longitudine del Sole, ε l'inclinazione dell'asse terrestre sull'eclittica.

Per ottenere L ossia la longitudine eliografica del meridiano centrale, conviene partire dall'epoca E_0 , ossia dall'epoca dell'ultimo passaggio del primo meridiano per il piano d'origine. I valori successivi di E si possono avere senz'altro aggiungendo successivamente, all'epoca iniziale 1861, gennaio 21,120 il valore adottato da Spörer come durata della rotazione siderale, cioè: giorni 25,234. Per il 1911 queste epoche sono le seguenti:

I	4.302	V	10.472	IX	13.642
I	29.536	VI	4.706	X	8.876
II	23.770	VI	29.940	XI	3.110
III	21.004	VII	25.174	XI	28.344
IV	15.238	VIII	19.408	XII	23.578

La longitudine del meridiano centrale sarà la differenza fra la longitudine eliografica della Terra, e quella del primo meridiano solare cioè:

$$L = L_{\odot} - L_{\odot} \quad [5]$$

Abbiamo poi:

$$L_{\odot} = 90^\circ + \varphi \quad [6]$$

in cui

$$\text{tang } \varphi = \text{tang } (\odot \pm 180^\circ - \Omega) \cos i \quad [6 \text{ bis}]$$

e

$$L_{\odot} = 360^\circ \frac{T - E_n}{25,234} \quad [7]$$

indicando T l'epoca dell'osservazione.

Per ciò che riguarda i segni di λ e di p notiamo che λ positivo indica che il punto d'incontro del meridiano centrale coll'equatore si trova al nord del piano dell'eclittica: il centro del disco apparente è quindi un punto dell'emisfero Sud. Siccome è convenuto di indicare le latitudini Sud con il segno — dovremo quindi prendere λ con segno cambiato. L'angolo di posizione p essendo contato nel senso N E S W a partire dal punto Nord del disco solare, p positivo indicherà un'inclinazione all'est, e p negativo un'inclinazione all'ovest.

Per ciò che riguarda i valori di L non sarà inopportuna una riflessione. Pure ammettendo che la velocità di rotazione solare, all'equatore o su un determinato parallelo sia costante, ciò che non è provato (abbiamo anzi motivo di ritenere vero il contrario), la durata di una rotazione sinodica, cioè il ritorno del primo meridiano al centro del disco è variabile a causa dell'inclinazione dell'equatore solare sull'eclittica e del movimento ellittico della Terra che non è uniforme, ma si fa secondo la legge di Keplero della proporzionalità delle aree ai tempi. È quindi necessario che nell'Effemeride i valori di L siano dati per epoche abbastanza vicine, per modo che fra due successive di esse si possa ritenere costante la velocità apparente di rotazione. Non dimentichiamo che qui ad altro scopo non si mira se non ad avere una posizione approssimata delle macchie solari, sia per conoscere la loro orientazione rispetto alla direzione del movimento di rotazione, la distanza dall'equatore, sia per poter individuare i gruppi con sufficiente sicurezza, e stabilire la loro identità nel caso di gruppi di grande durata, che si rendono visibili per due o più rotazioni solari. Ma non intendiamo già procedere a determinazioni di grande rigore che sarebbero illusorie se eseguite su un rilievo del disco solare fatto coi mezzi limitati che sono a disposizione del più gran numero di studiosi. Un valore di L per ogni giorno, a mezzogiorno medio, sarà più che sufficiente.

Come esempio dell'Effemeride appropriata al genere di ricerche di cui si tratta, diamo i valori di p , λ e L , di cinque in cinque giorni per il mese di dicembre 1911.

1911		p	λ	L
Dicembre	1	+ 16°,08	+ 0,85	45°,10
»	6	14,10	+ 0,24	338,81
»	11	11,97	— 0,38	272,52
»	16	9,75	— 0,99	206,24
»	21	7,44	— 1,60	139,97
»	26	5,06	— 2,19	73,70
»	31	2,65	— 2,77	7,43

Se l' è la longitudine di una macchia riferita al meridiano centrale, siccome abbiamo convenuto che l' positivo indica che la macchia trovasi ad Est del meridiano centrale, ed l' negativo ad Ovest, la longitudine eliografica l di essa macchia riferita al primo meridiano sarà

$$l = L - l'. \quad [8]$$

I. SORMANO.