

MANUAL OBSERVACIÓN SOLAR

INDICE

INTRODUCCIÓN

1.- Métodos de observación

1.1.- Proyección de la imagen

1.2.- Helioscopio

1.3.- Filtro solar

1.4.- Superficie no metalizada

2.- Orientación Del Sol

3.- Coordenadas Heliográficas

4.- Observando La Fotosfera

4.1.- Oscurecimiento del limbo

4.2.- Granulación

4.3.- Fáculas

4.4.- Manchas

5.- Estudio De Las Manchas

5.1.- El ciclo solar

5.2.- Poros, manchas, focos y grupos

5.3.- Número Wolf

5.4.- Efecto Wilson

6.- Condiciones De Observación

6.1.- Nitidez de la imagen

6.2.- Movimiento de la imagen

6.3.- Seeing astronómico

7.- Clasificación De Las Manchas

7.1.- Clasificación de Zurich

7.2.- Clasificación de McIntosh

8.- Plantillas

INTRODUCCIÓN

Este manual pretende ser una pequeña introducción para el aficionado, es decir, únicamente contiene indicaciones acerca de qué se puede observar valiéndose de instrumentos de aficionado.

Para el astrónomo avanzado o interesado en cuestiones referentes a su formación, origen o evolución, existe la sección colabora con artículos sobre el sol y la sección enlaces con diversas páginas de heliofísica.

En definitiva, este manual únicamente trata de OBSERVACIÓN.

Una vez dicho esto comenzamos.

Lo primero, aunque seguro que ya lo habrás leído mil veces, es lo **peligroso** que puede resultar mirar al sol sin las debidas precauciones. Si es deslumbrante mirarlo a simple vista, observar el sol a través de prismáticos o telescopios sin colocar un filtro puede dejarnos **ciegos** en una milésima de segundo. Por tanto lo único imprescindible si quieres realizar observación directa a través de telescopio o prismáticos es proveerte de un filtro o lámina mylar o bien de un helioscopio. Si no dispones de ninguno de los dos sólo puedes realizar observación mediante proyección. El buscador del telescopio debe estar siempre tapado para evitar riesgos y posibles daños.

1.- MÉTODOS DE OBSERVACIÓN.-

1.1.- Proyección de la Imagen.-

Este método es el más económico y se utiliza si no se dispone de filtro para realizar observación directa. Algunos refractores vienen provistos ya de una pantalla solar pero si el tuyo no la tiene nada más fácil que colocar una cartulina blanca detrás del ocular a una distancia de 20 ó 30 cm. dependiendo del ocular utilizado (preferiblemente de poco aumento y campo ancho para poder ver completamente el disco solar) y del tamaño que se quiera que tenga la imagen. Si el telescopio es un refractor agujerea una segunda cartulina y colócala transversalmente en el tubo como parasol para disponer así de un campo de sombra. Para orientar el telescopio al sol nos guiaremos por la sombra que proyecta (**jamás mirando a través del buscador o del ocular**), sólo hay que dirigir el telescopio al sol y moverlo hasta que su sombra sea circular.

Una vez que tienes el telescopio apuntando al sol y las cartulinas colocadas podrás ver un pequeño círculo brillante, sólo tienes que enfocar para poder distinguir las manchas, coloca la plantilla de dibujo y ya puedes dibujar.

Es aconsejable desviar el telescopio del sol cada cierto tiempo para evitar un calentamiento excesivo tanto del ocular como de la óptica del telescopio.

Este método puedes utilizarlo si sólo quieres observar el sol muy esporádicamente sin pretender hacer un estudio detallado de la evolución de manchas, número wolf ... ya que no podrás ver detalles de las manchas ni poros pequeños.

1.2.- Helioscopio.-

También llamado prisma solar o prisma de Herschel. Prisma en forma de cuña que desvía el 95% de los rayos solares. Junto al prisma es necesario utilizar un filtro neutro de densidad 3. Este accesorio ofrece una excelente imagen pero su precio es elevado y está recomendado únicamente en telescopios refractores.

1.3.- Filtro Solar.-

Es lo más aconsejable si se observa regularmente el sol. Los filtros más apropiados son los que se colocan delante del objetivo del telescopio ya sean de vidrio, Mylar o AstroSolar. El material más utilizado actualmente por los aficionados es el llamado AstroSolar, este material está ya siendo utilizado por muchas marcas como Celestron para hacer sus filtros solares ya que muestran una gran calidad de imagen, superior incluso a los filtros de vidrio. Las más conocidas son las láminas comercializadas por Baader Planetarium pudiendo comprarse en cualquier establecimiento especializado en dos tamaños: A4 y 1000x500mm oscilando su precio en torno a 30€ y 80€ respectivamente. Con estas láminas podemos 'fabricarnos' un filtro a medida, recortando sobre la lámina un círculo del mismo tamaño que la abertura del telescopio y pegándolo sobre un aro, tapadera o similar que encaje en el telescopio.

Existen otros filtros (los llamados sun) que se colocan en el ocular pero no es aconsejable su uso ya que pueden estallar con el calor si la observación se prolonga más de un minuto.

Si dispones de un telescopio de gran abertura utiliza láminas de Mylar o de AstroSolar.

1.4.- Superficie No Metalizada.-

Este método sólo puede ser empleado con telescopios reflectores y consiste en no aluminizar el espejo-objetivo, el secundario o ambos. Es un método muy seguro pero dejará el telescopio inservible para cualquier otro tipo de observación por lo que sólo es aconsejable si únicamente quieres dedicarte a observación solar o dispones de algún otro telescopio para el resto de observaciones.

2.-ORIENTACIÓN DEL SOL.-

La orientación del sol varía dependiendo si las observaciones se realizan mediante proyección o son directas.

Mirando a simple vista la orientación del sol es: Norte arriba, Sur abajo, Este a la izquierda y Oeste a la derecha.

Proyectando la imagen: Norte arriba, Sur abajo, Oeste a la izquierda y Este a la derecha.

En la observación directa a través de telescopio: Norte abajo, Sur arriba, Oeste a la izquierda y Este a la derecha.

Si la observación es directa pero con prisma cenital o con helioscopio la orientación es la misma que en la proyección: Norte arriba, Sur abajo, Oeste a la izquierda y Este a la derecha.

3.- COORDENADAS HELIOGRÁFICAS.-

Como consecuencia del desplazamiento del sol con respecto al plano de la eclíptica (6°), la inclinación del eje de la tierra con respecto a ésta (23°) y dependiendo del mes de observación, el eje del sol estará inclinado hacia la derecha, hacia la izquierda, hacia delante o hacia atrás con respecto a la tierra. Pueden consultarse las efemérides (ángulos P, Bo, Lo y la posición del sol en el cielo) para un día y hora determinados en la siguiente dirección: <http://astrosurf.com/obsolar/efemerides.html>

Si lo único que pretendemos es realizar dibujos u observaciones esporádicas bastará con tener en cuenta que el movimiento de las manchas es siempre recto y no hacia el norte o sur como puede parecer en un principio, si quieres tomar datos sobre la latitud y longitud de las manchas lo más aconsejable es realizar unas plantillas con los grados correspondientes de inclinación para cada fecha (en el apartado 8 del manual encontrarás enlaces a plantillas listas para imprimir según los grados de inclinación de cada mes).

4.- OBSERVANDO LA FOTOSFERA.-

Una vez tienes el filtro o el helioscopio y clara la orientación del sol puedes comenzar con la observación.

Lo más aconsejable es comenzar con un ocular de poco aumento que permita ver la superficie solar al completo, los de campo pequeño o gran aumento son aconsejables sólo para ver detalles de las manchas.

4.1.- Oscurecimiento del Limbo.-

Lo primero que notarás es que el centro del sol resulta mucho más brillante que los bordes. Este fenómeno es consecuencia de la absorción de una parte de la luz por la propia atmósfera solar.

Los días de baja estabilidad atmosférica verás en el limbo ciertas ondulaciones, no es un fenómeno solar en sí, sino que está producido exclusivamente por corrientes de aire en la atmósfera.

4.2.- Granulación.-

Los llamados "granos de arroz" son burbujas de gas (el gas caliente asciende hacia la superficie y desciende al enfriarse) que hacen que la superficie solar parezca rugosa como la cáscara de una naranja, cada burbuja tiene el tamaño de la península ibérica, tienen una duración de pocos minutos y son siempre visibles aunque no podrás distinguir ningún detalle como su forma y demás.

4.3.- Fácúlas.-

Pueden verse cerca del limbo, son zonas más brillantes que el resto de la superficie solar, están asociadas a las manchas y tienen una duración mayor que éstas; suelen aparecer antes de la mancha y desaparecen después. Se pueden ver tanto en los máximos como en los mínimos y son un buen indicador de actividad electromagnética ya que suelen derivar en

manchas la mayoría de las veces. Conforme van acercándose al centro solar se pierden y pueden volver a verse al acercarse de nuevo al limbo poniente.

4.4.- Manchas.-

Son zonas más oscuras que la fotosfera debido a su menor temperatura (unos 2000° menos) e indican la actividad magnética del sol. El sol tiene una rotación en el ecuador de 25 días, mientras que en las latitudes altas el período de rotación es de 36 días, esto hace que las líneas magnéticas se enreden y den lugar a la formación de las manchas.

5.- EL ESTUDIO DE LAS MANCHAS.-

5.1.- El Ciclo Solar.-

Tiene una duración aproximada de 11 años teniendo lugar entonces una inversión de los polos magnéticos del sol por lo que, en realidad, el ciclo completo es de 22 años.

El paso del mínimo al máximo (tres a cuatro años) es menor que el paso del máximo al mínimo (seis a siete años). En las épocas de máximo el sol libera una energía ligeramente superior que en el mínimo y eso da lugar a la aparición de grandes grupos de manchas; durante el máximo solar pueden verse grandes grupos que cambian rápidamente de forma mientras que en el mínimo suelen ser bastante monótonos y abundan las manchas individuales, aisladas y de lenta evolución.

Una manera de conocer el momento del ciclo en que nos encontramos es a través de la latitud de las manchas (ley de Spoerer). Al principio de cada ciclo las manchas aparecen a 30° ó 40° de latitud, lo normal es que estén distribuidas en dos líneas muy distantes al norte y sur del ecuador. Pasado éste las manchas se acercan cada vez más al ecuador solar. En el mínimo la latitud media de las manchas es de 5° llegando a alcanzarse los 3°.

Los ciclos se superponen: cuando aún no ha concluido el mínimo comienzan a verse manchas en latitudes altas indicando el comienzo de un nuevo ciclo, mientras que las cercanas al ecuador solar van desapareciendo.

5.2.- Poros, Manchas, Focos y Grupos.

Los poros son pequeños puntos oscuros en los que no puede diferenciarse entre sombra y penumbra. Pueden derivar en una mancha o simplemente desaparecer al cabo de uno o varios días. Se presentan aislados o en grupos. El número de poros que pueden verse depende de la abertura del telescopio así como del aumento utilizado.

Las manchas, sin embargo, son de un mayor tamaño, en ellas se diferencia claramente la sombra y la penumbra. La sombra o umbra es oscura y ocupa la zona central de la mancha, la penumbra en cambio es mucho más difusa y su diámetro es al menos el doble que la sombra. Ni la umbra ni la penumbra tienen un aspecto perfectamente regular. Suelen ser redondeadas, ovaladas o alargadas.

Las manchas salen por el este y se ponen por el oeste, aparecen entre las latitudes 5° y 40° (Norte o Sur). La duración de las manchas pueden variar de unos días a unas semanas. No poseen movimiento propio y su aparente desplazamiento es debido a la rotación del sol y, como ya apuntamos anteriormente, el hecho de no parecer recto es debido exclusivamente

al grado de inclinación del sol. Una mancha nunca cruza el ecuador solar, siempre está desviada al norte o al sur.

Focos: Se llaman focos tanto a las manchas como a los poros individuales, si dentro de una mancha se distinguen 2 sombras tendremos 2 focos.

Grupos de manchas: Conjunto de manchas y poros, o de poros individuales, próximos entre sí y que evolucionan de forma conjunta.

5.3.- Número wolf.-

La fórmula es: $W = K [(10 \times G) + F]$

- K es un factor de corrección. Este factor depende del telescopio utilizado, el lugar de observación, la experiencia del observador ... si no tienes dicho factor (cosa bastante probable sobre todo si eres nuev@ en la observación solar) puedes dejarlo con valor 1 o simplemente no poner nada.
- G representa el número de grupos visibles. Un poro aislado cuenta como foco y como grupo, por tanto el menor número de actividad que podemos tener va desde 0, en caso de estar completamente limpia la superficie solar, a 11.

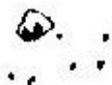
Veamos algunos ejemplos gráficos:



Grupo de 7 focos
 $N^{\circ} \text{ Wolf} = (10 \times 1) + 7 = 17$



Grupo de 1 mancha de 1 foco
 $N^{\circ} \text{ Wolf} = (10 \times 1) + 1 = 11$



Grupo de 1 mancha y 6 focos
 $N^{\circ} \text{ Wolf} = (10 \times 1) + 7 = 17$



2 Grupos 1º (1 mancha y 2 focos) y 2º (1 mancha)
 $N^{\circ} \text{ Wolf} = (10 \times 2) + 4 = 24$



5.4.- Efecto Wilson.-

Este es otro dato que puedes poner en el parte de observaciones aunque es un efecto óptico y se da en las manchas situadas cerca del limbo. Consiste en evaluar la posición de la sombra con respecto a la penumbra, cuando las manchas están cerca del limbo este, la sombra parece adelantarse a la penumbra que es más ancha en la parte posterior, conforme la mancha se acerca al limbo oeste el efecto es el contrario resultando más ancha la parte delantera de la penumbra y la sombra parece quedar atrasada.

La desviación de la sombra respecto a la penumbra puede ser: centrada, poco desplazada, desplazada y muy desplazada.

6.- CONDICIONES DE OBSERVACIÓN.-

Otro dato que debes anotar en el parte de observaciones es el relativo a las condiciones atmosféricas ya que la estabilidad de la atmósfera afecta a las observaciones. Se mide valorando la nitidez y el movimiento de la imagen (escala Kiepenheuer) o simplemente por el número de aumentos que nos permite tener una visión clara.

6.1.- Nitidez de la Imagen.-

NITIDEZ DE LA IMAGEN	
1,0	Visible alguna estructura en las grandes sombras (gránulos umbrales). Estructuras muy finas en la penumbra.
1,5	Estructuras finas en la penumbra. Granulación muy definida.
2,0	Alguna fina estructura en la penumbra y en las divisiones sombra-penumbra y fotosfera-penumbra. Granulación muy definida.
2,5	Estructura de granulación bien visible. Clara división entre sombra, penumbra y fotosfera pero sin estructuras finas.
3,0	La granulación es detectable cuando se desplaza la imagen solar. Poco contraste en la división sombra-penumbra.
3,5	No es visible la estructura granular. Difícil separación entre sombra y penumbra.
4,0	Sombra y penumbra sólo distinguibles en las grandes manchas. No es detectable la estructura granular.
4,5	Sombra y penumbra distinguibles sólo en las manchas muy grandes.
5,0	Sombra y penumbra se confunden.

6.2.- Movimiento de la Imagen.-

MOVIMIENTO DE LA IMAGEN	
1,0	No es detectable movimiento alguno ni en el limbo ni en el disco.
1,5	Movimiento de la imagen (agitación en el limbo) menor o igual a 0,5".
2,0	Movimiento en el limbo entre 1" y 1,5". Débiles ondulaciones. Movimiento en las manchas prácticamente imperceptible.
2,5	Movimiento en el limbo de 2" a 2,5" visible también en las manchas. Ondulaciones en el limbo solar.
3,0	Movimiento de la imagen entre 3" y 3,5". Fuertes ondulaciones en el limbo.
3,5	Movimiento de 4" a 5".
4,0	Movimiento de 6" a 7".
4,5	Movimiento de 8" a 10".
5,0	Movimiento de más de 10".

6.3.- Seeing Astronómico.-

Se usa una escala de 5 niveles.

SEEING ASTRONÓMICO	
1	Cielo severamente perturbado. La visión incluso a bajos aumentos resulta inutilizable.
2	Seeing Mediocre. La observación a bajos aumentos proporciona una visión clara y estable, pero a medios se degrada.
3	Seeing Bueno. Se puede emplear hasta la mitad del aumento utilizable por el telescopio. La visión a aumentos superiores sólo produce imágenes borrosas.
4	Seeing Excelente. Aumentos medios producen imágenes claras y estables. La visión a aumentos grandes es bastante buena, aunque existe algo de turbulencia.
5	Seeing Soberbio. Prácticamente cualquier aumento empleado produce imágenes claras y estables.

7.- CLASIFICACIÓN DE ZURICH.-

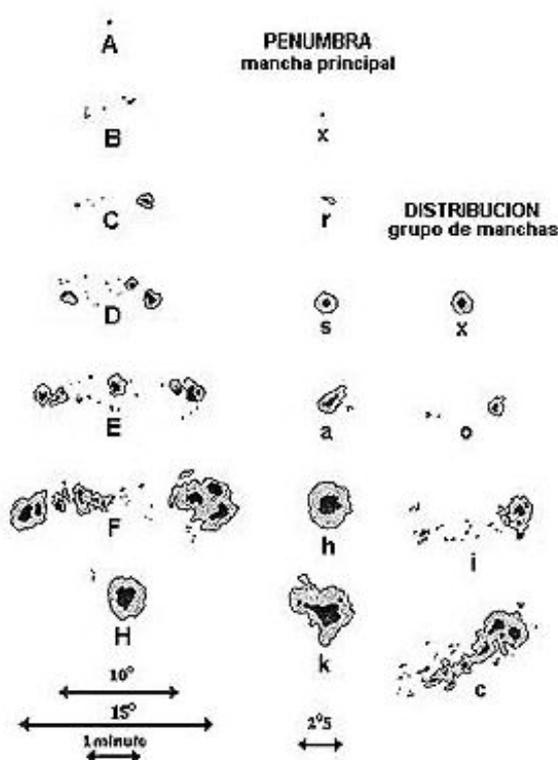
7.1.- Clasificación de Zurich.-

A				Unipolar. Poro o pequeño grupo de poros sin penumbra.
B				Bipolar. Grupo mayor de poros sin penumbra y generalmente en formación Este - Oeste.
C				Bipolar. Mancha con penumbra y con un grupo de poros.
D				Bipolar. Dos o más manchas con poros intermedios. Extensión inferior a 10° heliográficos.
E				Bipolar. Grupo con manchas y poros intermedios. Extensión entre 10° y 15° heliográficos.
F				Bipolar. Grupos con manchas y poros intermedios. Manchas extensas y complejas. Extensión superior a 15° heliográficos.
G				Bipolar. Grupo en decadencia con manchas en los extremos sin poros intermedios. Extensión inferior a 10° heliográficos.
H				Unipolar. Mancha con penumbra superior a 2,5° heliográficos.
J				Unipolar. Mancha con penumbra inferior a 2,5° heliográficos.

CLASIFICACIÓN DE ZURICH - Evolución Grupos	
A	En cualquier zona de la superficie solar entre 5° y 40 surgen uno o varios poros muy próximos.
B	Surgen uno o varios poros al Este u Oeste del anterior (sistema bipolar). Se incrementa el número de poros donde aparecieron los primeros y los segundos.
C	Algunos de los poros extremos inician la formación de penumbra. Suele transformarse en mancha el poro que va más adelantado, más hacia el Oeste (mancha de cabeza).
D	Se forman una o varias manchas en el extremo opuesto donde se formó la primera. Se forman nuevos poros entre ambas manchas y pueden formarse poros dentro de las manchas.
E	Se forman manchas en la zona intermedia del grupo y aumenta en extensión. Se pueden formar nuevas manchas en los extremos. La extensión es de 10° como mínimo. Se puede formar en el hemisferio opuesto y en la misma latitud un nuevo sistema (eco).
F	El grupo sigue creciendo de forma irregular, aparecen proyecciones de poros y puentes brillantes, las manchas son irregulares y cambian rápidamente de forma. Se pierde la bipolaridad y surge la multipolaridad. Es el máximo. La extensión es de 15° como mínimo.
G	Se inicia la disolución. Desaparecen los poros y las manchas intermedias, las manchas de los extremos se redondean y se vuelve a la bipolaridad. La extensión es de 10°.
H	Desaparecen los poros y las manchas de un extremo, desaparece la bipolaridad y queda una o varias manchas con o sin poros agrupadas en una zona. La extensión es mayor a 2,5°.
J	Sólo queda una manchita o dos pequeñas, normalmente sin poros en su proximidad. La extensión es menor a 2,5°.

7.2.- Clasificación de McIntosh.-

CLASIFICACION DE ZURICH MODIFICADA



Consiste en un esquema de tres letras.

La primera hace referencia a la clasificación de Zurich pero sin la G y la J (la G se incluye en el grupo E o F y la J en el grupo H).

La segunda se refiere al tamaño de las penumbras y manchas (6 tipos).

La tercera hace referencia a la distribución de las manchas dentro del grupo (4 tipos).

La combinación de los 3 datos permiten definir 60 tipos distintos de manchas solares.

CLASIFICACIÓN DE McINTOSH	
A	Unipolar sin penumbra.
B	Bipolar sin penumbra. No existe límite de extensión.
C	Bipolar con penumbra en una de las manchas de sus polaridades. No existe límite de extensión. Cuando la penumbra sobrepasa los 5° ha de clasificarse como D compacta.
D	Bipolar con penumbra en las manchas de ambas polaridades. Extensión menor a 10°.
E	Bipolar con penumbra en las manchas de ambas polaridades. Extensión comprendida entre 10° y 15°.
F	Bipolar con penumbra en las manchas de ambas polaridades. Extensión mayor a 15°.
H	Unipolar con penumbra. Cuando la penumbra sobrepasa los 5° ha de clasificarse como D compacta.

TAMAÑO DE PENUMBRAS Y MANCHAS	
x	Sin penumbra. Se considera penumbra cuando la región gris que redondea a las manchas tiene más de 3" de arco.
r	Penumbra rudimentaria. Normalmente incompleta, delgada, de contorno irregular, más de 3" de arco y más clara que las penumbras normales. Su estructura es granular o formada por manchitas finas.
s	Penumbra simétrica, circular o elíptica y con un diámetro inferior a 2,5 grados heliográficos. Los núcleos están compactados cerca del centro de la penumbra. Las penumbras elípticas son simétricas alrededor de un solo núcleo. Estas manchas son de lenta evolución.
a	Penumbra asimétrica o compleja, con estructura filamentosa, puede tener varias sombras, contorno irregular y de forma alargada con un diámetro como máximo de 2,5 grados heliográficos. Estas manchas pueden cambiar rápidamente de forma.
h	Penumbra simétrica, circular o elíptica y con un diámetro superior a 2,5 grados heliográficos. Mismas características que el tipo "s".
K	Penumbra asimétrica y compleja, con estructura filamentosa y un diámetro superior a 2,5 grados heliográficos. Mismas características que el tipo "a".

DISTRIBUCIÓN DE LAS MANCHAS DENTRO DEL GRUPO	
x	Mancha única.
o	Distribución abierta de las manchas. La zona intermedia entre la mancha delantera y la trasera está libre de manchas, quedando el grupo claramente dividido en dos zonas de polaridad magnética opuesta.
i	Distribución intermedia de las manchas. Pueden verse algunas manchas sin penumbra entre la mancha delantera y la trasera.
c	Distribución compacta de manchas. Pueden verse al menos una mancha con penumbra entre la mancha delantera y la trasera o un grupo de manchas rodeada por una penumbra continua.

8.- PLANTILLAS.-

Los dibujos se realizarán sobre un círculo de unos 14 cm. de diámetro. Si quieres saber la longitud y la latitud aproximada de las manchas puedes guardar las plantillas (los dibujos se encuentran en la web pincha en los enlaces para acceder a ella), sólo tienes que ajustar el tamaño al del círculo e imprimirlas como transparencias. Estas plantillas se han obtenido del **Stanford Solar Center**.

Círculo Solar	0 grados	1 grado	3 grados
4 grados	5 grados	6 grados	7 grados

Tienes más plantillas en la web del **Mount Wilson Observatory**

En cuanto al parte de observaciones puedes bajar la **ficha** en pdf que aparece en la sección de Observaciones.

Bueno pues esto es todo, espero que te sea útil en tus observaciones. Puedes encontrar más información en: <http://astrosurf.com/obsolar/colabora/Observando A Nuestra Estrella.pdf>

Y un tutorial sobre cómo tomar imágenes en h-alpha (con un PST) y su posterior procesamiento en: <http://astrosurf.com/obsolar/colabora/Solar imaging on a budget.pdf>
Si tienes alguna duda o quieres sugerir algo tanto para el manual como para la página contacta en obsolar@telefonica.net

© Gema Araujo Marzo 2001