



OBSERVATORIO AFICIONADO CRUZ DEL SUR

Cochabamba Bolivia

A. Gonzalo Vargas B.

Enero 15, 2022

Reporte No. 251

REPORTE ESPECIAL

INFORME ANUAL DE OBSERVACIÓN SOLAR AÑO 2022

El presente reporte anual correspondiente al año 2022, fue posible gracias a las observaciones solares efectuadas durante el año 2022. Esperemos sea como una invitación a todas las personas que tengan interés o curiosidad de poder hacer observaciones solares.

La realización de las observaciones diarias del Sol tiene un gran atractivo, pues si se ponen a pensar se está observando los eventos que suceden en nuestra estrella eje del Sistema Solar. En consecuencia, ser testigo de estos grandes eventos en primera fila nos invita a pensar cada día, al momento de salir de la cama luego del descanso nocturno, sobre “si las condiciones del Sol el día de ayer permanecen hoy, o si el grupo de manchas que vimos ayer sigue igual o quizá haya crecido”.

Como se ve, por una parte, la observación solar siempre brinda sorpresas, es muy activa, muy interesante y nos brinda la oportunidad de aprender. Y la otra parte, viene después de un tiempo cuando tenemos los datos de observaciones del mes y debemos elaborar reportes; ya sea para nuestro propio uso o quizá para enviar a otras fuentes que reciben los reportes de astrónomos aficionados alrededor del mundo. En resumen, se hacen las observaciones con el propósito de compartirlas y quizá analizarlas para un estudio personal que satisfaga nuestras propias curiosidades.

En el presente reporte anual nos referiremos a los siguientes aspectos.

1° OBSERVACIONES SOLARES Y EL MÉTODO UTILIZADO

2° CANTIDAD DE OBSERVACIONES DIARIAS REALIZADAS DURANTE EL AÑO 2022

3° ACTIVIDAD SOLAR REGISTRADA EN EL DISCO COMPLETO SOLAR EN 2022

4° ACTIVIDAD SOLAR REGISTRADA EN AMBOS HEMISFERIOS SOLARES EN 2022

5° TIPOS DE GRUPOS DE MANCHAS SOLARES MÁS OBSERVADAS EN 2022

6° EVENTOS DE DESTELLOS SOLARES REGISTRADOS DESDE EL ESPACIO

7° PROGRESO DEL PRESENTE CICLO SOLAR 25

8° COMPARACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LOS CICLOS SOLARES 24 y 25

9° GEOMAGNETISMO Y RADIOASTRONOMÍA SOLAR

10° PEQUEÑO GRAN TELESCOPIO SOLAR

11° MANCHAS SOLARES MÁS DESTACADAS EN 2022

12° COMETAS 2022

13° IMÁGENES MÁS DESTACADAS DEL AÑO 2022

1° OBSERVACIONES SOLARES MÉTODO UTILIZADO



Las observaciones solares se realizan en luz blanca. El método de observación es el de proyección de la imagen solar. Para ello se usa un telescopio reflector Newtoniano con espejo primario de 20 centímetros y una relación focal f/8. La imagen solar proyectada es de 25 centímetros en su diámetro.

Esta imagen solar proyectada sobre un papel, sirve para hacer el dibujo diario de los grupos de manchas solares, el conteo de grupos y manchas solares. Posteriormente se elaboran los registros y los reportes, que se comparten con otros observadores.

2° CANTIDAD DE OBSERVACIONES DIARIAS REALIZADAS EN EL AÑO 2022



En total se realizaron 295 observaciones solares en el año 2022.

Como se aprecia entre abril y agosto se lograron mayor número de observaciones, aprovechando la menor cantidad de cielos despejados, a diferencia de la menor cantidad de observaciones a inicio y fin de año.

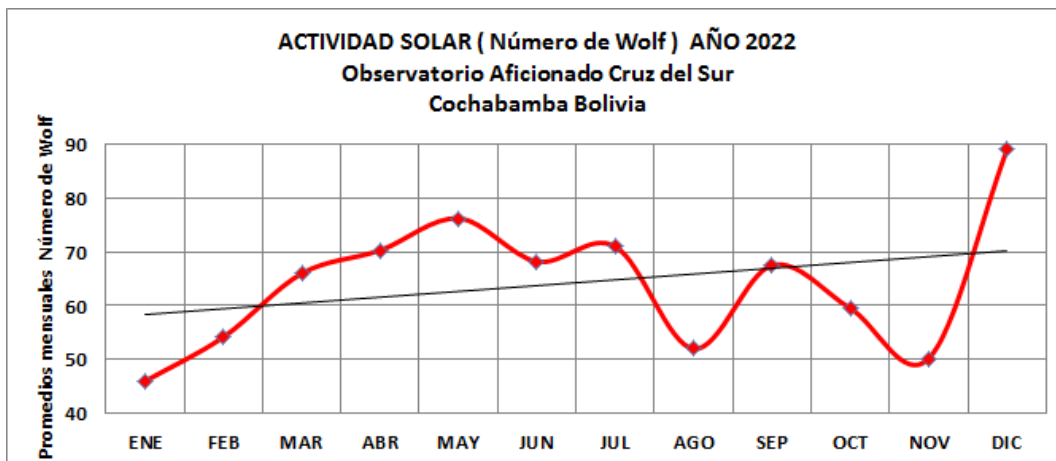
3°ACTIVIDAD SOLAR REGISTRADA EN EL DISCO SOLAR COMPLETO EN 2022

Para nuestra evaluación de la actividad solar en lo relacionado a las manchas solares, utilizamos la ecuación del llamado Número de Wolf (NW)

$$NW = 10 \cdot NG + NM$$

Donde NG corresponde al número de grupos de manchas solares observadas y NM, al número de manchas de cada grupo.

La siguiente gráfica muestra el valor estimado del Número de Wolf en su valor promedio para cada mes del año 2022.



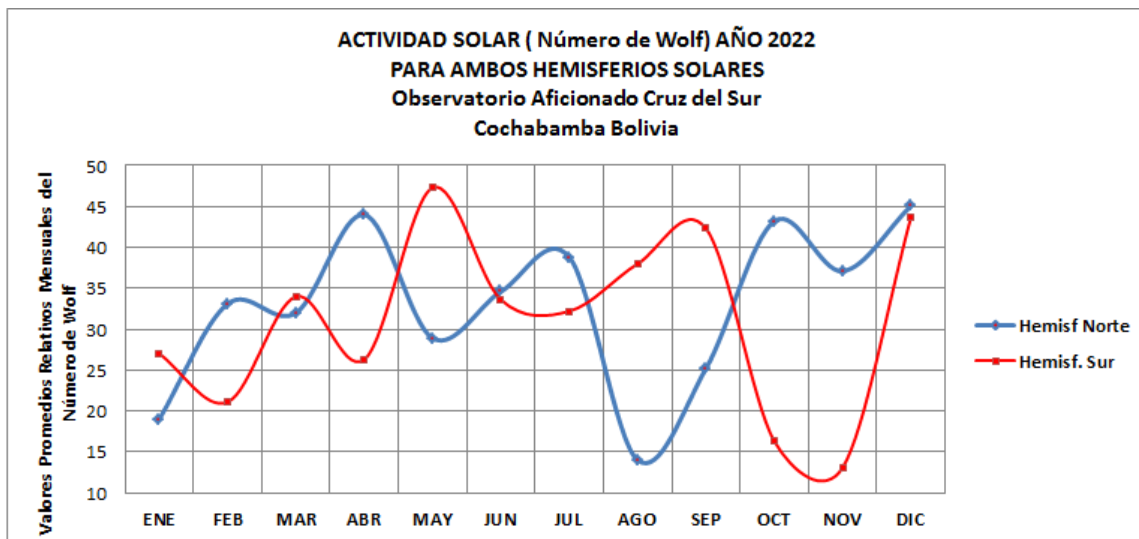
Como vemos la línea fina de color negro indica la tendencia general de la actividad en cuanto a formación de manchas solares en 2022. Como se observa, la tendencia es de crecimiento y positiva a medida que el presente ciclo solar 25 va camino a su máximo.

Aparentemente se experimentó un pico relativo de actividad en el mes de mayo (76.2); pero diciembre nos mostró el mayor valor del Número de Wolf (89).

Seguidamente veremos lo acontecido con la actividad solar en producción de manchas solares en ambos hemisferios solares.

4°ACTIVIDAD SOLAR REGISTRADA EN AMBOS HEMISFERIOS SOLARES EN 2022

Utilizando los datos de las tablas de efemérides solares para cada día del año, es posible determinar la formación y desarrollo de grupos de manchas solares en ambos hemisferios solares. Estos datos nos permiten visualizar qué hemisferio solar fue más productivo en



manchas solares para cada mes del año 2022.

En la gráfica, vemos en color rojo las oscilaciones de la actividad de manchas solares en el hemisferio sur y la misma información (actividad de manchas solares) en color azul referente al hemisferio norte.

En enero vemos que el hemisferio sur tuvo ligero predominio de actividad, mientras que febrero fue el hemisferio norte quien tuvo más producción de manchas solares. En marzo tuvimos como un empate, en abril nuevamente el hemisferio norte fue más productivo y en mayo y parte de junio fue el hemisferio sur el protagonista. Luego, parte de junio y julio nuevamente perteneció al hemisferio norte, y agosto y septiembre fue más dominante la actividad de manchas solares en el Hemisferio sur.

Resulta muy interesante que desde fines de septiembre y hasta diciembre, la actividad de generación de manchas solares fue dominante en el hemisferio norte; mientras, en noviembre el hemisferio sur mostró un descenso casi al nivel cero.

El estudio de estas alternancias en la formación o actividad de manchas solares, en ambos hemisferios, dio lugar a la denominada asimetría de actividad solar en ambos hemisferios. La asimetría no solo tiene lugar en la formación de grupos de manchas solares, sino también en la actividad de destellos solares y posiblemente en la distribución de campos magnéticos en cuanto a la polaridad se refiere.

Lo más interesante es que esta alternancia o asimetría no solo fue comprobada en muchos estudios en el sentido de hemisferios Norte y Sur; sino que también existe en el sentido de direcciones Este Oeste del meridiano central solar. Esta asimetría es real y no es producto de la casualidad o aleatoriedad, quizá obedece a una característica solar posiblemente generada por algún fenómeno o función desde el interior del Sol, que no se conoce muy bien actualmente.

Para visualizar esta alternancia o asimetría solar norte sur se hace uso del índice de asimetría para la formación de manchas solares en ambos hemisferios solares. Este índice obedece a la siguiente ecuación:

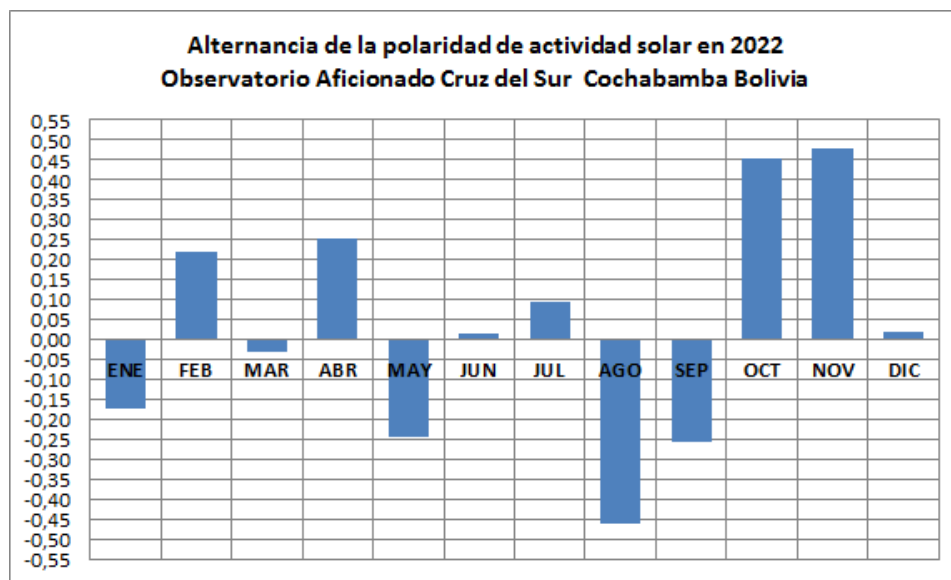
$$IA = (N - S) / (N + S)$$

Donde IA es el índice de asimetría, N corresponde a los valores de grupos de manchas solares en el Norte y S a los valores de grupos de manchas solares en el Sur. En este análisis se usó el Número de Wolf (para el norte y sur) en lugar del número de grupos de manchas solares. Para ello se consideró que la correlación existente entre grupos de manchas solares y el Número de Wolf es muy significativa y positiva.

MES	H.NORTE	H.SUR	INDICE ASIMETRIA
ENE	19	27	-0,17
FEB	33,1	21,1	0,22
MAR	32	34	-0,03
ABR	44	26,3	0,25
MAY	28,9	47,3	-0,24
JUN	34,6	33,6	0,01
JUL	38,8	32,2	0,09
AGO	14	38	-0,46
SEP	25,2	42,3	-0,25
OCT	43,2	16,3	0,45
NOV	37,1	13,1	0,48
DIC	45,1	43,7	0,02

La tabla 1 muestra los valores del índice de asimetría para cada mes.

Con estos valores construimos la siguiente gráfica, que muestra visualmente en forma más clara la asimetría para cada mes del año 2022.



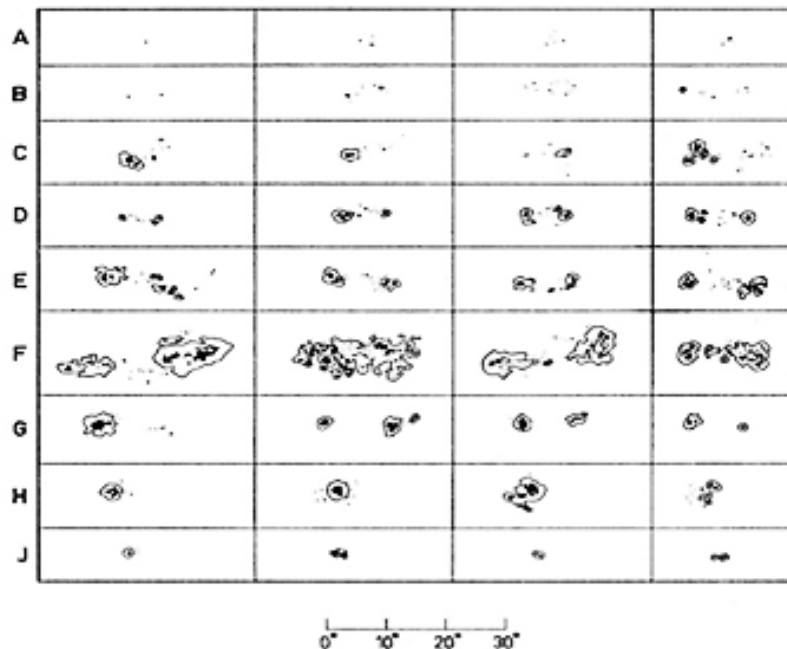
Los valores en el eje vertical izquierdo muestran valores positivos para el hemisferio norte y negativos para el sur.

El año 2022 Un 57% de formación de grupos de manchas solares tuvieron lugar en el hemisferio norte y un 43% lo hicieron en el hemisferio sur. Visualmente podemos ver cómo se presenta cierta alternancia de actividad solar en cuanto a generación de manchas solares se refiere..

5° TIPOS DE GRUPOS DE MANCHAS SOLARES MÁS OBSERVADAS EN 2022

Existe una clasificación tradicional de tipos de grupos de manchas solares llamada “clasificación de Zurich”. Esta clasificación hace referencia a nueve tipos de grupos de manchas solares, cada grupo corresponde a las letras: A, B, C, D, E, F, G, H y J.

En el siguiente cuadro vemos la estructura y características de cada tipo de acuerdo a esta clasificación.

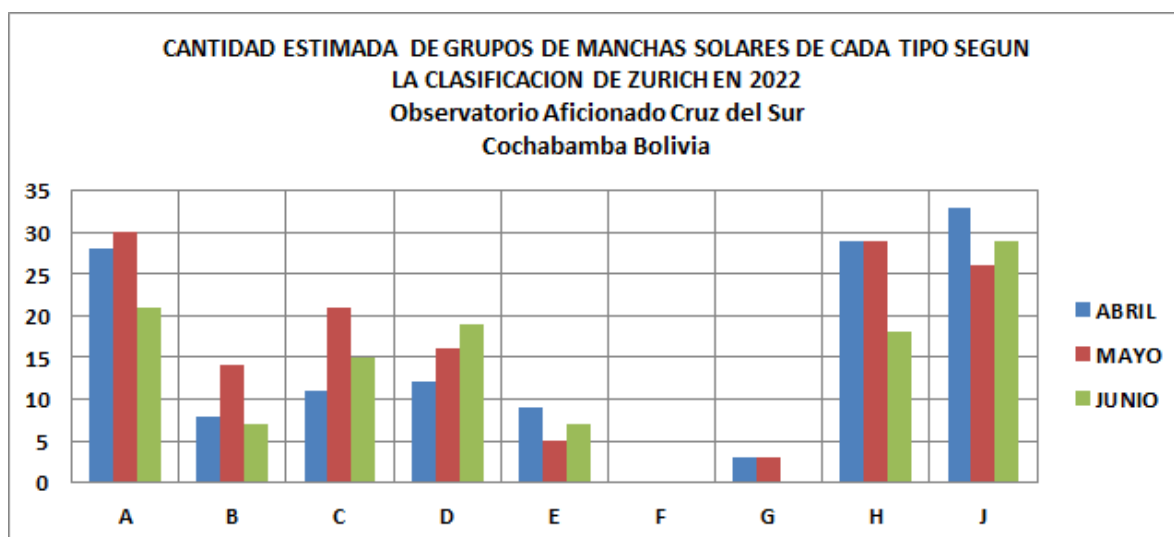
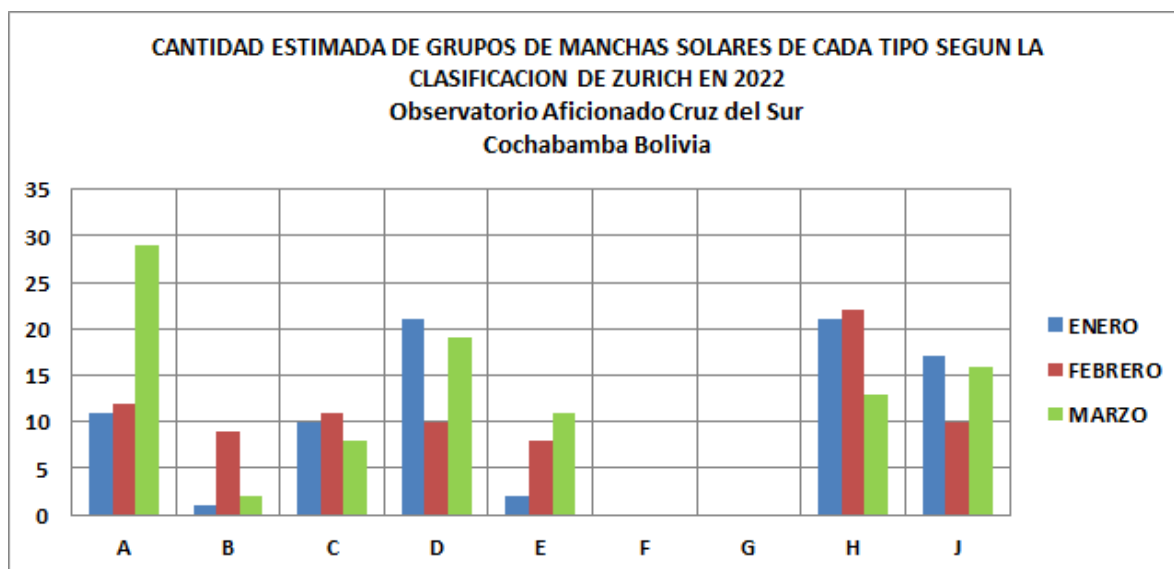


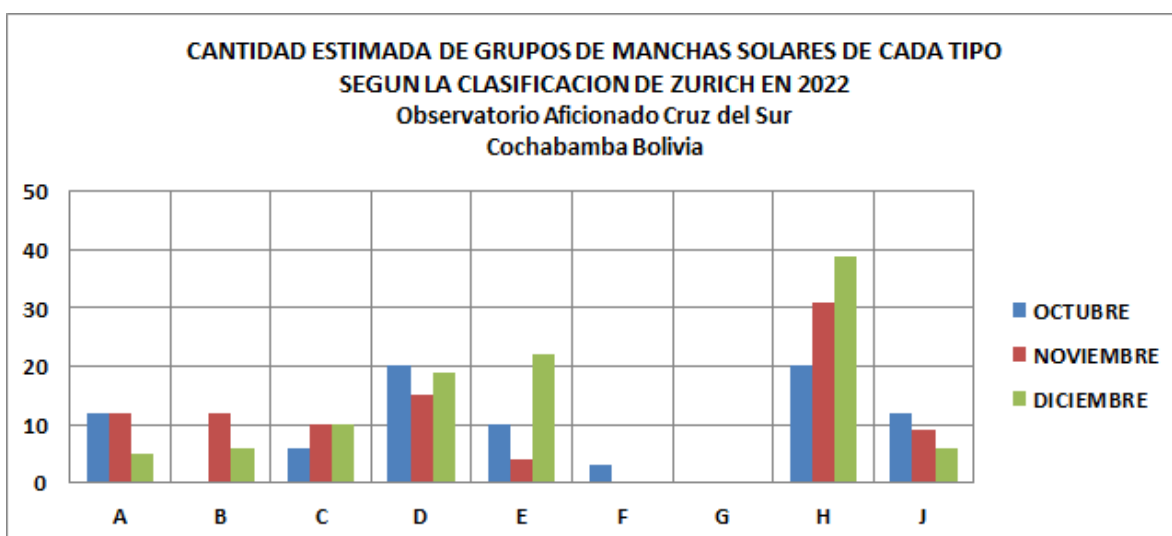
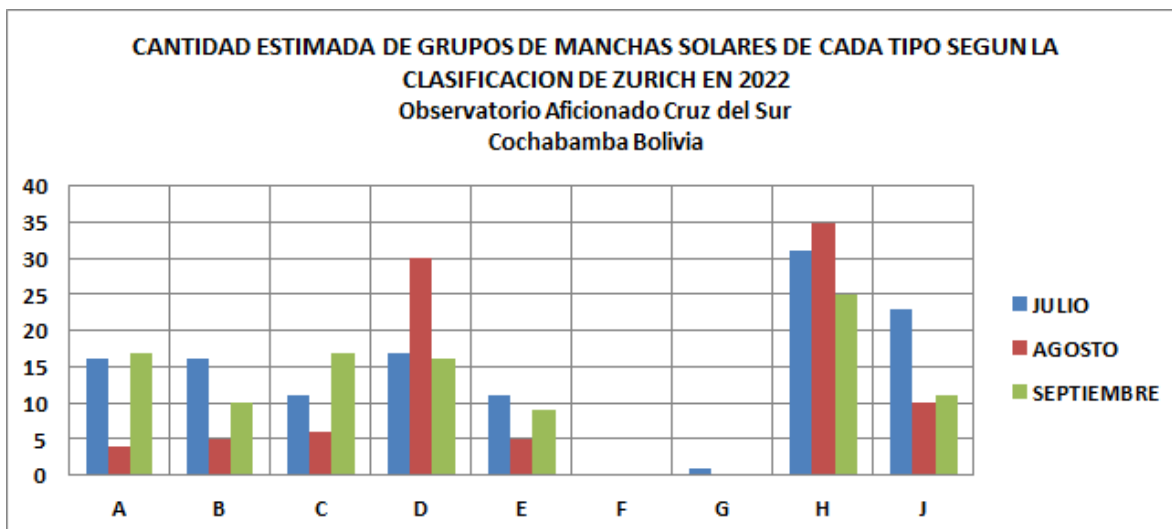
Podemos ver que los grupos de tipo A son los más pequeños. Observadas las manchas se muestran como pequeños puntos oscuros, sin la llamada penumbra. Estas manchas solares son magnéticamente unipolares y al serlo no son generadoras de destellos solares. Por su parte, las manchas de tipo B bipolares, tampoco tienen una penumbra que rodee las manchas.

Otras manchas pertenecen a los grupos C, D, E, F y G. Éstas son las más grandes (las mayores son de tipo F) que son multipolares y activas. Aclarando, las más activas son las de tipo D, E y F; normalmente generadoras de grandes destellos solares.

Normalmente las de tipo H y J son manchas que poseen alguna penumbra alrededor del núcleo, son unipolares y no generan destellos solares intensos.

En las siguientes gráficas de barra, se muestra el número de grupos de manchas solares para cada mes del año 2022.

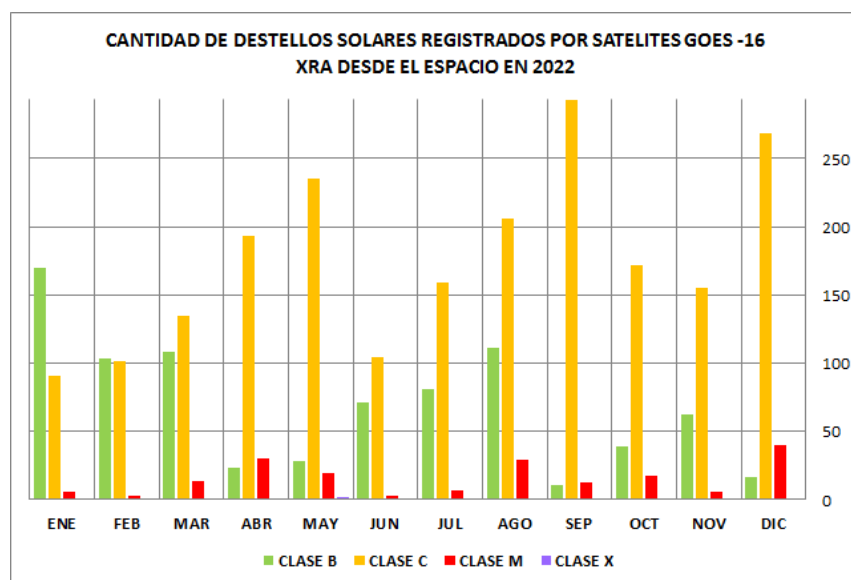




6° EVENTOS DE DESTELLOS SOLARES REGISTRADOS DESDE EL ESPACIO

Otro aspecto interesante para observar es la cantidad de destellos solares registrados desde el espacio por satélites de la serie GOES-16 XRA.

En la siguiente gráfica de barras podemos ver la cantidad de eventos de destellos solares de intensidades, clasificadas como clases B, C, M y X. Las de clase B, en color verde, son las de menor intensidad; las de clase C en color amarillo, son de intensidad moderada; las de clase M en color rojo, son de intensidad fuerte y las de clase X en color lila, son las de mayor energía.



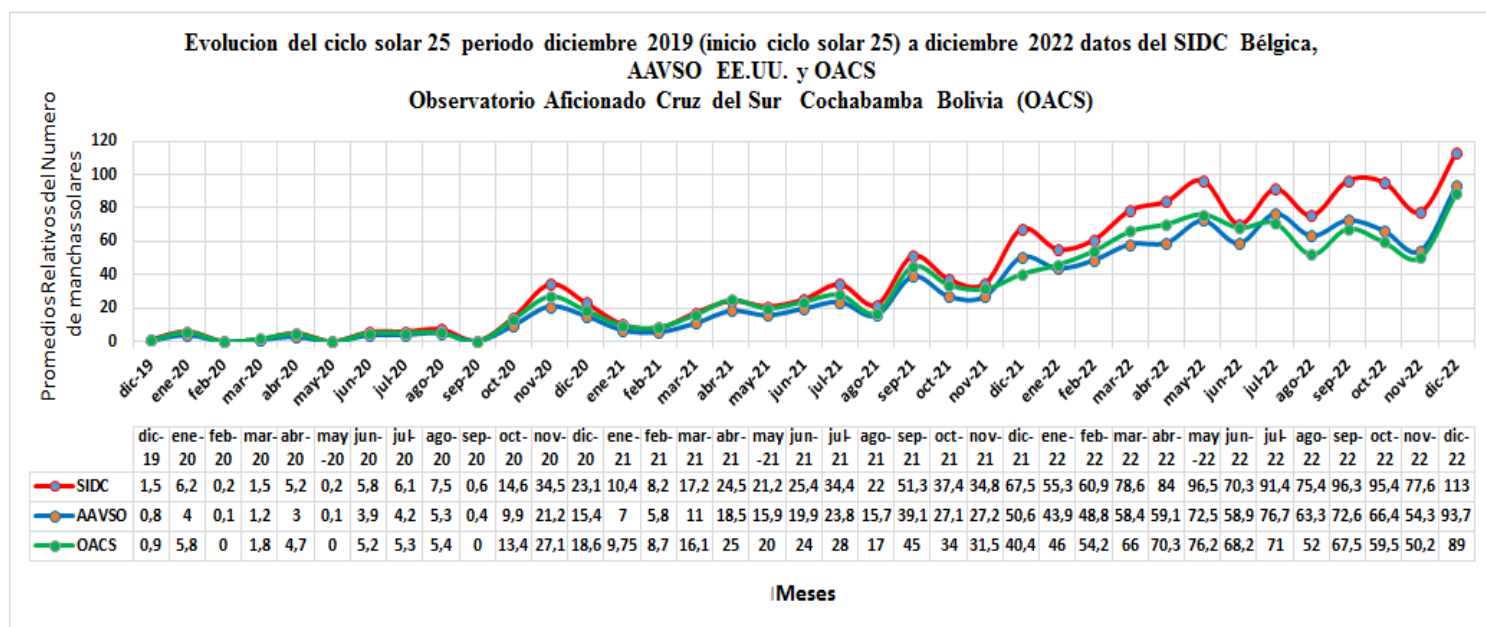
7° PROGRESO DEL PRESENTE CICLO SOLAR 25

El año 2022 forma parte del desarrollo actual del ciclo solar 25, y es interesante observar cómo va desarrollando el ciclo solar 25, por el cual el Sol transita actualmente.

La siguiente gráfica muestra la evolución del presente ciclo solar 25 desde diciembre de 2019; cuando oficialmente se da por iniciado el ciclo solar 25.

Son tres años de ascenso en la actividad solar. La siguiente gráfica muestra cómo se desarrolla el ciclo 25 con datos provenientes de las siguientes fuentes:

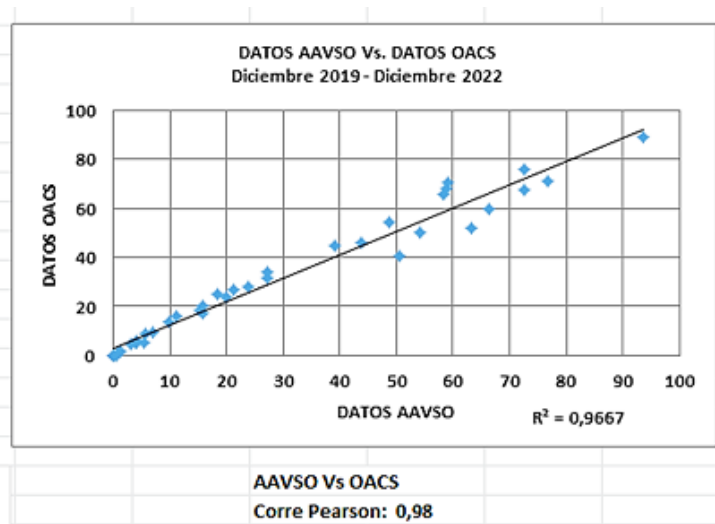
SIDC Sunspots Index Data Center de Bélgica en color rojo, AAVSO American Association of Variable Stars Observers EE.UU en color azul y OACS Observatorio Aficionado Cruz del Sur Cochabamba Bolivia en color verde.



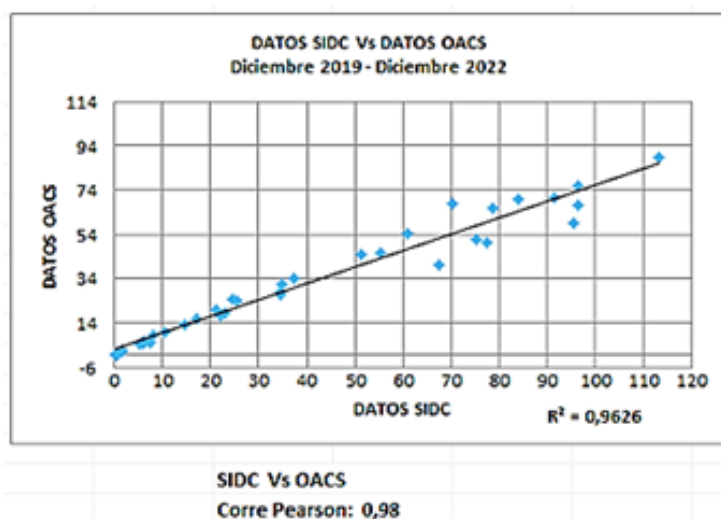
Como se observa las tendencias de las tres curvas muestran aproximadamente el mismo patrón. Así, se puede apreciar el aumento de actividad en cuanto a presencia de grupos de manchas solares a medida que el ciclo solar 25 va camino a su máximo. En diciembre 2022 se experimentó un ascenso destacado y se estima que el pico del ciclo según pronósticos pueda llegar alrededor del mes de julio de 2025. Aunque, todo parece indicar que el máximo se podría alcanzar antes de julio 2025, si la tendencia de actividad solar continúa como lo hace actualmente.

Si bien es cierto que los datos de nuestro Observatorio Aficionado Cruz del Sur son muy similares a los de AAVSO y SIDC (SILSO), debemos ser más rigurosos realizando un análisis estadístico de los mismos mediante la herramienta estadística de correlación lineal.

De esta manera, la primera prueba de correlación es entre los datos de AAVSO y OACS a través de una gráfica de dispersión de puntos y la línea de tendencia que se ajusta en la nube de puntos. De acuerdo a ésta, se tiene un coeficiente de determinación de valor: 0,97 o 97%



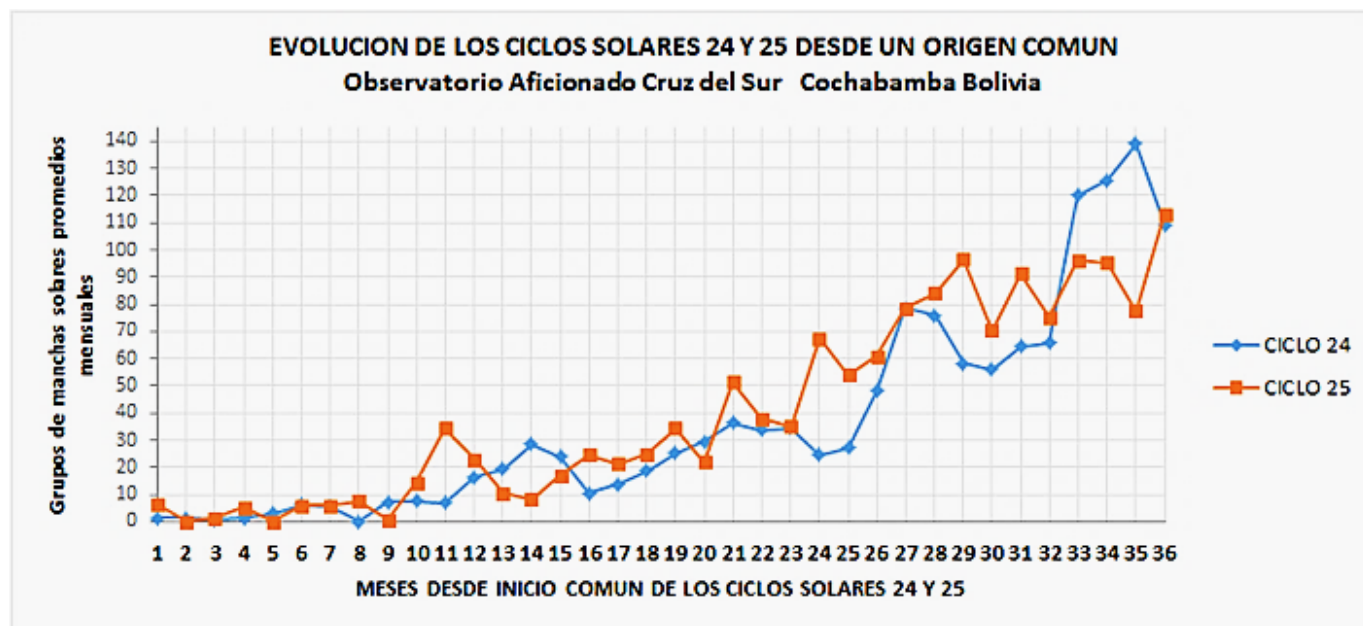
Esta correlación fuerte y positiva también se presenta entre los datos de SIDC (SILSO) y OACS como vemos en la siguiente gráfica. De acuerdo a la recta o línea de tendencia se tiene un coeficiente de determinación de 96%



Actualmente el Sol recorre en la evolución del ciclo solar 25. Algo interesante, en diciembre del año 2022 se experimentó un aumento de actividad solar no solamente en cuanto a producción de grupos de manchas solares; sino también, en el desarrollo de eventos como destellos solares y eyecciones de masa coronal.

Siempre es bueno preguntarse cómo se comporta el presente ciclo solar en relación a ciclos anteriores, en especial al pasado ciclo solar 24 que fue uno de los más débiles en actividad

solar. Así que los invito a ver la siguiente gráfica comparativa del desarrollo de ambos ciclos solares: 24 y 25. La misma considera el número de grupos de manchas solares en el tiempo, desde un origen común de inicio tanto para el ciclo solar 24 y ciclo solar 25 hasta el mes de diciembre del año 2022.

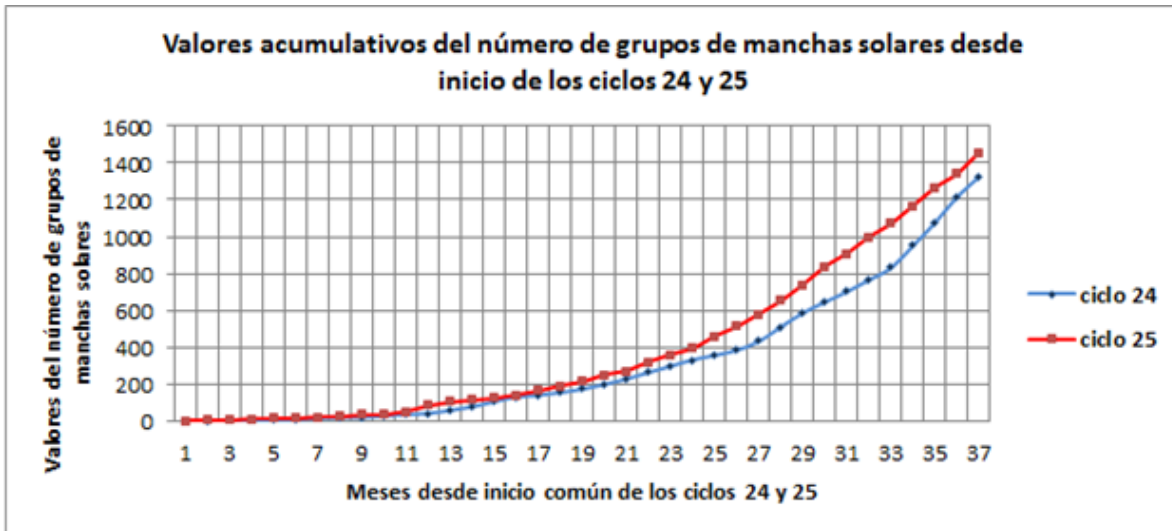


8° COMPARACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LOS CICLOS SOLARES 24 y 25

Aparentemente a lo largo de 36 meses de comparación en la evolución del ciclo solar 24 y 25, vemos una tendencia de crecimiento que parece muy similar. Pero, el ciclo solar 25 aparece como más estable en el crecimiento, es decir hay pocas oscilaciones, sin embargo el ciclo solar 24 muestra mayores variaciones en amplitud.

Por ejemplo entre el mes 32 al 33 se puede ver un aumento o salto en el valor de grupos de manchas solares de 65 a 120.

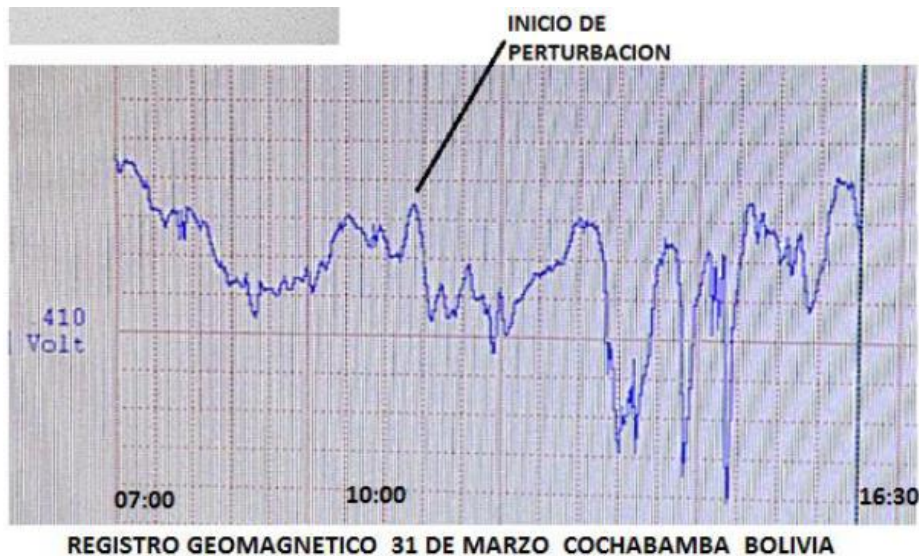
Si deseamos observar o comparar que ciclo solar tiene un mayor aumento en sus valores (en este caso el número de grupos de manchas solares). Al unir en un punto de inicio común el nacimiento de ambos ciclos solares y graficar sus valores acumulativos de grupos de manchas solares para ambos ciclos solares, podemos ver que...



El ciclo solar 25, que actualmente se experimenta, es más activo de lo que fue el ciclo solar 24. Como vemos la curva de valores acumulativos en rojo que corresponden al ciclo 25 se sitúan sobre la curva azul del ciclo solar 24. Como se observa, ambas curvas suben casi en forma paralela, evidenciando que aparentemente ambos ciclos tendrían aproximadamente las mismas pendientes de ascenso.

9° GEOMAGNETISMO Y RADIOASTRONOMÍA SOLAR

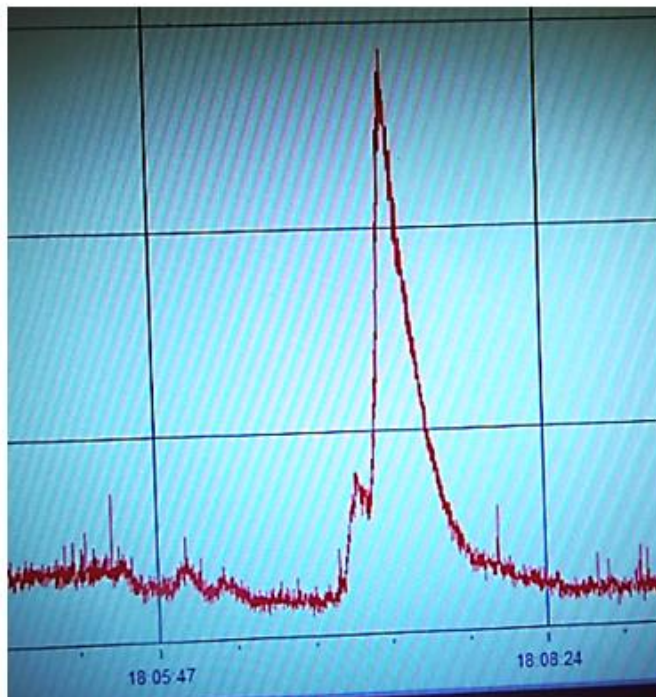
En el año 2022 también se realizaron registros de eventos tanto en los efectos de la actividad solar en el campo magnético terrestre como en el ruido que algunos destellos solares pueden ser registrados en radio de onda corta.



Las eyecciones de masa coronal solar o CME y algunos destellos solares emiten gigantescas masas de plasma que pueden impactar al planeta Tierra y literalmente, sacudir el campo magnético terrestre.

También, pueden generar cierto tipo de “ruido”, en lo que se puede considerar un nivel base de ruido de estática en la frecuencia de monitoreo que en este caso es de 20.1 MHz.

RADIOASTRONOMÍA SOLAR



Estos registros se realizaron en la frecuencia de 20 MHz, usando un receptor JOVE y una antena dipolo extendida de Este a Oeste.

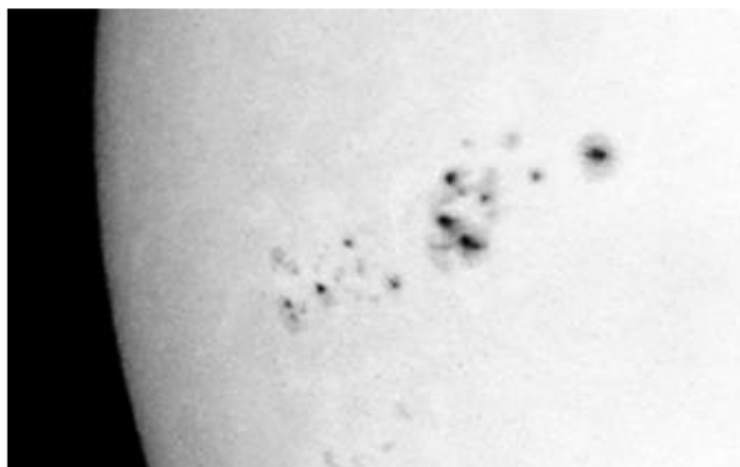
Esta es otra señal de radio que muestra también un evento de ruido solar de tipo III. Este registro se realizó el 12 de enero entre las 18:05:47 y las 18:08:24 T.U.

10° MANCHAS SOLARES MÁS DESTACADAS 2022

El 24 de septiembre dos grupos muy desarrollados tipo E fueron observados y fotografiados a las 13:24 T.U. }

AR 3107

AR 3105



AR 3112 se mantuvo como tipo F desde el 3 al 5; luego desde el 7 al 8 se degradó a tipo E

Imagen lograda el 3 de octubre a las 13:11 T.U.

11° “PEQUEÑO” GRAN TELESCOPIO SOLAR

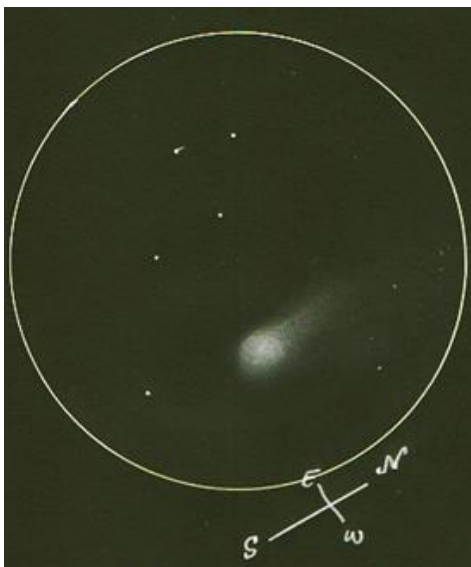


Quizá la actividad más interesante como observador solar fue la construcción de este “pequeño” gran telescopio solar, gracias a la ayuda de mi amigo Rodney Howe.

Para la observación solar no es necesario tener un gran telescopio ni sistemas computarizados. Solo vean esta imagen del telescopio RG (Rodney Gonzalo) que es un pequeño refractor con lente objetivo de 35 mm y distancia focal de 750 mm montado en un trípode de madera. Con este pequeño instrumento se pueden hacer las observaciones solares diarias. Además, con este instrumento estoy involucrado en un interesante programa:

https://www.aavso.org/sites/default/files/solar_bulletin/AAVSO_SB_2022_12.pdf

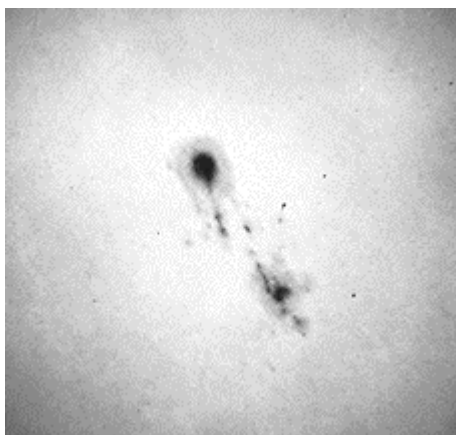
12° COMETAS EN EL AÑO 2022



En el mes de junio se pudo observar
el cometa C/2017 K2 Panstarrs.

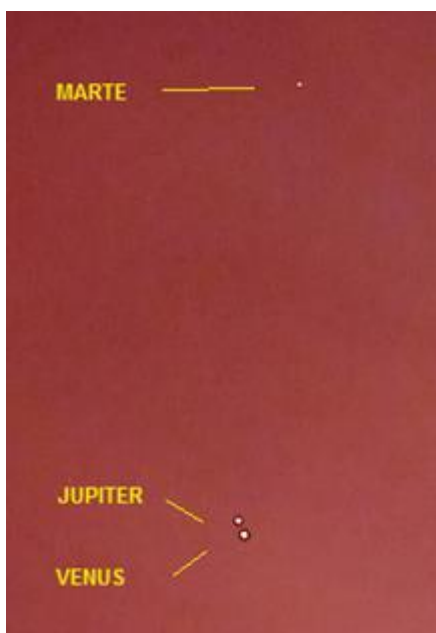
COMETA C/2022 E3 ZTF

Visible solo en el hemisferio norte y el 2023 recién será visible en el hemisferio sur.

**13° IMÁGENES MÁS ACENTUADAS DEL AÑO 2022**

Este grupo de tipo E fue fotografiado el 29 de enero a las 13:59 T.U. Este grupo fue designado como la región activa AR 2936 y generó varios destellos solares al finalizar el mes de enero.

En el mes de abril tuvimos varias configuraciones de planetas y la Luna que brindaron algunas conjunciones muy atractivas a la vista.



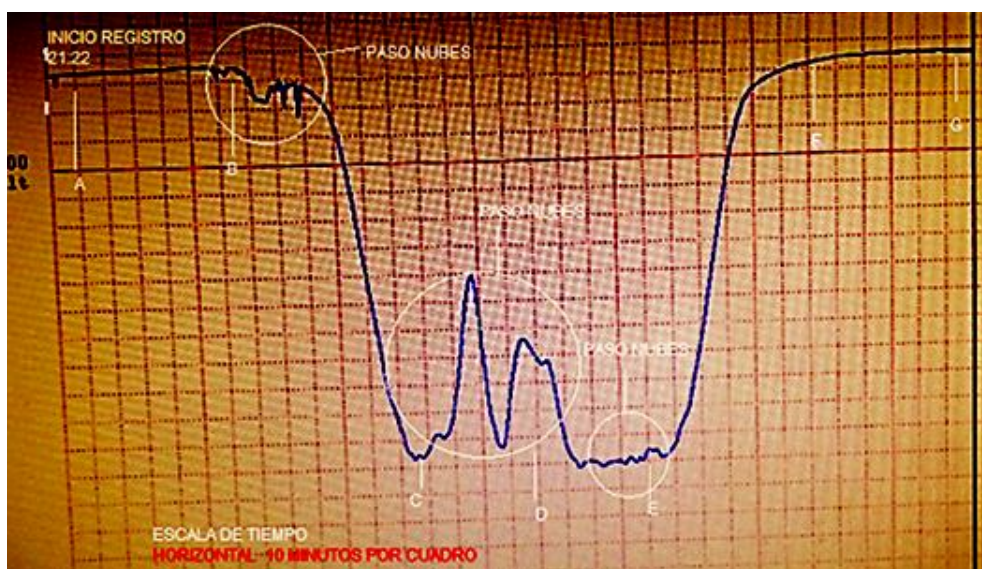
El 27 de abril se pudo ver esta hermosa conjunción de planetas y la Luna



El 1 de mayo se pudo observar una conjunción de los planetas Júpiter, Venus y Marte



En el mes de mayo entre el 15 y 16 tuvimos la oportunidad de ver un hermoso eclipse total de Luna y obtener una curva de variación de la intensidad de la luz lunar.



Registro de variación del nivel luminoso de luz lunar durante el eclipse total de Luna del 15/16 de mayo del año 2022.

AGRADECIMIENTOS

Muchas personas amigas e instituciones nos acompañaron durante el año 2022

Mis agradecimientos a:

- Rodney Howe de AAVSO (Asociación Americana de Observadores de Estrellas Variables) quien tuvo y tiene la mejor disposición de leer mis comentarios e ideas que muchas veces no son muy claras, pero que él con mucha paciencia y sobre todo gran espíritu de cooperación y ayuda siempre está dispuesto a dar una mano. Sin su ayuda no estaría realizando monitoreo de eventos solares en radio ni tendría el pequeño refractor que también uso en las observaciones solares.
- John Cook y Lyn Smith de la BAA (Asociación Británica de Astronomía) por el intercambio de opiniones y sugerencias.
- Sergio Calizaya quien siempre estuvo ayudando en la identificación de estrellas, en la observación de estrellas variables y cometas y el compartir observaciones y fotografías.
- Moisés Montero R. por compartir sus experiencias en fotometría de estrellas variables y sus experiencias en espectroscopia estelar. Le deseamos éxito en el futuro!
- Julio Levy por compartir imágenes fotográficas espectaculares de cielo profundo y planetas.

Mis agradecimientos a todos ellos!.

Referencias sobre información tomada de:

SILSO, World Data Center - Sunspot Number and Long-term Solar Observations. (2022). Sunspot number catalogue, 1850-2022 [data set]. Royal Observatory of Belgium.

<https://www.sidc.be/silso/datafiles>

Svalgaard, L. (2022, December). Sunspots with Ancient Telescopes. Leif Svalgaard's Research Page.

<http://svalgaard-redir.leif.org/research/Sunspots-with-Ancient-Telescopes.pdf>

U.S. Dept. of Commerce--NOAA Space Weather Prediction Center. (2022). GOES-16 XRA data.

<ftp://ftp.swpc.noaa.gov/pub/indices/events/>

AAVSO Solar Section (Asociación Americana de Observadores de Estrellas Variables)



Puesta de Sol detrás de los picos del Tunari

Cochabamba Bolivia