GUIA PER FOTOGRAFIAR EL SOL

per Joan Manuel Bullón i Lahuerta.
cronica-eclipses@yahoo.es

Des de ben antic, la contemplació del cel ple d'estrelles, ha estat motiu de meditació a totes les civilitzacions.

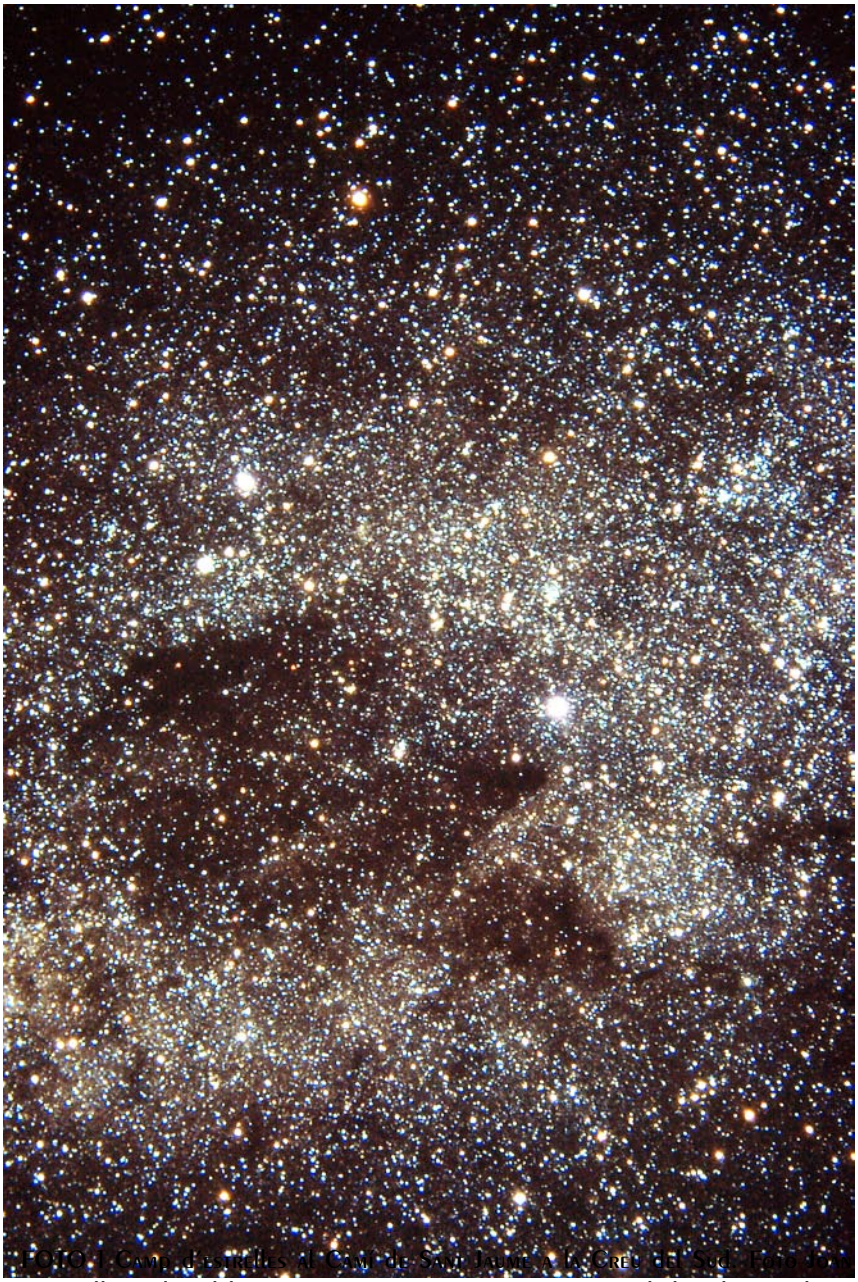


FOTO 1. Camp d'estrelles al Cant de Sant Jaume a la Creu del Sud. Foto: M. Bullón, des del Cerro Aconcagua a 4.370 metres d'altitud (Mendoza-Argentina).

Des de ben antic, la contemplació del cel ple d'estrelles, ha estat motiu de meditació a totes les civilitzacions. Avui en dia, la Ciència no seria Ciència si no s'hagués admirat tot el que ens envolta. Cada estrella és una font de llum i d'energia. Tanmateix, quan el dia domina a la nit, una sola estrella tapa a la resta d'estrelles, es tracta del Sol, l'única de totes que podem veure de prop i captar el seu disc, l'estrella que ens dóna no només la llum i la temperatura, a més ens permet la vida al planeta Terra, únic món on es coneix realment l'existència de la vida.

Una de les civilitzacions més antigues, la Xina ja mirava cap al Sol i s'adonava de l'existència de pertorbacions a l'esfera que els grecs i els llatins anomenaren f*otosfera* o *esfera visible*, aquestes pertorbacions eren les taques solars, tot i que va ser Galileu Galilei cap als segles XVI i XVII qui va encetar l'observació sistemàtica de les taques solars amb extraordinaris dissenys, unes taques que sovint abastaven bona part del

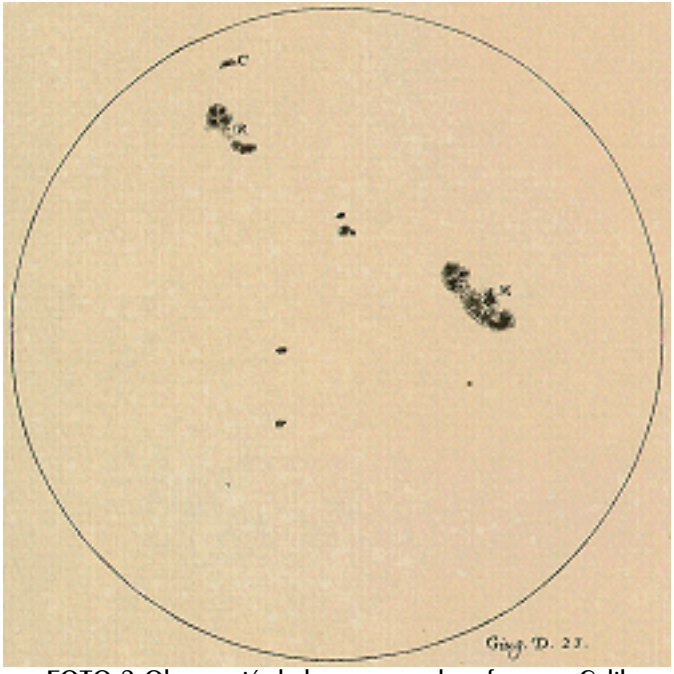


FOTO 2 Observació de les taques solars feta per Galileu al juny del 1613

disc solar i que va fer que el propi Galileu es quedés cec a base de mirar al Sol sense filtres.

Arribat a aquest punt val a dir que per fer l'observació solar és precís prendre les mesures de protecció oculars que calen per evitar cremar-se la vista tant pels raigs infra-rojos com de la pròpia calor solar .

Tret de l'època de l'anomenat "Mínim de Maunder", en que desaparegueren les taques solars durant vora setanta anys, és a dir a la darreria del segle XVII i començaments del XVIII (tot coincidint amb la "Petita edat de gel" en que va haver un Sol inactiu amb una de les èpoques amb temperatures més baixes a la Terra), el Sol s'ha comportat fins avui de manera regular amb cicles d'activitat d'aparició i desaparició de les taques solars cada onze anys de manera regular, en el que es coneix com el "cicle d'onze anys d'activitat solar". És per això que, una de les activitats observacionals més apassionants que pot fer tothom, és l'observació diària del Sol, és a dir de la fotosfera i el registre diari de l'activitat solar, determinant eixos cicles.

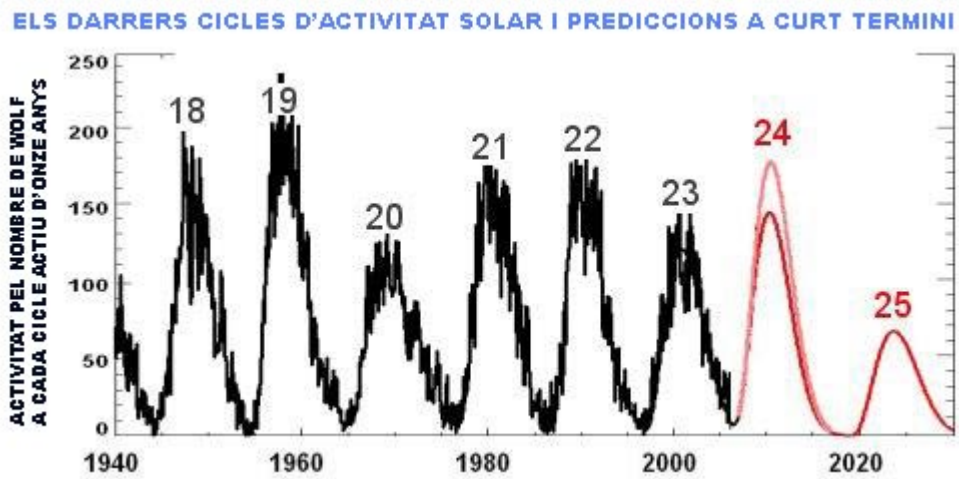


FOTO 3 Gràcies a l'observació diària de les taques solars es pot determinar els períodes d'activitat solar, on es manifesta que al voltant d'onze anys tenim un màxim de taques solars, un mínim amb absència de taques i dos trams de transició. Avui a l'any 2007 ens trobem a la darreria del cicle 23, a punt de començar el cicle 24.

Aquesta activitat és seguida per molts observadors al llarg de tota la

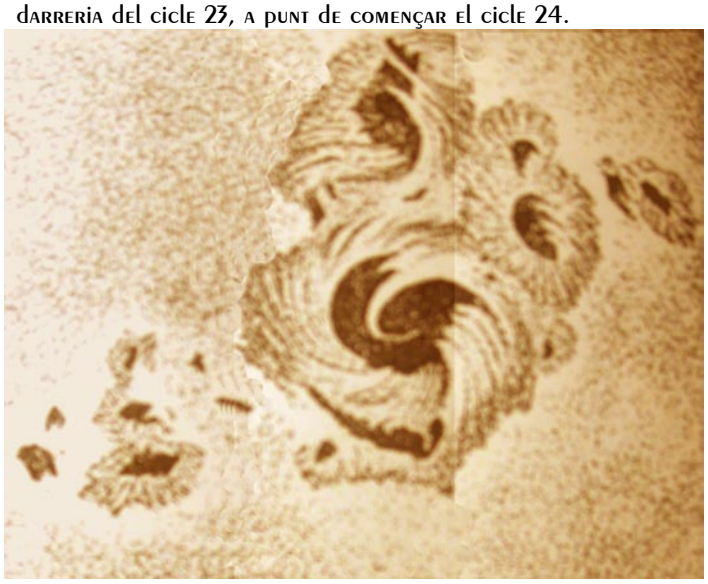


FOTO 4 Gran grup de taques dibuixat per En Josep Joaquim Landerer al 1892. Es pot comparar amb la següent il·lustració d'un altre grup de taques solars.

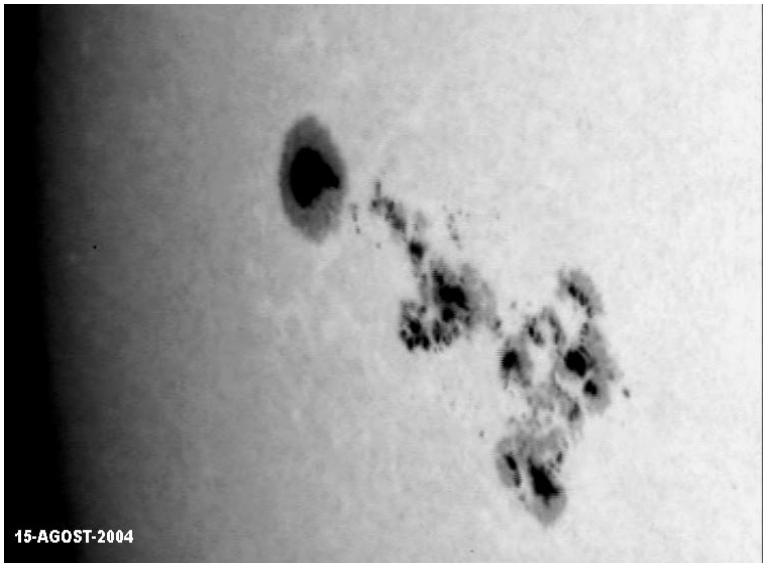


FOTO 5 Gran grup de taques solars pres mitjançant gravació de vídeo obtingut per Joan M. Bullón el 15 d'agost de 2004.

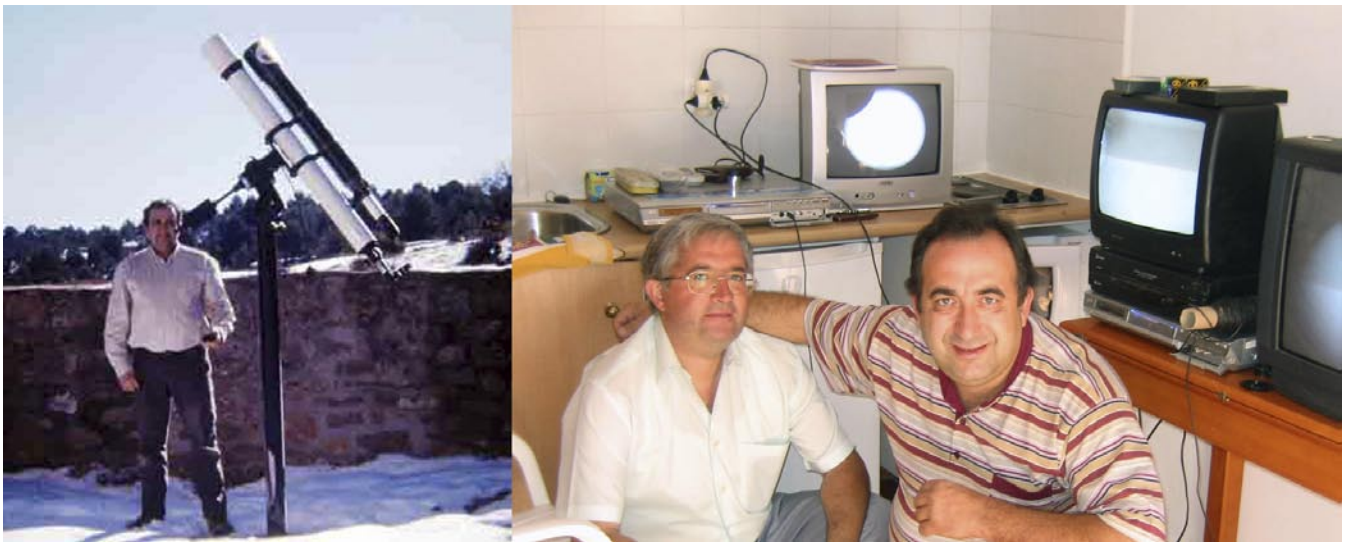


FOTO 6 L'autor de l'article Joan Manuel Bullón al seu observatori d'Ares dels Oms, a la imatge de la dreta junt al seu col·laborador de Cosmofísica, Emilio Badimón.

seua vida, com és el cas del Sr. Josep Costas i Gual, de Barcelona qui porta més de setanta anys registrant les taques solars i col·laborant amb tota una xarxa mundial d'observadors, seguidor del també important astrònom Josep Comas i Solà. Cal esmentar a un dels observadors més destacats: el valencià Josep Joaquim Landerer a finals del segle XIX qui va registrar amb regularitat les seues observacions de les taques solars i en realitzà excel·lents dibuixos com el que acompanya a aquest article.

La meua tasca va començar quan apenes tenia divuit anys, cap al 1980, tot coincidint amb un període de gran activitat solar, mitjançant un telescopi de fabricació casolana i posteriorment des de l'Observa-

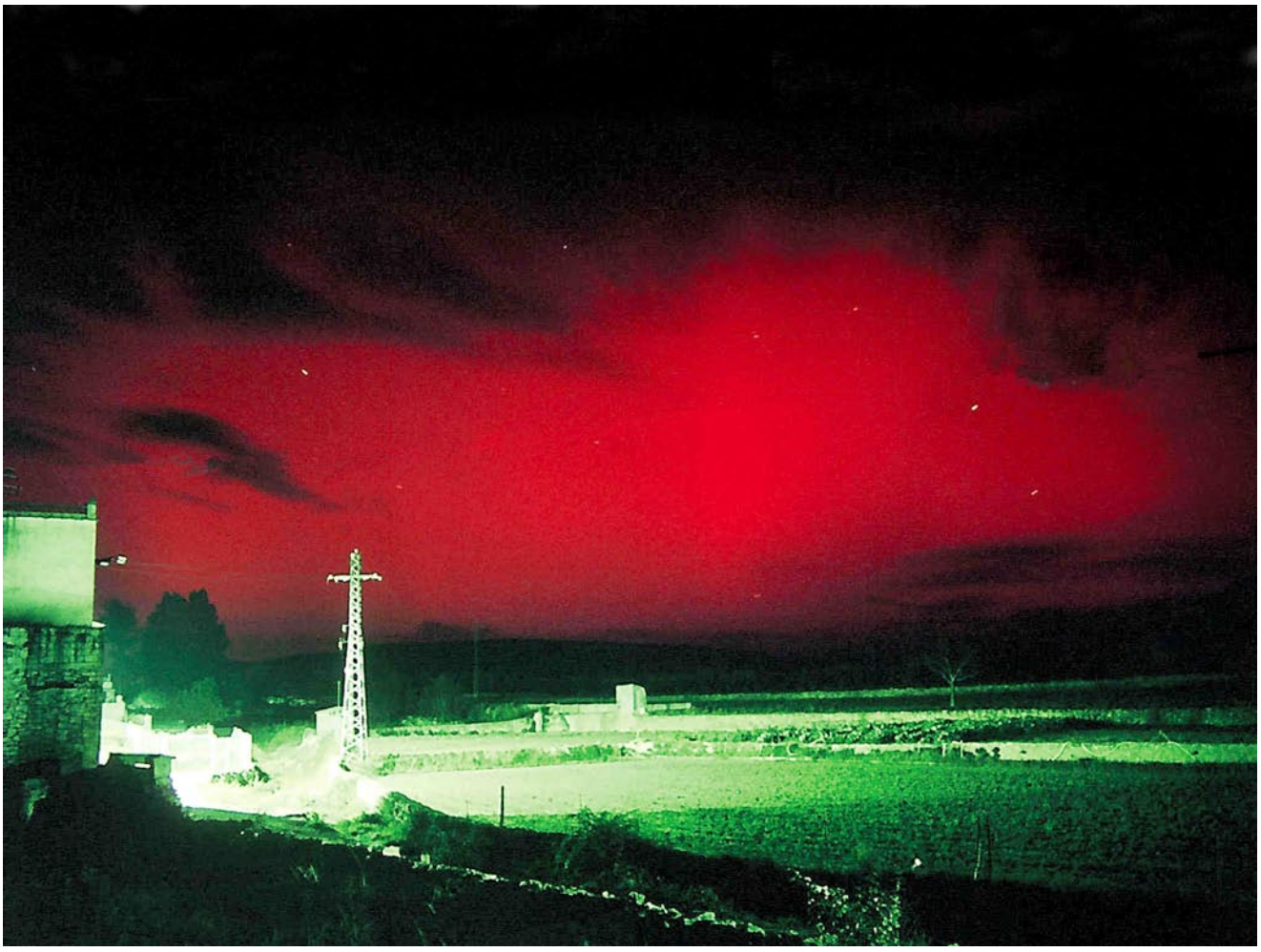


FOTO 7 Fotografia d'una aurora polar sobre Ares dels Oms (Els Serrans) el 20 de novembre de 2003, es tracta de l'aurora polar fotografiada més al sud d'Europa. Joan M. Bullón.

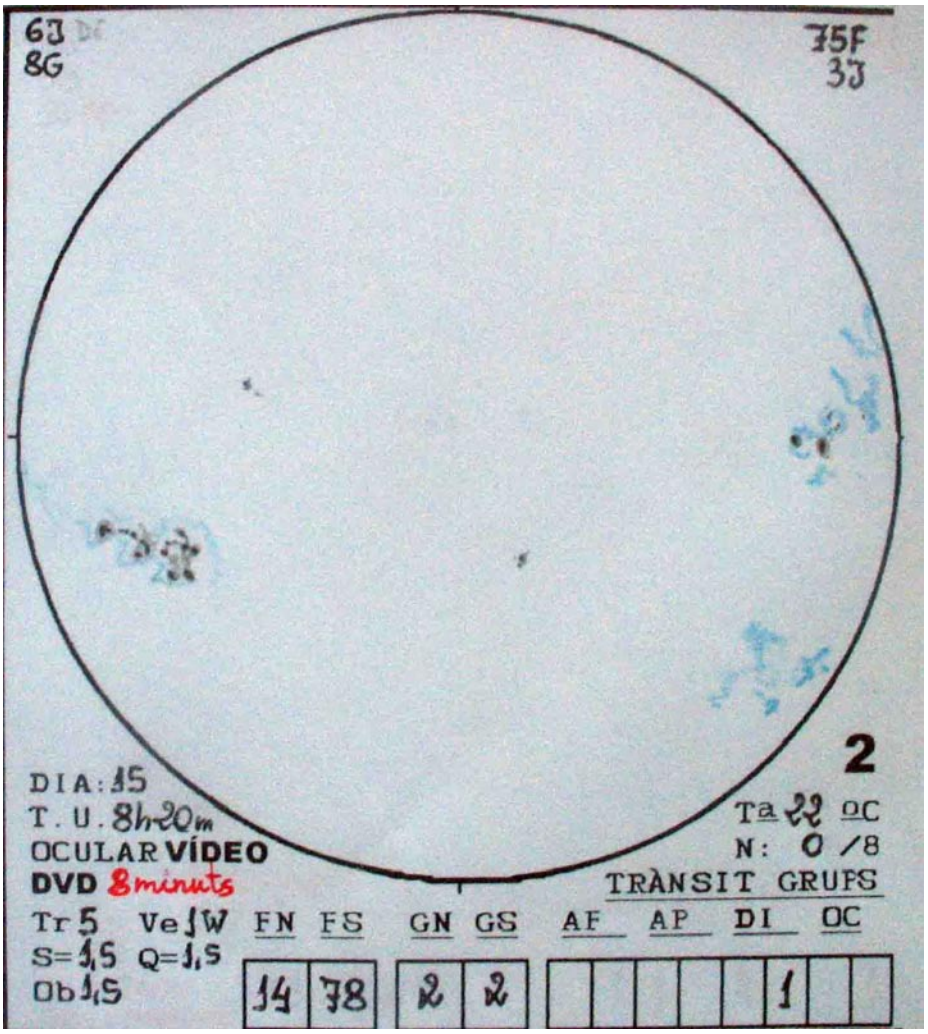


FOTO 8 Dibuix de la fotosfera on es capten diversos grups, aquesta observació correspon a la de la fotografia del dia 15 d'agost de 2004. Joan M. Bullón.

espectador de primera mà dels sorprenents canvis solars és un bon motiu per a fer-se heliofísic i així esbrinar els secrets del Sol, si amunt enviem i intercanviem les observacions amb altres observadors, la satisfacció serà plena. Internet és una eina indispensable per a estar al dia. A més, podem captar la possibilitat d'observacions de fenòmens associats amb l'activitat solar, com és la presència d'aurores polars.

Un pas endavant i complementari als dibuixos solars són les fotografies, a fi d'obtenir un document fidel de com és l'aspecte solar dia a dia. Abans de començar a parlar de com fotografiar el Sol, cal remarcar que, per damunt de la fotosfera, tenim la cromosfera, aquesta capa no és visible per a l'ull humà, per la qual cosa, ja n'hi ha filtres al mercat a la banda de l'Hidrogen-alfa que

tori de la Universitat de València. Entre 1980 i l'any 2000 vaig portar la Secció d'Heliofísica a l'Associació Valenciana d'Astronomia. Avui faig un seguiment sistemàtic des del meu observatori La Cambra a Ares dels Oms (Els Serrans), comptabilitzant més de 6.000 dies observats i enregistrats al meu arxiu d'Heliofísica.

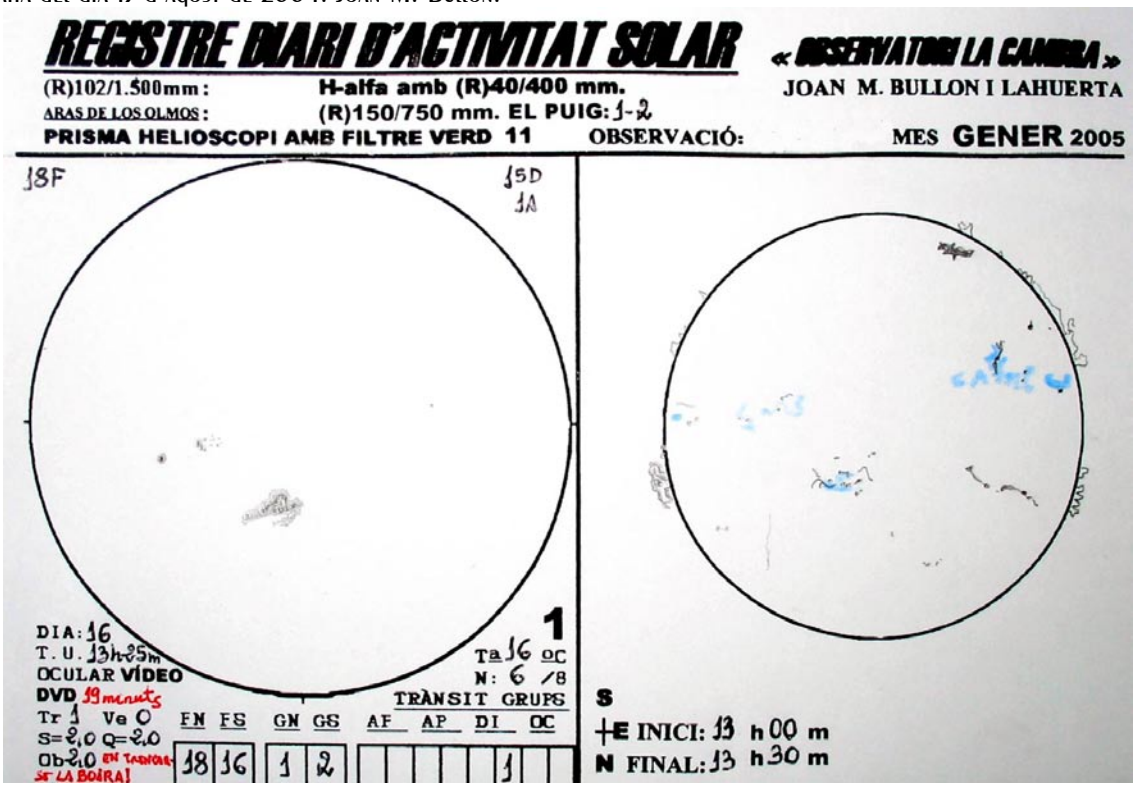


FOTO 9 Full d'observació solar on apareixen els detalls visibles a la fotosfera i alhora a la cromosfera a fi de comparar totes dues capes solars.

Fer dibuixos del Sol a diari, ens permet conèixer els fenòmens associats a l'activitat solar: taques, fàcules, granulació fotosfèrica, etc. Ser ens permet de captar-ne, per això la

FOTO 10 Projecció del disc solar sobre pantalla i detall de l'ocular amb prisma i pantalla.

descripció de com fotografiar el Sol es farà a dues bandes, és a dir a la fotosfera i a la cromosfera, tot completant-se amb la fotografia dels eclipsis solars.

DIBUIXANT EL SOL

Un bon consell per a tothom que vol començar a fer observacions astronòmiques és la de dibuixar tot allò que mira, de manera que ens podem fer tot un diari d'observacions astronòmiques. Si el que es vol és començar de forma sistemàtica l'observació solar, cal que ens fem un full de registre diari de l'activitat solar, on prenguem nota no només dels detalls solars visibles al nostre telescopi, també podem identificar les dades bàsiques com és la data, l'hora, etcètera i així tenir tot un recordatori del moment de l'observació.

També és important fer el dibuix, partint d'un esbós, on podem projectar les taques solars sobre el cercle del dibuix i a partir d'aquí fer una reproducció el més fidel possible del que estem observant. És convenient equipar-se d'un estoig de llapisseres 1 i 4 per a contrastar els detalls principals, així com un altre de color blau per a los zones més lluents anomenades fàcules.

QUÈ PODEM OBSERVAR AL SOL?

Tot seguit, tenim una observació

FOTO 11 Telescopi refractor amb filtre de paper al capdavant amb càmeres de vídeo i fotografia adaptades al focus directe i en paral·lel per a fotografiar el Sol. A la dreta telescopi reflector Schmidt-Cassegrain amb filtre de capçalera de vidre òptic.

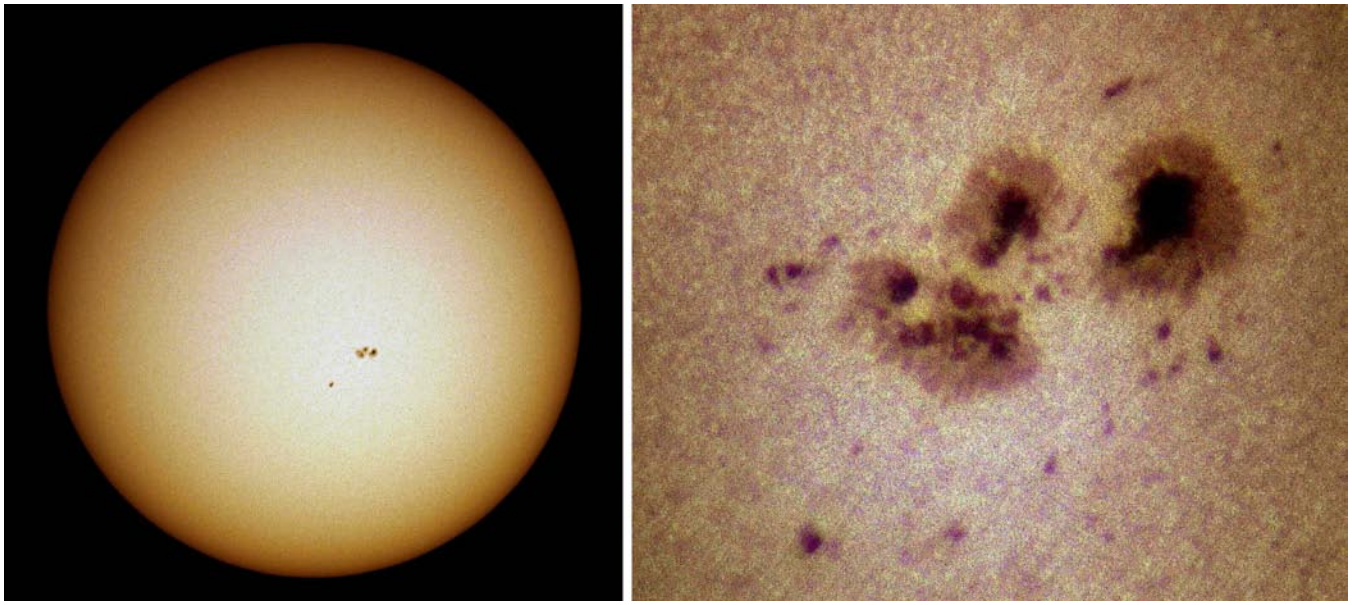


FOTO 12 Disc solar al focus directe i detall de les taques visibles a gran augment el 27 d'agost de 2007. Fotografies fetes per Joan M. Bullón.

del Sol a les seues dues capes: la fotosfera i la cromosfera, el primer que destaca és l'esferitat del disc solar, una esfera perfecta de gasos sotmesa a l'enorme força de gravetat solar. Dins d'aquest marc es destaquen les taques solars i per fora, a la cromosfera la visió de les flamarades o protuberàncies.

FOTOGRAFIA DEL SOL

Quan ens disposem a fotografiar la fotosfera, haurem de tenir en consideració els sistemes per a captar la imatge del Sol sense fer mal bé l'instrumental d'observació. El sistema més senzill és el de projectar la imatge del Sol amb un telescopi sobre una pantalla i si pot ser en una habitació a fosques i fer-li foto a la pantalla, realment els resultats ens poden sorprendre quan més fosc estigui el lloc d'observació.

Tanmateix, el sistema més fidel de captar els detalls solars consisteix en fotografiar a través del telescopi i els seus sistemes de filtratge, com pugui ser posant un filtre de capçalera de vidre o de paper especial per al Sol.

També existeix un accessori adaptable al porta-oculars que és el "prisma de Herschell" mitjan-

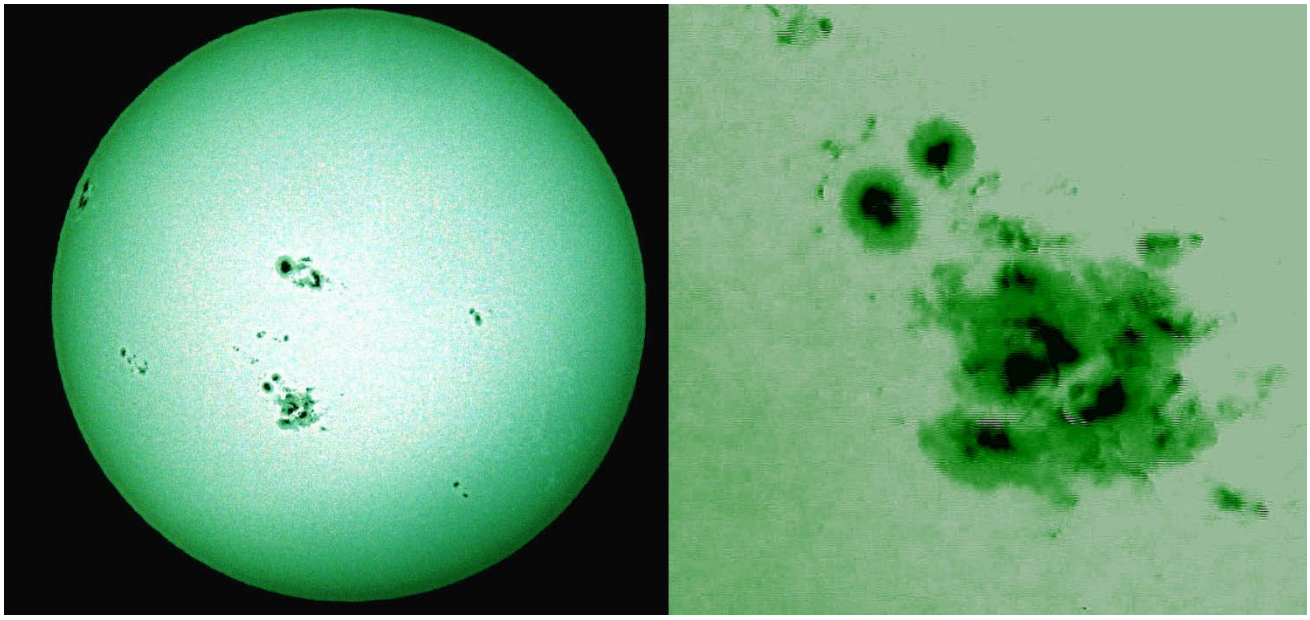


FOTO 13 Fotosfera el 29 d'octubre de 2003, aquesta va ser una de les etapes més actives al Sol durant els darrers anys. Alguns d'aquests grups arribaven a ser visibles a ull nu amb filtres. A la dreta es veu una ampliació del grup tipus F més destacable. Observatori Astronòmic La Cambra.

FOTO 14 Adaptació de càmera digital amb ocular i prisma de Herschell a un telescopi refractor. Observatori Astronòmic La Cambra.

FOTO 15 Conjunt de telescopis observant el Sol, tots en una mateixa muntura equatorial amb filtres per a la fotosfera i la cromosfera. Observatori Astronòmic La Cambra.

çant el qual, la llum que travessa el tub òptic és desviada pel mirall del prisma sense aluminitzar en un 90 % d'intensitat, treballant amb un filtre l'altre 10 %, la qual cosa ens permet de regular la intensitat depenent del mateix filtre; sovint s'utilitza un filtre de soldadura autògena entre densitats 4 i 12 adaptat a l'òptica dels oculars o porta-oculars del telescopi. Les fotografies es poden fer al focus directe, és a dir sense oculars per a captar tot el disc sencer i la posició de les taques, o amb projecció dels oculars per a obtenir més ampliació i treure les taques en alta resolució. Aquest principi val tant per a fotografiar la fotosfera com fins i tot la cromosfera. Cal dir que per a cada càmera existeixen uns adaptadors universals als telescopis, tot depenent de cada marca.

Per a fotografiar la capa més externa del Sol, haurem d'utilitzar un filtre de la línia de l'Hidrogen-alfa, avui en dia més assequibles econòmicament i de gran qualitat. Són de destacar els de la marca CORONADO, els quals utilitzen un filtre monocromador vermell de capçalera junt a l'objectiu que, fa minvar la llum i calor solar, al darrere es situa el prisma de l'hidrogen-alfa al porta-oculars, on adaptem la càmera de fotos per a captar el disc sencer o a través de duplicadors i oculars per a detallar les rotuberàncies. Les quals es poden fotografiar a 1/8 segon a 100 ISO. Per últim, cal assenyalar la possibilitat d'adaptar càmeres de vídeo i traure imatges a gran resolució de la fotosfera i de la cromosfera. Tot seguit oferim alguns resultats.

FOTOGRAFIA DELS ECLIPSIS

Tot el que hem vist fins ara, ens dóna una idea aproximada de com fotografiar el Sol. En realitat es tracta d'un assaig de cara a traure el màxim profit a l'observació d'eclipsis solars, els quals resumirem en anulars i en totals.

L'observació d'eclipsis és una activitat que mou a milers de persones per tot arreu del món, per tractar-se

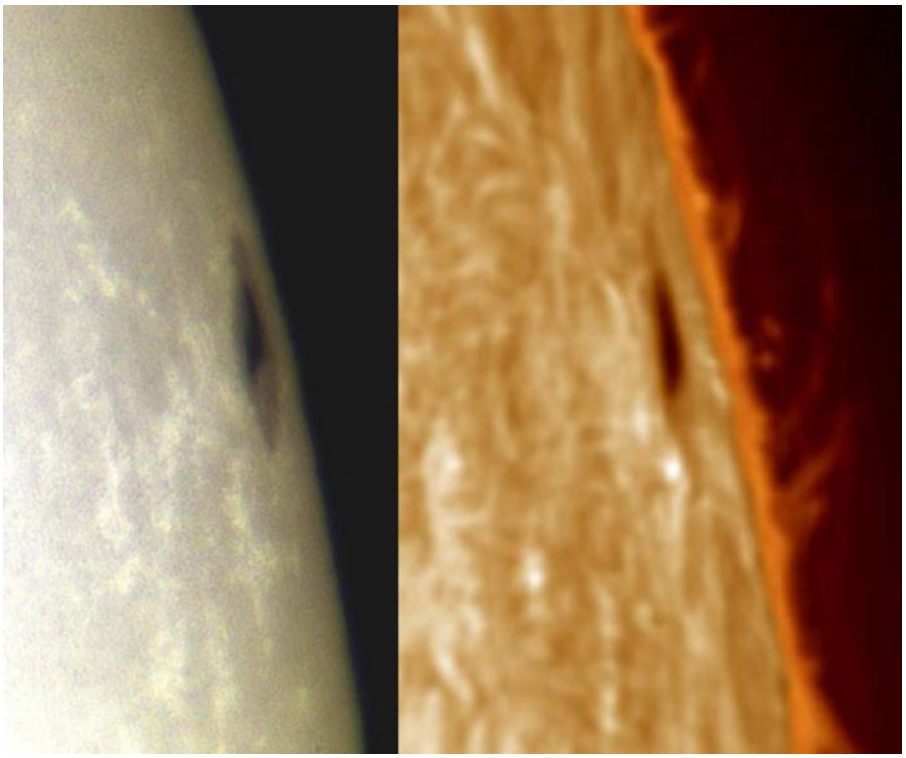


FOTO 16 Aspecte d'una taca solar i fàcules al llimbs captada a la fotosfera i vista a la cromosfera amb protuberàncies. Observatori Astronòmic La Cambra.

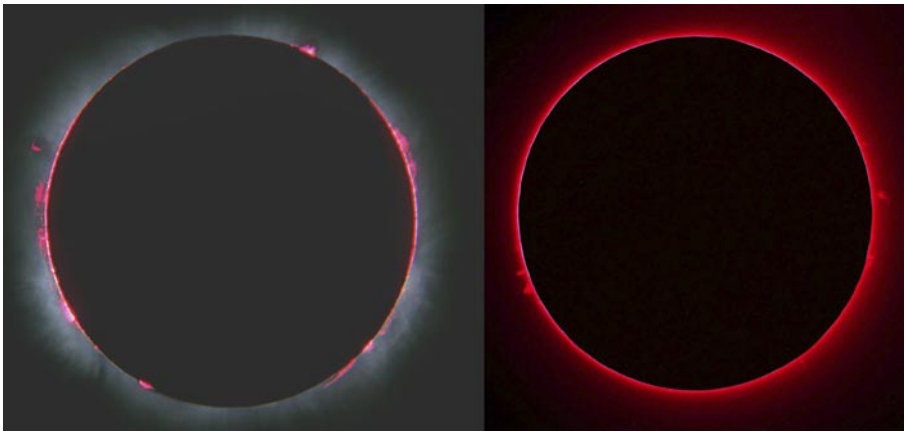


FOTO 17 Comparació de l'activitat solar a les protuberàncies l'onze d'agost de 1999 durant un màxim actiu i el 13 d'octubre de 2007 al mínim del mateix cicle 23 que conclou.

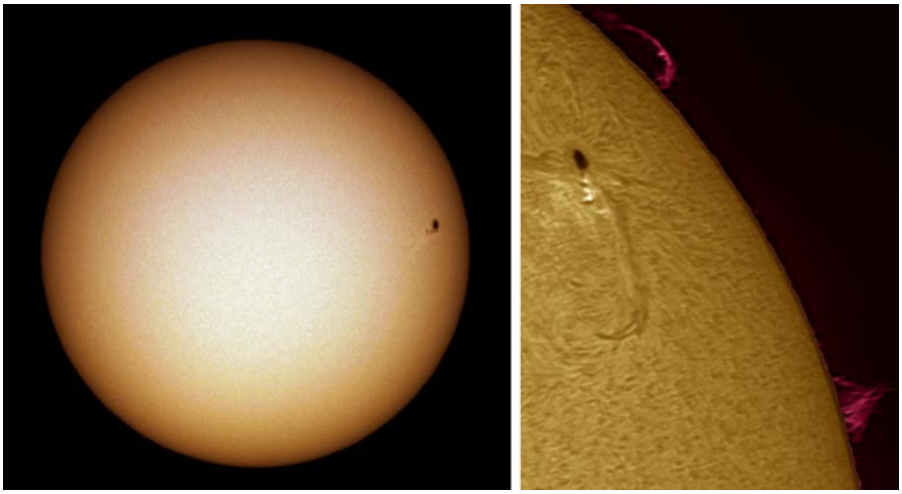


FOTO 18 Aspecte comparatiu del disc solar sencer a la fotosfera i detall de la zona activa a la cromosfera el 19 d'agost de 2006. Observatori Astronòmic La Cambra.

d'anar allà on es veurà l'eclipsi. El proper eclipsi total de Sol serà l'1 d'agost del 2008, visible a Siberia amb dos minuts i mig de durada a la totalitat. A l'any 2009, concretament el 22 d'agost tindrem el més llarg del segle XXI amb vora 7 minuts des del sud d'Iwo-Jima al Japó, encara que les possibilitats meteorològiques apunten a la Xina.

Si volem viatjar i alhora obtenir un bon record de l'eclipsi, haurem de fotografiar les fases de la parcialitat amb el sistema de filtres que hem descrit abans a l'hora de fotografiar el Sol. Tanmateix, la totalitat es fa sense filtres, és a dir, durant els breus minuts en que la Lluna tapa al Sol, podrem fotografiar l'eclipsi amb la seua corona amb exposicions entre 1/8 i 1/1.000 segon a 100 ISO preferentment.

HO SABIES?

-El Sol és l`única estrella de la qual podem veure el seu disc. De totes les estrelles que veiem de nit només rebem fotons de llum i per molt que amplifiquem la imatge a través de telescopis, mai les veurem ampliades, com a conseqüència de la seua gran distància a la Terra (de molts anys llum).

-Que totes les estrelles que veiem a ull nu, corresponen a la nostra galàxia.

-El Sol té dues capes que podem observar amb telescopis: la fotosfera que es la que veiem quan captem el disc directament quan utilitzem com a filtre la boira d'entre altres i la cromosfera, la qual és una capa superior a la fotosfera i que només

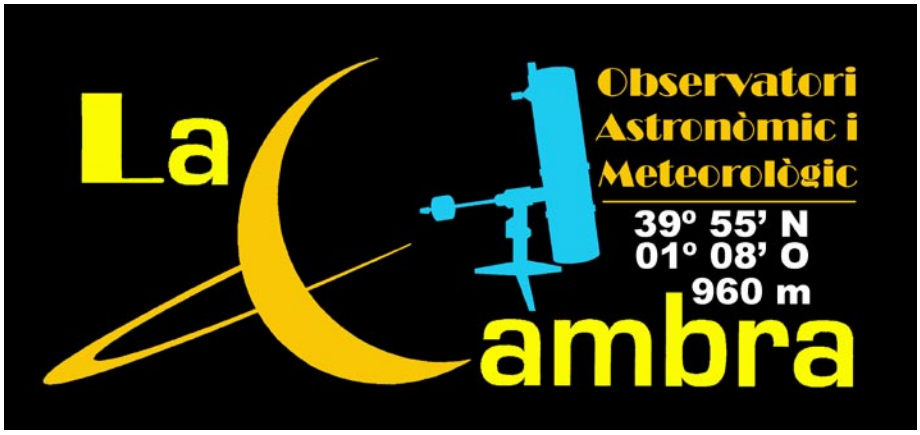


FOTO 19 Actual anagrama de l'observatori La Cambra, en funcionament des del 1975 en que vaig fer les primeres observacions astronòmiques, actualment complementades amb registres meteorològics des de fa 18 anys.

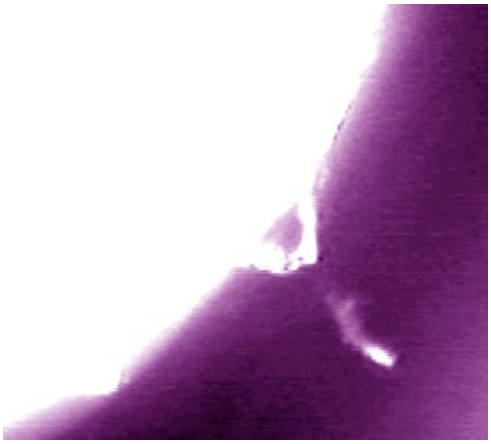


FOTO 20 Protuberància escapant-se del disc solar gravada amb càmera de vídeo el 19 de desembre de 2004. Aquest és un exemple d'alguns dels fenòmens que es poden captar d'entre altres. Observatori Astronòmic La Cambra.

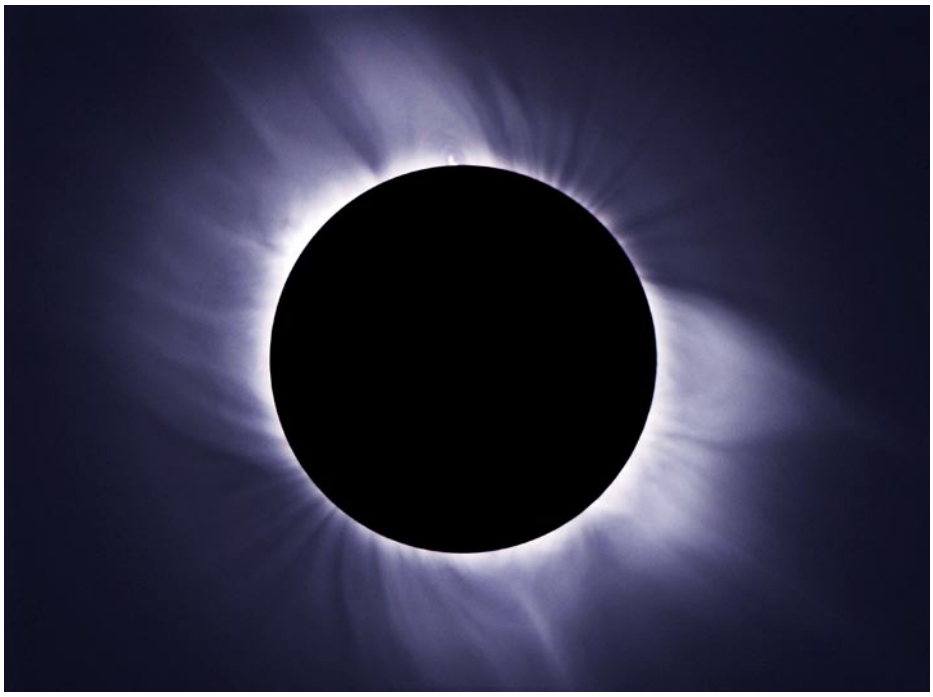


FOTO 21 La totalitat o fase de centralitat de l'eclipsi total de Sol del 29 de març de 2007 fotografiat per Joan M. Bullón des de Side (Turquia) al focus directe sense filtre amb un telescopi refractor de 150 mm d'abertura per 750 mm de distància focal.

la podem captar quan utilitzem filtres d'hidrogen-alfa.

-Les taques solars es cataloguen en grups segons la seua morfologia de la A a la I, de manera que els grups tipus A-B-C són els més elementals i els D-E-F els més notoris pel que fa a l'aspecte i dimensions. Per últim, els grups G-H-I son grups vells, decadents que pertanyen als últims estadis de vida de les taques.

-Mai hem de mirar el Sol sense filtres a ull nu i menys amb prismàtics o telescopis sense la protecció de filtres adequats. El millor és con-

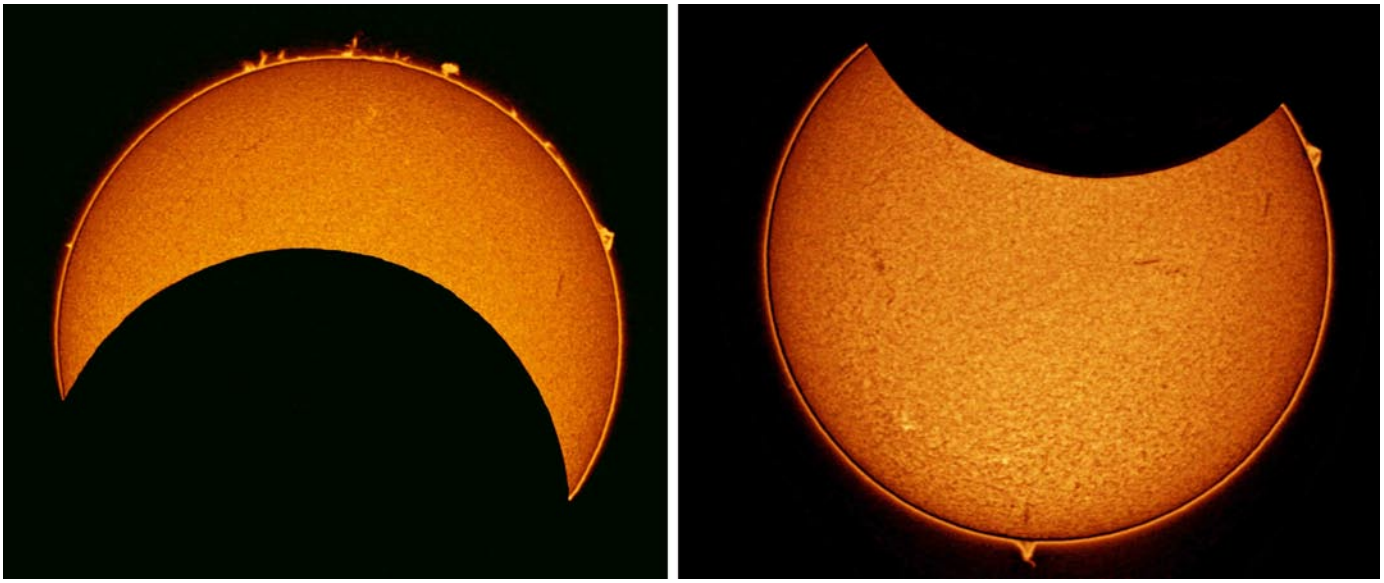
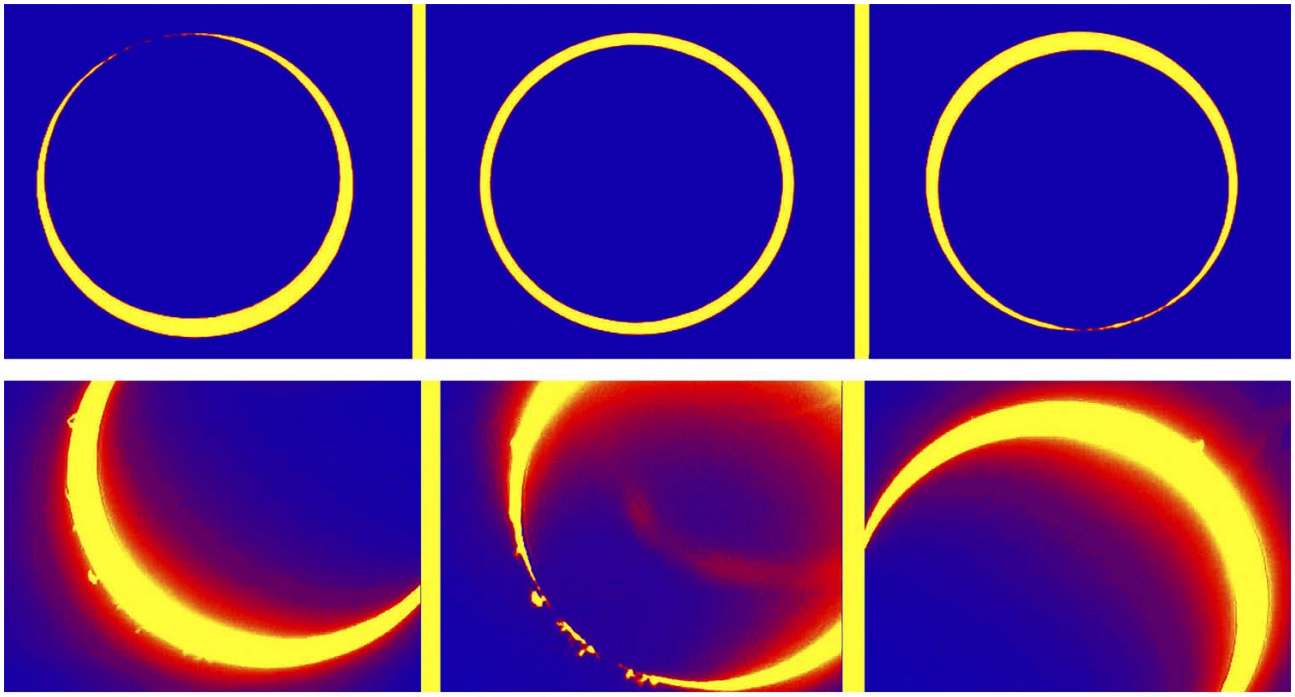


FOTO 22 Dos aspectes de diferents fases de parcialitat de l'eclipsi del 3 d'octubre de 2005 a la cromosfera. Jesús Peláez amb telescopi SOLAR MAX 60 mm d'abertura.



L'ECLIPSI ANULAR DEL 3 D'OCTUBRE DE 2005

FOTO 23 Eclipsi captat en imatges de DVD a la fotosfera on apareixen les "Perles de Baily". A la part inferior amb visió de les protuberàncies a través d'un filtre d'Hidrogen-alfa. Imatges presses per Cosmofísica a Villargordo del Cabriel (València).

sultar a astrònoms amb experiència, encara que no siguin professionals.

-Durant bona part dels segles XVII i XVIII, el Sol va patir un període de nul·la activitat de taques i que això va coincidir amb la "petita edat de gel" a la Terra, baixant les temperatures a èpoques glacials.

-Gràcies a l'astrònom Galileu Galilei, tenim constància de l'existència de taques des de fa més de 400 anys.

-Les flamarades solars o protuberàncies originen les aurores polars al nostre planeta i fins i tot a altres com Júpiter o Saturn.

-La franja de centralitat o de totalitat (on més de nit es fa) d'un eclipsi total o anular de Sol, a penes té 300 Km d'ample i més de 5.000 Km de longitud.

-A les línies de creixement del arbres, sobretot a les coníferes, es marca la influència de les taques solars, obtenint un coneixement prou aproximat de quina ha estat l'activitat solars durant almenys els darrer dos mil anys, cas de les sequoies de Califòrnia.

BIBLIOGRAFIA I PÀGINES D'INTERÉS

-Llibre **"Crónica de los Eclipses"** de Joan Manuel Bullón. Novembre 2006.

-Llibre **"Fotografiar el cielo"** de Vicente Aupí. Gener 1999

-Revista **ASTRUM** de l'Agrupació Astronòmica de Sabadell.

-Revista **HUYGENS** de l'Agrupació Astronòmica de La Safor (Gandia-València)

-Revista **NÀDIR** de l'Associació per a l'Ensenyament de l'Astronomia. APEA.

-Revista **"Astronomía"**. Equip Sirius.

-Revista **"Sky & Telescope"**. USA.

-**www.parhelio.com** - Pàgina de l'Agrupació Astronòmica Càntabra on es registren imatges i articles d'Heliofísica a nivell estatal.

-**www.astrosurf.com/obsolar/observaciones** – Pàgina de les observacions fetes per Gemma Araujo on apareixen les dades solars d'observació de cada dia.

-**www.skylook.net** – Portal astronòmic de Juan Carlos Casado, basat fonamentalment en l'astrofotografia i els eclipsis.

-**sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html** – De ben segur que es tracta del més complet lloc web sobre els eclipsis. Aquí es troben "en línia" els catàlegs solars i lunars de milers d'anys, així com les publicacions tècniques sobre eclipsis de la NASA. Molta informació i vincles d'interés. Per a més informació podeu escriure a Joan Manuel Bullón a l'adreça cronica-eclipses@yahoo.es