

CCI
INFORME ANUAL
2017
ANNUAL REPORT

OBSERVATORIOS ASTROFÍSICOS DE CANARIAS



Imagen obtenida con el Astrógrafo Sky Treasure Chest (STC) de la Unidad de Comunicación y Cultura Científica (UC3), instalado en el Observatorio del Teide (OT) y dedicado a la obtención de imágenes de gran campo con fines divulgativos. Se trata de una imagen de Remanente de Supernova Sharpless 2-240 (Simeis 147) o “Nebulosa Espagueti”, composición de 93 imágenes obtenidas en los filtros de banda ancha RGB y estrechos Ha, SII y OIII, con un total de 29h 30m de exposición y cubriendo 5.5 x 5.5 grados. Imagen APOD del 18 de mayo de 2017.

Autor: Daniel López / © IAC.

<https://apod.nasa.gov/apod/ap170518.html>

Composite image obtained with the Sky Treasure Chest Astrograph of the IAC’s Unit for Scientific and Cultural Communication at the Teide Observatory. This instrument is used to obtain wide field images for use in outreach. It is a detailed image of the faint supernova remnant Sharpless 2-240 (Also catalogued as Simeis 147.) It goes by the popular nickname, the Spaghetti Nebula. It is composed of 93 images obtained through the Red, Green and Blue wide filters and the Ha, SII and OIII narrow filters, over a total of 29 hours 30 minutes and covering 5.5x5.5 degrees by Daniel López / © IAC. It was chosen as the NASA Astronomy Picture of the Day for May 18, 2017.

INDICE

INDEX

| | | |
|--|----|--|
| OBSERVATORIOS DE CANARIAS | 6 | IAC OBSERVATORIES |
| PREFACIO E INTRODUCCIÓN | 8 | PREFACE & INTRODUCTION |
| LOGROS CIENTÍFICOS | 10 | SCIENTIFIC HIGHLIGHTS |
| EXPERIMENTOS, NUEVOS TELESCOPIOS Y MEJORAS | 32 | EXPERIMENTS, NEW TELESCOPES & IMPROVEMENTS |
| LISTA DE CONTACTOS | 51 | CONTACT LIST |

Contact address:

**Mr Campbell Warden
CCI Secretary**

INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS
E38200 - LA LAGUNA
Tenerife, Canary Islands

Phone: 34 922 605 220 & 34 628 182023
cci@iac.es

www.iac.es/cci

Edición: Campbell Warden
Traducciones: Julia Lecuona
Diseño y maquetación: Gotzon Cañada

Depósito legal: TF-852/98

OBSERVATORIOS ASTROFÍSICOS DE CANARIAS

**COMITÉ
CIENTÍFICO
INTERNACIONAL**

**INFORME ANUAL
ANNUAL REPORT**

CCI 2017

**INTERNATIONAL
SCIENTIFIC
COMMITTEE**

COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL
*“debe preparar informes anuales sobre las actividades
científicas desarrolladas en los Observatorios”*
*Protocolo del Acuerdo de Cooperación en
materia de Astrofísica (1979)*



INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE
*“should prepare annual reports on the scientific
activities carried out in the Observatories”*
*Protocol to the Agreement on Co-operation in
Astrophysics (1979)*

COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL

El Acuerdo de Cooperación en Materia de Astrofísica y su Protocolo fue firmado en 1979 y en conjunto con sus Adendas es conocido como el “Tratado Internacional de Astrofísica”. Mediante ello el IAC ha tenido una base idónea para abrir sus Observatorios de Canarias a la comunidad astronómica internacional. En 1985 se realizó su inauguración oficial y al final de ésta página se presenta la lista de países actualmente adheridos al Tratado. Su estructura consta de tres niveles: el “primer nivel” corresponde a los gobiernos; el “segundo nivel” a los consejos nacionales de investigación u organizaciones similares, que constituyen los “Organismos Firmantes”, y finalmente las “Instituciones Usuarias”, que son todas las universidades y centros de investigación que firman un acuerdo de “Tercer Nivel” con el IAC para instalar y operar sus telescopios. El IAC tiene el derecho de extender las provisiones correspondientes a las universidades e instituciones de otros países mediante un acuerdo de colaboración bilateral.

El Tratado Internacional concede a los “Organismos Firmantes una participación efectiva en la adopción de las decisiones” a través del Comité Científico Internacional (CCI), cuyos acuerdos tienen que ser unánimes. El CCI puede crear subcomités y grupos de trabajo para ser asesorado en cuestiones específicas (véase la sección inferior de la página en frente). El CCI tiene la obligación de producir un Informe Anual sobre la actividad llevada a cabo en estos Observatorios y también asigna el tiempo de observación del “Programa del 5% de Tiempo Internacional (ITP)”.

Actualmente hay unas setenta y cinco instituciones científicas pertenecientes a veinticinco países operando sus telescopios e instrumentos en los Observatorios de Canarias (véase las Tablas en las páginas 6 y 7). Cada instalación telescópica es propiedad de una institución o consorcio, que puede ser consecuencia de una colaboración entre dos o más países, y ellos son responsables de la contratación de su personal y de los costes de su operación. El mantenimiento y operación de la infraestructura común y sus servicios indiferenciados se financia a través de los presupuestos que son aprobados anualmente y todas las instituciones contribuyen su parte proporcional según la fórmula establecida por el CCI.

INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE

The Agreement on Cooperation in Astrophysics and its Protocol was signed in 1979 and along with its Addenda is referred to as the “International Treaty in Astrophysics”. This provided the IAC with an ideal foundation to open its “Observatorios de Canarias” to the international astronomical community. They were formally inaugurated in 1985 and the list at the bottom of this page contains those countries that are currently adhered to the Treaty. It is structured in three levels: the “first level” corresponds to the national governments; the “second level” to their research councils or similar organisations, which are referred to as the “Signatory Bodies” and finally the “User Institutions”, which are all of those universities and research centres that have signed a “Third Level” agreement with the IAC to install and operate their telescopes. The IAC has the right to extend relevant provisions of the Treaty to universities or research centres of other countries by means of a bilateral cooperation agreement.

One of the Treaty’s provisions is to grant the “Signatory Bodies an effective voice in the decision making process” through the International Scientific Committee (known as the “CCI” from its initials in Spanish), whose decisions have to be unanimous. In turn the CCI may establish subcommittees or working groups to advise it on specific issues (see lower part of the page opposite). The CCI has the obligation to produce this Annual Report on the activity carried out in these observatories and to allocate the observing time in “the 5% International Time Program (ITP)”.

In total over seventy five scientific institutions from twenty five countries are currently operating their telescopes and instruments at the Observatorios de Canarias (see Tables on pages 6 and 7). Each telescope facility is owned by an institution or consortium, which may result from a collaboration between two or more countries. These are responsible for hiring their own staff and meeting their operation costs. Maintenance and operation of the observatories’ common facilities and undifferentiated services is financed through the budgets that are approved annually and distributed according to the formula established by the CCI.

| | | | |
|----------------|---|----------------|--|
| Country |  | Belgium | Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek -Vlaanderen |
| |  | Germany | Deutsche Forschungsgemeinschaft |
| |  | Finland | Suomen Akatemia |
| |  | France | Centre National de la Recherche Scientifique |
| |  | Italy | Istituto Nazionale di Astrofisica |
| |  | Spain | Consejo Superior de Investigaciones Científicas |
| |  | UK | Science and Technology Facilities Council |
| | | | Signatory Body |

USER INSTITUTIONS (As defined under the International Treaty)

Centre National de la Recherche Scientifique (France)
 GRANTECAN, S.A. (Spain)
 Istituto Nazionale di Astrofisica (Italy)
 Katholieke Universiteit Leuven (Belgium)
 Kiepenheuer-Institut für Sonnenphysik (Germany)
 Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam (Germany)
 Liverpool John Moores University (UK)
 MAGIC Consortium (Germany & Spain)
 The Open University (UK)
 School of Physics and Space Research, Univ. of Birmingham (UK)
 Science and Technology Facilities Council (UK)
 Warwick University (UK)

TELESCOPE INSTALLATIONS

THEMIS
 GTC
 TNG
 MERCATOR
 VTT, GT
 STELLA
 LT
 MAGIC + FACT
 PIRATE & COAST
 MARK-1
 Robo-DIMM
 GOTO, SuperWASP + Warwick 1m

DIFFERENT USER INSTITUTION

Instituto de Astrofísica de Canarias (Spain) AMOS, CILBO, LST, DOT, EAST, EARTHSHINE, GONG, Ground-BIRD, IAC80, INT, JKT, LCOGT, MAGEC, MASCARA, MASTER, MONS, NOT, OGS, OTA, QES, QUIJOTE, SONG, SST, TCS & WHT

Members of the CCI in 2018

President Oskar von der Lüche
Vice-President Rafael Rebolo

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)

Francisco Almeida
 Nicolò D'Amico
 Teppo Häyrynen
 François Leblanc
 J Miguel Mas Hesse
 Diego Torres
 Colin Vincent
 Christoffel Waelkens

Universidad de La Laguna (ULL)
 Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF)
 Academy of Finland
 Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)
 Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
 Comisión Nacional de Astronomía (CNA)
 Science and Technology Facilities Council (STFC)
 Flemish Research Foundation (FWO)

Appointees
 Elena Terlevich
 Campbell Warden

CCI Scientific Adviser
CCI Secretary

CCI Sub-Committees March 2018**ORM Common Services Committee**

Chair: Saskia Prins - Mercator Telescope
Secretary: Juan Carlos Pérez ORM Site Manager
 Marc Balcells - ING
 Auni Somero - MAGIC
 Romano Corradi - GTC
 Ennio Poretti - TNG
 Alex Oscoz - IAC
 Dirk Raback - Liverpool Telescope
 Javier Herrera - CTA-LST1

Teide Common Services Committee

Chair: Michael Weber - STELLA
Secretary: Miquel Serra - OT Site Manager
 Bernard Gelly - THEMIS
 Alex Oscoz - IAC
 Ulrich Kolb - PIRATE & COAST
 Reiner Volkmer - KIS
 Observer: Zoran Sodnik - ESA/OGS

SUCOSIP Laser Guide Star Working Group

Chair: Chris Benn - ING
 Casiana Muñoz-Tuñón - (SUCOSIP Chair)
 Antonio Cabrera - GTC
 Julio Castro & Juan Carlos Pérez - IAC
 Christophe Dumas & Angel Otarola - TMT
 Markus Gaug - CTA
 Emilio Molinari - TNG
 Zoran Sodnik & Igor Zayer - ESA

Site Properties Sub-Committee (SUCOSIP)

Chair: Casiana Muñoz-Tuñón - IAC
Secretary: Campbell Warden - IAC
 Chris Benn - ING
 Chris Copperwheat - LT
 Romano Corradi - GTC
 Markus Gaug - CTA
 Bernard Gelly - THEMIS
 Oskar v d Lüche - KIS
 Razmik Mirzoyan - MAGIC
 Sergio Ortolani - TNG
 Saskia Prins - MERCATOR
 Göran Scharmer - SST
 Jean Vernin - University of Nice
 Juan Cortina - LST
 Observers: Christoph Dumas - TMT
 Zoran Sodnik - ESA/OGS

TEIDE OBSERVATORY (OT) - 2017

| | |
|--|----------------------------------|
| Location: Island of Tenerife (Canary Islands/Spain) | |
| Altitude: 2.390 m. | Area: 50 hectares |
| Longitude: 16°30'35" West | Latitude: 28°18'00" North |

| Ø cm | INSTRUMENT | OWNER &/or OPERATOR | Year Operational |
|-------------|---|---|------------------|
| 20 | Automatic Seeing Monitor (DIMMA) | IAC (ES) | 2010 |
| | <u>Microwave telescopes</u> | | |
| 40 | GroundBIRD Experiment | GroundBIRD Collaboration * | 2018 |
| 250x2 | QUIJOTE I + II | IAC, IFCA & UnC (ES); UC & UM (UK) | 2012 + 2014 |
| | <u>Optical & IR telescopes</u> | | |
| 8 | Earthshine | NJIT (USA) | 2009 |
| 34 | COAST | OU (UK) | 2016 |
| 40x2 | LCOGT-Teide Node | LCOGTN (US) | 2015 |
| 40x2 | MASTER | Sternberg Institute MSU (RU) | 2014 & 2015 |
| 30x2 & 40x2 | Optical Telescope Array | Telescope Society (US) | 2015 |
| 40 | PIRATE | OU (UK) | 2017 |
| 40x1 + 45x2 | MAGEC | OAM (ES) | --- |
| 50 | Mons Telescope | Un. Mons (BE) | 1972 |
| 70 | Vacuum Tower (VTT) | L-KIS (DE) | 1989 |
| 80 | IAC-80 | IAC (ES) | 1993 |
| 90 | THEMIS | CNRS (FR) | 1996 |
| 100 | SONG | Un Aarhus (DK) IAC (ES) | 2014 |
| 100 | OGS | ESA (International) | 1996 |
| 120 x 2 | STELLA | AIP (DE) | 2005 & 2008 |
| 150 | Gregor (GT) | KIS, AIP & MPS (DE) | 2014 |
| 155 | Carlos Sánchez Telescope (TCS) | IAC (ES) | 1972 |
| | <u>Solar Laboratory Instruments:</u> | | |
| | Integral Spectrophotometer: MARK-I | UB (UK) & IAC (ES) | 1977 |
| | GONG | NSO (US) | 1996 |
| | High Resolution Photometer EAST | IAC (ES) | 2006 |
| | <u>Cameras:</u> | | |
| | CILBO | ESA (International) | 2011 |
| | AMOS-CI | CU in Bratislava (SK) | 2014 |
| | QES | Qatar Research Foundation (QA) | 2016 |

AIP Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam; **CILBO** Canary Islands Long-Baseline Observatory; **CNRS** Centre National de la Recherche Scientifique; **CU** Comenius Un.; **ESA** European Space Agency; **IAC** Instituto de Astrofísica de Canarias; **IFCA** Instituto de Física de Cantabria; **LCOGTN** Las Cumbres Observatory Global Telescope Network; **KIS** Kiepenheuer-Institut für Sonnenphysik; **MPS** Max-Planck-Institute for Solar System Research; **MSU** Moscow State University; **MU** Mons University; **NJIT** New Jersey Institute of Technology; **NSO** National Solar Observatory; **OAM** Observatorio Astronómico de Mallorca; **OGS** Optical Ground Station; **OU** The Open University; **QES** Qatar Exoplanet Survey; **RFQ** Research Foundation of Qatar; **RIKEN** Center for Advanced Photonics; **STScI** Space Telescope Science Institute; **TCS** Carlos Sánchez Telescope; **UB** University of Birmingham; **UC** University of Cambridge; **UnC** Universidad de Cantabria; **UM** University of Manchester;

*** GroundBIRD Collaboration**

JP: RIKEN Institute for Advanced Photonics. **KEK** (High Energy Accelerator Research Organization), Kyoto University, Saitama University, The University of Tokyo. **NAOJ** (National Astronomical Observatory of Japan), Tohoku University. **KR:** Korea University. **ES:** Instituto de Astrofísica de Canarias,

BE Belgium; **DK** Denmark; **ES** Spain; **FR** France; **DE** Germany; **JP** Japan; **KR** Republic of Korea; **QA** Qatar; **RU** Russia; **SK** Slovakia; **UK** United Kingdom; **US** United States of America.

ROQUE DE LOS MUCHACHOS OBSERVATORY (ORM) - 2017

| | |
|--|----------------------------------|
| Location: Island of La Palma (Canary Islands/Spain) | |
| Altitude: 2.396 m. | Area: 189 hectares |
| Longitude: 17°52'34" West | Latitude: 28°45'34" North |

| ∅ cm | INSTRUMENT | OWNER &/or OPERATOR | Year Operational |
|---------|--|--|------------------|
| 20 | Automatic Seeing Monitor (DIMMA) | IAC (ES), UN (FR) | 2004 |
| 30 | Automatic Seeing Monitor (RoboDIMM) | STFC/ING (UK) | 2007 |
| | <u>Optical & IR Telescopes</u> | | |
| 40 x 4 | GOTO | Un. Warwick (UK) # | 2017 |
| 45 | DOT | DOT Foundation (NL) | 1997 |
| 60 | Optical Telescope | KVA (SE) | 1982 |
| 97 | Swedish Solar 1m Telescope | Un. Stockholm (SE) | 2002 |
| 100 | Warwick 1m | Un. Warwick (UK) | 2014 |
| 100 | JKT | IAC/SARA | 2015 |
| 120 | MERCATOR | KU Leuven (BE) IS (BE) | 2002 |
| 200 | LT | LJMU (UK) | 2003 |
| 250 | INT | IAC/ING (ES) | 1984 |
| 256 | NOT | NOTSA (DK, FI, IL, NO & SE) | 1989 |
| 358 | TNG | INAF (IT) | 1998 |
| 420 | WHT | IAC/ING (ES) | 1987 |
| 1,050 | GTC | GRANTECAN (ES), Un. Florida (US) INAOE & UNAM, MX) | 2008 |
| | <u>Cherenkov Telescopes</u> | | |
| | FRAM | Czech Academy of Sciences (CZ) | 2018 |
| 300 | FACT | FACT Collaboration* | 2011 |
| 1,700x2 | MAGIC I & MAGIC II | MAGIC Collaboration** | 2005 & 2008 |
| 2,300 | LST 1 | LST Collaboration*** | 2018 |
| | <u>Cameras</u> | | |
| | CILBO | ESA (International) | 2011 |
| | AMOS-CI | CU in Bratislava (SK) | 2014 |
| | MASCARA | Un Leiden (NL) | 2015 |

CILBO Canary Islands Long-Baseline Observatory; **CU** Comenius Un.; **IAC** Instituto de Astrofísica de Canarias; **ICRR** Institute for Cosmic Ray Research – University of Tokyo; **INAF** Istituto Nazionale di Astrofisica; **INAOE** Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; **IS** Instituut Sterrenkunde; **KVA** Kungliga Vetenskapsakademien; **KU** Leuven Katholieke Universiteit Leuven; **LJMU** Liverpool John Moores University; **NWO** Nederlands Wetenschappelijk Onderzoek; **SARA** The Southeastern Association for Research in Astronomy (US); **STFC** Science and Technology Facilities Council; **UN** University of Nice; **UNAM** Universidad Nacional Autónoma de México; **UU** University of Utrecht.

#**GOTO** Consortium of UK Universities (Armagh, Leicester, Sheffield, Warwick), Monash University (Australia) and NARIT (Thailand).

* **FACT** Collaboration: **DE**: Un. Würzburg; TU Dortmund; **CH**: ETH Zurich; Un Geneva.

** **MAGIC Collaboration**: **BG**: Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy, Sofia. **HR**: Croatian MAGIC Consortium (Rudjer Boskovic Institute, Un. Rijeka and Un. Split.) **FI**: Finnish MAGIC Consortium (Tuorla Observatory, Un. Turku and Dept. of Physics, Un. Oulu.) **DE**: DESY, Zeuthen; MPI für Physik, Munich; Un. Würzburg; TU Dortmund; IN: SINP, Kolkata. **IT**: Un. di Udine, and INFN Trieste; INAF, Rome; Un. Siena and INFN Pisa, Siena; Un. Padova and INFN Padova, Padova; Un. Insubria and INFN Milano, Como. **JP**: Japanese MAGIC Consortium (ICRR, Un. Tokyo, Tokyo and Division of Physics and Astronomy, Un. Kyoto, Kyoto). **PL**: Un. Łódź, Lodz. **ES**: CIEMAT, Madrid; IAC, La Laguna; IFAE-BIST and CERES-IEEC, Un. Autònoma de Barcelona, Barcelona; ICE-CSIC, Barcelona; Un. Barcelona, Barcelona; Un. Complutense, Madrid. **CH**: ETH, Zurich.

*** **LST Collaboration**: **BR**: CBPF, Rio de Janeiro. **DE**: MPI für Physik, Munich; Un. Hamburg; Un. Würzburg. **ES**: CIEMAT, Madrid; IAC, La Laguna; ICE Barcelona; IFAE-BIST, Un. Autònoma de Barcelona; ICC, Un. Barcelona; Un. Complutense, Madrid. **FR**: CNRS/LAPP, Annecy. **HR**: FESB, Un. Split. **IN**: SINP, Kolkata. **IT**: INFN Bari; Un. Padova and INFN Padova; INFN Perugia; Un. Siena and INFN Pisa, Siena; Un. Udine and INFN Trieste, Udine. **JP**: ICRR and Un. Tokyo, Tokyo; Un. Kyoto; Un. Ibaraki; Un. Nagoya; Un. Hiroshima; Un. Yamagata; Un. Waseda; Un. Konan; Un. Aoyama; Un. Saitama, Un. Kinki; KEK, Tsukuba; RIKEN and Un. Saitama, Saitama; Un. Tokai, Kanagawa, Un. Tokushima. **PL**: Un. Łódź. **SE**: Un. Stockholm.
Countries: **BE** Belgium; **BG** Bulgaria; **BR** Brazil; **CH** Switzerland; **CZ** Czech Republic; **ES** Spain; **FI** Finland; **FR** France; **DE** Germany; **DK** Denmark; **HR** Croatia; **IL** Iceland; **IN** India; **IT** Italy; **JP** Japan; **MX** Mexico; **NL** Netherlands; **NO** Norway; **PL** Poland; **SE** Sweden; **SK** Slovakia; **UK** United Kingdom; **US** United States of America.

PREFACIO POR EL PRESIDENTE

Este Informe Anual documenta la impresionante variedad y la vitalidad de la investigación que se realiza en los dos Observatorios Astrofísicos de Canarias. La razón de este éxito se debe a la gran diversidad de instalaciones, que van desde el GRANTECAN, actualmente el telescopio óptico más grande del mundo, hasta una colección de telescopios pequeños y altamente especializados que realicen observaciones específicas para la física estelar; desde la astrofísica de alta energía con detectores de radiación Cherenkov, hasta infrarrojos y microondas. Muchas de estas instalaciones son operadas por una comunidad, lo que garantiza que los objetivos de investigación de vanguardia sean llevados a cabo por científicos altamente motivados. Es esta mezcla de telescopios y diversas instalaciones que sirven a comunidades grandes así como experimentos dedicados, que generan un ambiente vibrante para la creatividad.

Ya está consolidado como el principal lugar de observaciones terrestres en astronomía en Europa y ahora Canarias se prepara para un brillante futuro. Uno de los mayores observatorios de alta energía, el Cherenkov Telescope Array-North, se construirá en La Palma en el área donde MAGIC ya está operando. Pronto sabremos si una de las instalaciones internacionales más importantes en astronomía, el Telescopio de Treinta Metros, llegará a La Palma. También esperamos grandes avances para el Telescopio Solar Europeo, con decisiones que conduzcan a su construcción a principios de la próxima década (ver páginas 38-39). Esto situará a Canarias a la vanguardia en todo el mundo.

Profesor Oskar von der Luehe

FOREWARD BY THE PRESIDENT

This Annual Report documents the impressive breadth and vitality of the research that is being carried out at the two sites of the Astrophysical Observatories in the Canaries. The reason for this success is the diversity of facilities, ranging from the currently largest optical telescope – the GranTeCan – to a collection of small, highly specialized telescopes which do specific observations for stellar physics particularly well; from high energy astrophysics with detectors for Cherenkov radiation to the infra-red and to microwaves. Many of these facilities are community operated, which ensures that focused forefront research goals are carried out by highly motivated scientists. It is this mixture of facility telescopes that serve larger communities and dedicated experiments which generate a vibrant environment for creativity.

Already the premier site for ground based observations in astronomy in Europe, the Canaries gear up for a brilliant future. One of the largest high energy observatories, the Cherenkov Telescope Array North, will begin construction in La Palma in the area where MAGIC is currently operating. We will know soon whether one of the most prominent international facilities in astronomy, the Thirty-Meter-Telescope, will come to La Palma. We also expect big strides of progress for the European Solar Telescope with decisions leading to construction early in the next decade (see Pages 38 - 39). This will bring the Canaries to the forefront world-wide.

Professor Oskar von der Luehe

INTRODUCCION DEL VICEPRESIDENTE

Los Observatorios del IAC en Tenerife y la Palma mantienen un excelente espíritu de colaboración entre todos los operadores y sus agencias financiadoras lo que junto a las excepcionales cualidades de sus cielos hace que sean espacios especialmente atractivos para la instalación de nuevos telescopios de última generación. Durante 2017 se ha firmado entre el STFC, NWO y el IAC el acuerdo de operación de los telescopios del Isaac Newton Group que garantiza un marco estable de operación científica del 4.2 m WHT y 2.5m INT para los próximos 10 años. El IAC también ha firmado con el Thirty Meter Telescope International Observatory (TIO) el acuerdo que establece las condiciones para la instalación y operación de este telescopio en el ORM. El TMT es el telescopio óptico e infrarrojo más grande previsto para el Hemisferio Norte. Con la Academia de Ciencias de Austria se ha materializado un acuerdo que facilitará el desarrollo de experimentos avanzados de óptica cuántica entre los dos observatorios. En el ORM se ha iniciado la construcción del primer Telescopio Cherenkov de 23m, prototipo de los telescopios LST del Cherenkov Telescope Array y se ha inaugurado el telescopio GOTO que se destinará a la detección de contrapartidas ópticas de fuentes de ondas gravitacionales. En el Observatorio del Teide se han inaugurado los telescopios robóticos de la Open University.

En el GTC se ha instalado y realizado las primeras pruebas de EMIR, el más complejo espectrógrafo multiobjeto para el infrarrojo cercano en Canarias potenciando enormemente las capacidades existentes en ese importante rango espectral. Las publicaciones resultantes de todas las instalaciones en los Observatorios de Canarias superan, como en años anteriores, los 400 trabajos en revistas con revisor.

Además, hay un esfuerzo creciente realizado por nuestras instituciones tanto en el ámbito de la divulgación científica como en el de los programas educativos que atraen cada año a un alto número de visitas a los Observatorios, especialmente de niños y jóvenes que ya superan el número de 5000 al año. Estos programas serán reforzados con el Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos cuya construcción ha progresado rápidamente durante este año. Finalmente quisiera recordar el exitoso evento internacional «Preserving the Skies» con motivo del 10º aniversario de la Declaración Starlight de La Palma, que puso de manifiesto y revalidó el compromiso de las instituciones canarias con la protección de la oscuridad de los cielos por el bien de la ciencia y para el disfrute de todos los ciudadanos.

Profesor Rafael Rebolo López

INTRODUCTION BY THE VICE PRESIDENT

The IAC Observatories in Tenerife and La Palma maintain an excellent spirit of collaboration among all the operators and their funding agencies, which, together with the exceptional qualities of their skies, make them especially attractive sites for the installation of new state-of-the-art telescopes. During 2017 the agreement for the operation of the Isaac Newton Group telescopes was signed between the STFC, NWO and the IAC, which guarantees a stable scientific operation framework of the 4.2 m WHT and 2.5 m INT for the next 10 years. The IAC has also signed with the Thirty Meter Telescope International Observatory (TIO) the agreement that establishes the conditions for the installation and operation of this telescope in the ORM. The TMT is the largest optical and infrared telescope planned for the Northern Hemisphere. With the Austrian Academy of Sciences an agreement has been materialized that will facilitate the development of advanced experiments of quantum optics between the two observatories. In the ORM, the construction of the first 23m Cherenkov Telescope, the prototype of the LST telescopes of the Cherenkov Telescope Array, has been started and the GOTO telescope has been inaugurated to be used for the detection of optical counterparts of gravitational wave sources. At the Teide Observatory,

the robotic telescopes of the Open University have been inaugurated.

EMIR, the most complex multiobject spectrograph for the near infrared in the Canary Islands, has been installed at the GTC and the first tests carried out. This has greatly enhanced the telescope's existing capabilities in that important spectral range. The publications resulting from all the installations in these Observatories surpass, as in previous years, 400 papers in peer reviewed journals.

In addition, there is a growing effort made by our institutions both in the field of scientific outreach and educational programs. These have attracted a high number of visitors to the Observatories, especially children and young people who now number over 5000 every year. These programs will be reinforced with the Roque de los Muchachos Visitor Center, whose construction has progressed rapidly during this year. Finally, I would like to recall the successful international event "Preserving the Skies" on the occasion of the 10th anniversary of the Starlight Declaration of La Palma, which highlighted and reaffirmed the commitment of the Canarian institutions to the protection of the darkness of the skies for the sake of science and for the enjoyment of all citizens.

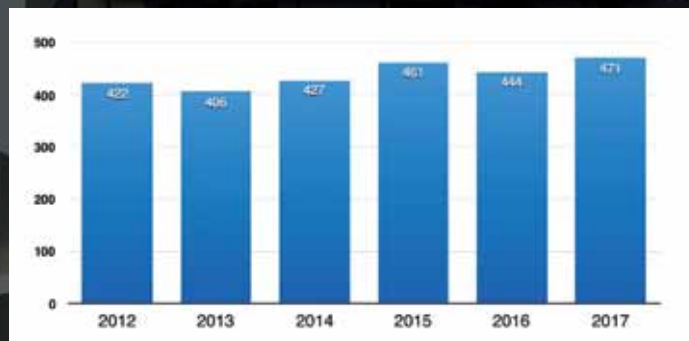
Professor Rafael Rebolo López

LOGROS CIENTÍFICOS

SCIENTIFIC HIGHLIGHTS

| | | |
|---|----|--|
| LOS CHORROS DE AGUJEROS NEGROS DE MASA ESTELAR WHT | 11 | THE JETS OF STELLAR-MASS BLACK HOLES WHT |
| ESTALLIDO EXCEPCIONAL DEL CUÁSAR CTA 102 DEBIDO A UN CHORRO RETORCIDO HETEROGÉNEO IAC80 Y TCS | 12 | EXCEPTIONAL OUTBURST OF THE QUASAR CTA 102 EXPLAINED BY A TWISTED INHOMOGENEOUS JET IAC80 & CST |
| EL SORPRENDENTEMENTE DÉBIL MAGNETISMO DE LOS AGUJEROS NEGROS GTC | 14 | BLACK HOLES' MAGNETISM IS SURPRISINGLY WEAK GTC |
| DETECCIÓN DE SODIO EN LA ATMOSFERA NUBOSA DE WASP-52b GTC | 16 | DETECTION OF SODIUM IN WASP-52b's CLOUDY ATMOSPHERE GTC |
| CONFIRMACION DE CANDIDATOS A EXOPLANETAS EN TRÁNSITO Hertzprung SONG | 17 | CONFIRMATION OF TRANSITING EXOPLANET CANDIDATES Hertzprung SONG Telescope |
| UN CORTE EN EL ESPECTRO DE ENERGIA GAMMA EMITIDA EN TEV POR RESTO DE SUPERNOVA CASIOPEIA A MAGIC 1 + 2 | 18 | A CUT-OFF IN THE TEV GAMMA-RAY SPECTRUM OF THE SNR CASSIOPEIA A MAGIC 1 + 2 |
| CREACIÓN DE CHORROS EN BINARIAS POST-AGB MERCATOR | 20 | JET CREATION IN POST-AGB BINARIES MERCATOR |
| MAPAS DE POLARIZACIÓN EI EXPERIMENTO QUIJOTE | 22 | POLARIZATION MAPS THE QUIJOTE EXPERIMENT |
| EL PRIMER PÚLSAR ÓPTICO DE MILISEGUNDOS: PSR J1023+0038 TNG | 23 | THE FIRST OPTICAL MILLISECOND PULSAR, PSR J1023+0038 TNG |
| ERUPCIÓN ESTELAR RELACIONADA CON UNA CME EN LQ HYDRAE STELLA-II y SES | 24 | A FLARE RELATED CME ON LQ HYDRAE STELLA-II and SES |
| DETECCIÓN DE UN PERIODO DE ROTACIÓN DE 125 DÍAS PARA LA ESTRELLA GJ1214, ANFITRIONA DE UN EXOPLANETA STELLA-I y WIFSIP | 25 | DETECTION OF THE 125-DAY ROTATION PERIOD OF THE EXOPLANET HOST GJ1214 STELLA-I and WIFSIP |
| ESTRELLAS MASIVAS DE TIPO O Y B NOT | 26 | MASSIVE O- AND B-TYPE STARS NOT |
| DESCUBRIMIENTO DE PLANETAS DEL TAMAÑO DE LA TIERRA Telescopio Liverpool | 27 | THE LT CONTRIBUTES TO THE DISCOVERY OF EARTH SIZED PLANETS Liverpool Telescope |
| DESTELLO DE LUZ VISIBLE DE LA GRB 160625B MASTER-IAC | 30 | THE GRB 160625B OPTICAL FLASH MASTER-IAC |

Global scientific production



Número de artículos en revistas con jueces publicados cada año con datos obtenidos con los telescopios de los Observatorios de Canarias.

Number of papers published each year in refereed journals with data obtained with the telescopes installed in the Canary Islands' Observatories.

LOS CHORROS DE AGUJEROS NEGROS DE MASA ESTELAR

WHT

Se usó la cámara Ultracam montada en el foco Cassegrain del telescopio para medir el tamaño de la base del chorro de un agujero negro de masa estelar. El estudio se centró en V404 Cygni, un sistema bien conocido por ser el primer agujero negro de masa estelar demostrado, gracias a observaciones realizadas en los noventa con el WHT. Las observaciones del WHT se realizaron simultáneamente con el telescopio de rayos X NuSTAR de la NASA en órbita terrestre, durante un periodo en el que V404 Cygni estaba pasando por un episodio brillante de actividad en junio de 2015. Se encontró un retraso temporal de 100 milisegundos entre los rayos X y los destellos de luz óptica. Este retraso nos indica el tamaño del chorro interno, donde el plasma experimenta una gran aceleración. Esto implica una distancia máxima que el plasma puede haber viajado en el



THE JETS OF STELLAR-MASS BLACK HOLES

WHT

The Ultracam imager mounted on the telescope's Cassegrain focus was used to measure the size of the base of the jet of a stellar-mass black-hole. The study focused on V404 Cygni, a well-known system for being the first proven stellar-mass black hole thanks to WHT observations carried out in the nineties. The observations were carried out simultaneously with NASA's NuSTAR X-ray telescope in Earth orbit, when V404 Cygni was undergoing a bright episode of growth activity during June 2015. A time delay of 100 milli-seconds was found between X-rays and optical flashes of light. This time delay tells us the size of the inner jet where the plasma undergoes strong acceleration. The time delay can be translated to a maximum distance that the

transcurso del mismo. La distancia, en este caso, es de aproximadamente 30.000 kilómetros. Las observaciones aportan nuevas pistas para estudiar las regiones internas de estos chorros. Permiten a los astrónomos poner restricciones a las teorías sobre la aceleración extrema de partículas en la naturaleza. Este descubrimiento se benefició enormemente de dos características específicas del funcionamiento del telescopio. En primer lugar, de su programa de instrumentos visitantes, que permite montar y usar sistemas de observación innovadores en un telescopio de 4 metros. Y en segundo lugar, de la planificación flexible, que posibilita realizar observaciones coordinadas con otras instalaciones en un momento de interés crítico para el estudio del fenómeno en cuestión.

Una representación artística de la estrella compañera (naranja, a la izquierda) y del disco caliente y azulado de material extraído, que rota a gran velocidad y acaba cayendo sobre el agujero negro. El agujero negro está representado por el punto central negro, con el chorro emergente hacia arriba y la región del jet donde se origina el flash (halo rojizo central). Las medidas de retraso temporal implican que la región donde se originan los flashes ópticos tiene una altura de solo 30.000 km.

Artist's representation of the star being stripped (orange, to the left), the hot, bluish spinning disk of stripped material being accreted to the black hole. The

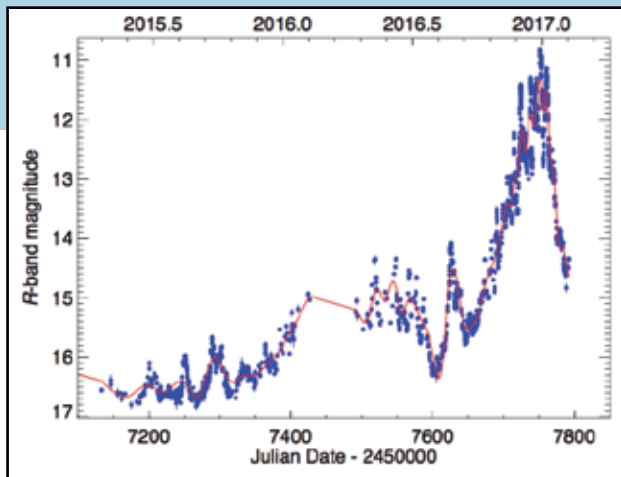
black-hole itself (black central dot), the jet emerging upwards, and the region in the jet where the flash originates (central reddish halo). The time-delay measurements imply a height of just 30,000 km of the region where the optical flashes originate.

plasma could have travelled in this duration. This distance is approximately 30,000 kilometres. The observations provide new clues to probe the inner zones in jets. They will allow astronomers to constrain theories of extreme particle acceleration in nature. This discovery benefitted enormously from two specific features of the telescope's operation. First, its programme of visiting instruments, which allows innovative observing systems to be brought and used on a 4-meter telescope. Second, the flexible scheduling which allows time-critical observations in coordination with other observing facilities.

ESTALLIDO EXCEPCIONAL DEL CUÁSAR CTA 102 DEBIDO A UN CHORRO RETORCIDO HETEROGÉNEO IAC80 Y TCS

CTA 102 es un radiocuásar de espectro plano situado a una distancia de unos 7600 millones de años luz, al que se le lleva haciendo un amplio seguimiento desde 2008, dado que es uno de los blázares* de rayos gamma brillantes que observa a diario el satélite Fermi. Tras un periodo de relativamente escasa actividad, este cuásar mostró un aumento extraordinario en el brillo de su fuente, con un cambio de unas 6-7 magnitudes, a finales de 2016 (véase Fig. 1). La cúspide del estallido se produjo el 28 de diciembre, llegando a una magnitud en la banda R de 10,82. Ese brillo corresponde a una luminosidad extremadamente alta, nunca antes alcanzada por ningún blázar conocido.

* **Los blázares son núcleos galácticos activos y potentes fuentes de radiación cuyo motor central se encuentra en el centro de la galaxia anfitriona. Su emisión se produce principalmente por un chorro que se mueve relativísticamente hacia nosotros y, por tanto, experimenta desplazamiento Doppler.**



La monitorización de CTA 102 en las bandas visible e infrarrojo cercano, antes y durante el estallido de 2016, se realizó con los telescopios IAC80 y TCS. Otros telescopios (Liverpool, NOT y TNG en el ORM) contribuyeron también al seguimiento fotométrico y espectroscópico. La inspección de las curvas de luz muestra que la amplitud de la variación del brillo es mayor en la banda de infrarrojo cercano que en la visible. Esto se debe a las diferentes contribuciones de la emisión de chorro variable dominante en infrarrojo y a la emisión de disco más bien estable que domina en visible.

La mayor parte de la emisión observada en los blázares se debe a procesos de radiación no térmica procedentes de un chorro de plasma con movimiento relativista. Cuando el chorro está orientado hacia nosotros, se perciben los efectos relativistas en forma de gran aumento del flujo y contracción de las escalas temporales de variabilidad. Por eso los blázares se caracterizan por ser fuentes luminosas que muestran grandes y rápidos cambios de brillo con un patrón bastante errático. El mecanismo físico que ocasiona este comportamiento todavía es objeto de debate. En muchos casos se recurre a los cam-

Fig. 1: Curva de luz de CTA 102 en la banda R. El gran estallido observado a finales de 2016 supera en 4 mag el estado más tenue en el periodo 2015-2017.

Fig. 1: the CTA 102 light curve in the R Band. The maximum outburst at the end of 2016 was 4 magnitudes greater than its weakest state during the period between 2015-2017.

EXCEPTIONAL OUTBURST OF THE QUASAR CTA 102 EXPLAINED BY A TWISTED INHOMOGENEOUS JET IAC80 & CST

CTA 102 is a flat-spectrum radio quasar, located at a light-travel distance of about 7600 Myr. Since 2008 it has been extensively monitored as one of the bright gamma ray blazars* that is observed daily by the Fermi satellite. After a period of relatively low activity this quasar exhibited an extraordinary increase in

* **Blazars are Active Galactic Nuclei, which are powerful sources of radiation whose central engine is located in the core of the host galaxy. Their emission is produced mainly by a jet that moves relativistically towards us, and therefore undergoes Doppler beaming.**

its source brightness with a change of about 6-7 magnitudes at the end of 2016 (see Fig 1). The maximum of the outburst took place on the 28th of December, reaching an R-band magnitude of 10.82. Such brightness corresponds to an extremely high luminosity; one that had never before been reached by any known blazar.

The telescopes IAC80 and TCS were used to monitor CTA 102 in the optical and near-infrared bands, before and during the 2016 outburst. Other telescopes (Liverpool, NOT and TNG at the ORM) contributed to the photometric and spectroscopic follow-up. The inspection of the light curves shows that the brightness variation amplitude is larger in the near-infrared than in the optical band. This fact is explained by the different contributions of the variable jet emission dominant in the infrared and the rather stable disk emission which dominates in the optical.

Most of the emission observed from blazars is due to non-thermal radiation processes coming from

bios en las condiciones físicas —como el tamaño y velocidad de la zona emisora, el campo magnético, el número de partículas emisoras y su distribución energética— para explicar el comportamiento espectral de eventos particularmente breves.

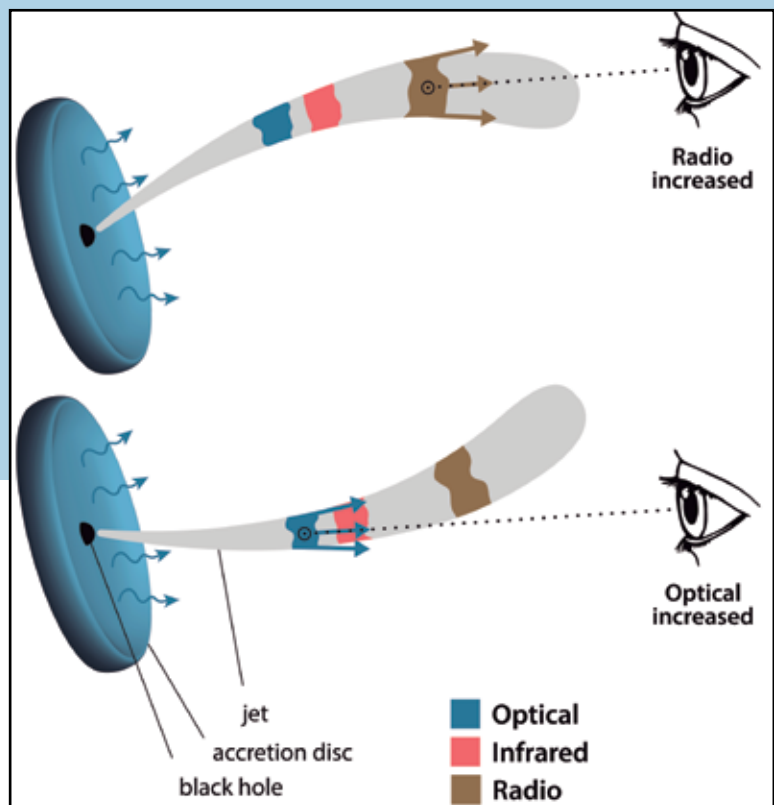
Esta investigación ha revelado que las variaciones de larga duración observadas en las curvas de luz a longitudes de onda entre la banda visible y la de radio se explican mediante un chorro heterogéneo y curvado que va cambiando de orientación a lo largo del tiempo. La distribución de energía espectral para longitudes de onda desde radio a visible se modeló mediante dos componentes: una emisión sincrotrón

no térmica variable procedente de las frecuencias de radio y un componente térmico constante en el rango visible-infrarrojo, atribuido al disco de acreción interno y al toro de polvo.

Se ha propuesto que las inestabilidades magneto-hidrodinámicas, o rotación de este chorro retorcido, sean las causantes de que diferentes regiones del chorro cambien su orientación y, por tanto, sus factores Doppler relativos. En concreto, el estallido óptico extremo de 2016-2017 (aumento de brillo de seis magnitudes) se produjo cuando la región emisora correspondiente tenía un ángulo de visión reducido (véase Fig. 2).

Fig 2: Representación artística del modelo propuesto para explicar la variabilidad observada en CTA 102. Se cree que el chorro es curvo y heterogéneo. Debido al movimiento del chorro, diferentes regiones dentro del mismo están mejor alineadas con la línea de visión. Un ángulo más pequeño con respecto a la línea de visión mejora el brillo aparente debido a efectos relativistas.

Fig. 2: Artist's representation of the model that has been proposed to explain the variability observed in CTA 102. It is thought that the outburst is curved and heterogeneous. As a result of the jets' movement different regions are better aligned with the line of sight. A smaller angle with respect to the line of sight improves the apparent brightness as a result of relativistic effects.



a jet of plasma which moves relativistically. When the jet is oriented toward us, relativistic effects become noticeable as a large flux enhancement and contraction of variability timescales. Hence blazars are characterized as luminous sources, showing large and fast changes in brightness with a rather erratic pattern. The physical mechanism behind such behavior is still under debate. In many cases changes in physical conditions – such as the size and speed of the emitting zone, the magnetic field, the number of emitting particles and their energy distribution—are invoked to explain the spectral behavior in particular short time events.

This research has revealed that the long term trends observed in the light curves from optical-to-radio-wavelengths are well explained by an

inhomogeneous, curved jet that undergoes changes in orientation over time. The spectral energy distribution from radio to optical was modelled by two components: a variable synchrotron non-thermal emission coming from radio frequencies plus a constant thermal component in the optical-infrared range, which is attributed to the inner accretion disk and the dusty torus.

It is proposed that magneto-hydrodynamic instabilities, or rotation of the twisted jet cause different jet regions to change their orientation and hence their relative Doppler factors. In particular, the extreme optical outburst of 2016–2017 (brightness increase of six magnitudes) occurred when the corresponding emitting region had a small viewing angle (see Fig 2).

EL SORPRENDENTEMENTE DÉBIL MAGNETISMO DE LOS AGUJEROS NEGROS

GTC

Los agujeros negros son conocidos por su enorme fuerza gravitatoria, capaz de destruir y devorar estrellas enteras, así como de lanzar flujos de materia al espacio a casi la velocidad de la luz. Pero un trabajo reciente con GTC ha descubierto que los campos magnéticos de los agujeros negros son más débiles de lo que se pensaba antes. En el caso concreto del agujero negro V404 Cygni, situado a una distancia de 8000 años luz de la Tierra, este estudio ha demostrado que el campo magnético a su alrededor es 400 veces más débil de lo que se había estimado previamente. Este resultado nos ayuda a entender mejor el magnetismo de los agujeros negros y cómo la materia se comporta en las condiciones más extremas, algo que puede ayudarnos en el desarrollo de tecnologías tales como la fusión nuclear. Este resultado también ayudará a entender los mecanismos de producción de los chorros de partículas de alta velocidad que lanzan los agujeros negros, a la vez que devoran todo lo demás. La sorprendente debilidad de los campos magnéticos observados en V404 Cygni descarta aquellos modelos teóricos que involucran campos

magnéticos muy intensos para acelerar y colimar estos chorros. Los autores han logrado este resultado gracias a observaciones en diferentes longitudes de onda obtenidas durante una explosión peculiar de V404 Cygni acaecida en 2015. Agujeros negros pequeños como V404 Cygni muestran explosiones recurrentes sin previo aviso (la anterior fue en 1989), y de corta duración (pocas semanas en el caso del evento de 2015). Entre los datos empleados en este estudio, se incluyen datos obtenidos con la cámara infrarroja CIRCE en el GTC empleada en su modo de fotometría rápida con una resolución temporal de 0.1 s en la banda Ks.

Curvas de luz multibanda (radio, infrarrojo cercano, óptico y rayos X) de V404 Cygni durante las observaciones obtenidas durante su explosión de 2015 (medidas temporalmente en referencia al BJD 75198). Las curvas ópticas/infrarrojas muestran modulaciones lentas resaltadas por rápidos "flares" rojos. Nótese que los "bumps" óptico/infrarrojos a unos 54 y 63 min aproximadamente están correlacionados con "flares" brillantes en rayos X, mientras que el "bump" producido a unos 58 minutos está asociado con una actividad en rayos X mucho menor (si es que hay alguna), lo que es indicativo de que los modelos simples que involucran reprocesamiento en rayos X son realmente improbables.

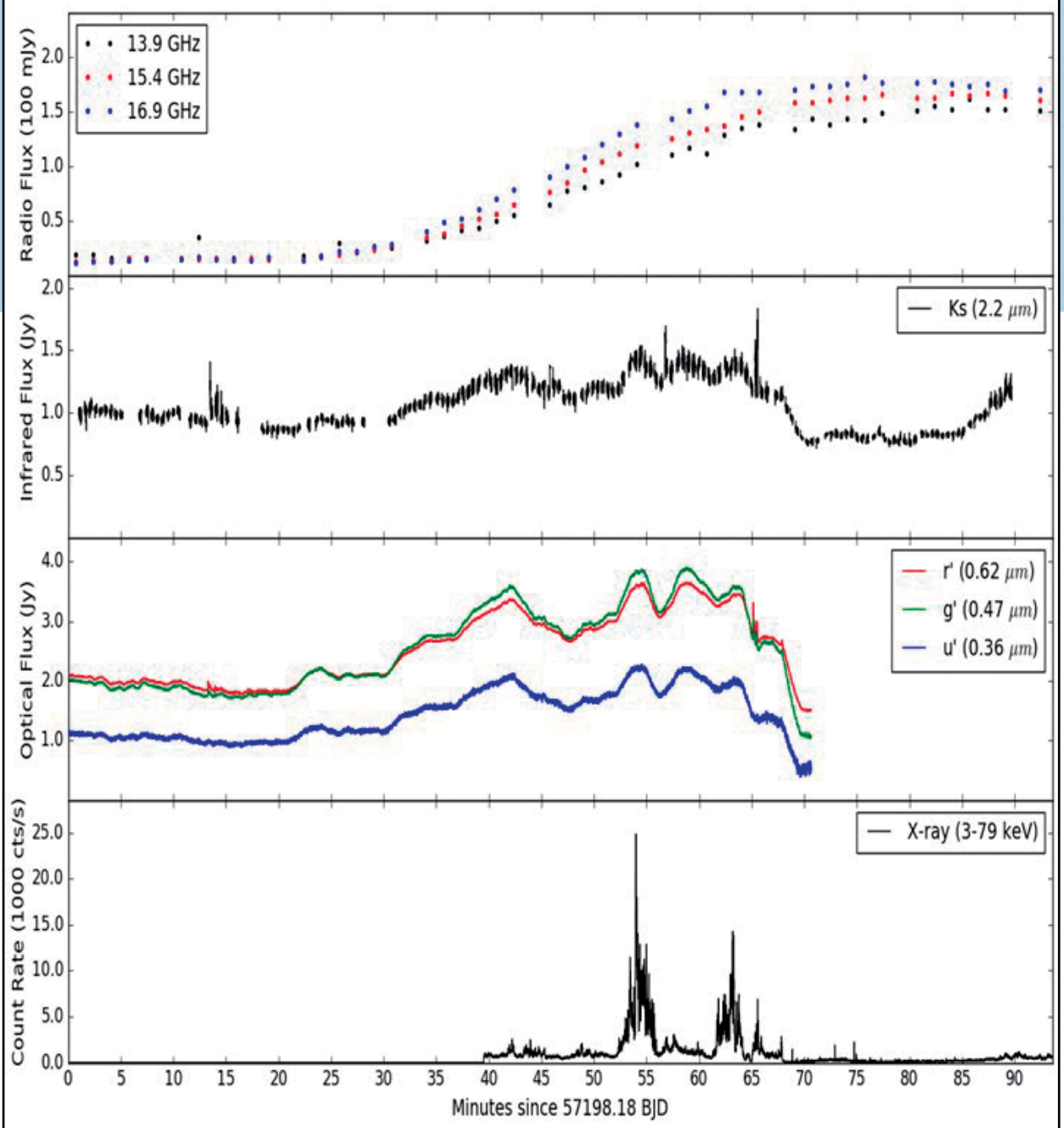
BLACK HOLES' MAGNETISM IS SURPRISINGLY WEAK

GTC

Black holes are well known for their huge gravitational force, able to destroy and devour entire stars, and to launch streams of matter into space at almost the speed of light. But a recent study with GTC shows that their magnetic fields are weaker than it was thought up to now. In the particular case of the black hole V404 Cygni, placed about 8000 light-years from earth, the magnetic energy in its surroundings was now determined to be about 400 times lower than previously estimated. This is a step towards the understanding of black holes' magnetism, as well as the behavior of matter in the most extreme conditions, which for example might help with the development of nuclear fusion reactors. This result will also help in solving the mystery of why at the same time at which they swallow everything else, black holes are launching jets of particles at nearly the speed of light. The surprisingly low measurements rule out theoretical models which involved strong magnetic fields accelerating and directing the jet flows. The authors derived the results from multiwavelength

Multiwavelength (radio, near-infrared, optical, and X-ray) lightcurves of V404 Cygni during the observations on BJD 57198 during the 2015 outburst. The IR/optical lightcurves show slow modulations punctuated by fast red flares. Note that the two optical/IR "bumps" at ~54 minutes and ~63 minutes correlate with bright X-ray flares, while the optical/IR bump at ~58 minutes has much smaller (if any) X-ray activity, indicating that simple models invoking X-ray reprocessing are unlikely.

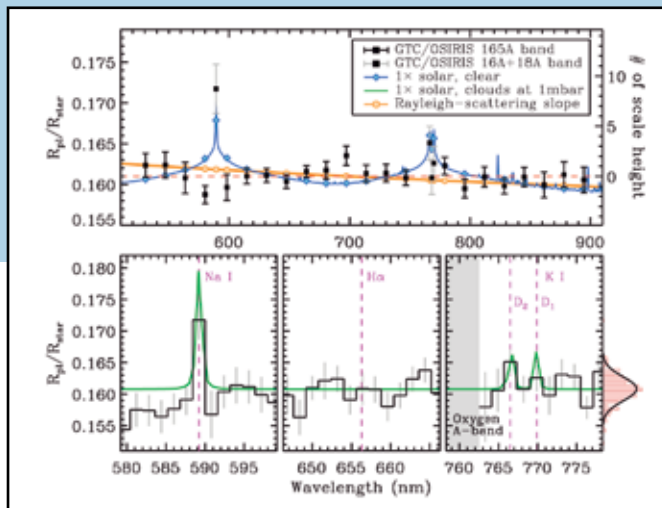
data obtained during a rare outburst of V404 Cygni produced in 2015. Such small black holes show sudden outbursts which are short-lived, and indeed the 2015 event of V404 Cygni only lasted a few weeks. The data set used in this work included those taken with the near-infrared camera CIRCE at the GTC in fast photometry mode with 0.1 s time-resolution in Ks filter.



DETECCIÓN DE SODIO EN LA ATMÓSFERA NUBOSA DE WASP-52b GTC

Las atmósferas de los exoplanetas son una ventana única para revelar la naturaleza de los mundos alienígenas. Cuando un planeta transita su estrella anfitriona, la espectroscopía de transmisión puede emplearse para recuperar la composición química de las atmósferas planetarias midiendo el tamaño del planeta a diferentes longitudes de onda. En las longitudes de onda ópticas, el doblete de sodio (Na) a 589 nm y el doblete de potasio (K) a 768 nm son dos de las fuentes de opacidad más importantes para este tipo de caracterización atmosférica; por ej., proporcionan información importante sobre el perfil de temperatura.

Se ha detectado por primera vez la absorción de sodio en la atmósfera del planeta caliente tipo Júpiter WASP-52b al observar su tránsito con el Sistema Óptico de Imágenes de Baja Resolución



DETECTION OF SODIUM IN WASP-52b's CLOUDY ATMOSPHERE GTC

The atmospheres of exoplanets provide a unique window to reveal the nature of alien worlds. When a planet transits its host star, transmission spectroscopy can be employed to know the composition of planetary atmospheres by measuring the planet size at different wavelengths. In the optical wavelengths, the sodium (Na) doublet at 589 nm and the potassium (K) doublet at 768 nm are two of the most important opacity sources for such kind of atmospheric characterization; e.g., they provide important information of the temperature profile.

Sodium absorption in the atmosphere of the hot Jupiter WASP-52b has been detected for the first time during a transit of WASP-52b with the low-resolution Optical System for Imaging and low-Intermediate-Resolution Integrated Spectroscopy (OSIRIS). The resulting

transmission spectrum, covering the wavelength range from 522 nm to 903 nm, is flat and featureless, except for the significant narrow absorption signature at the sodium doublet, which can be explained by an atmosphere in solar composition with clouds at 1 mbar. A cloud-free atmosphere is stringently ruled out. By assessing the absorption depths of sodium in various bin widths, an increase in the temperature was observed towards lower atmospheric pressure levels, with a positive temperature gradient of 0.88 ± 0.65 K/km. This possibly indicates that heating processes and a temperature inversion exist in the upper atmosphere.

Espectro de transmisión del planeta caliente tipo Júpiter WASP-52b obtenido con el instrumento OSIRIS montado en el GTC. El panel superior muestra el espectro de transmisión con un muestreo de 16,5 nm. Los paneles inferiores muestran espectros de transmisión de mayor resolución en torno a las líneas espectrales de sodio, hidrógeno y potasio. Las medidas se muestran con cuadrados negros o histograma negro con barras de error. Los modelos teóricos se muestran como líneas coloreadas.

The transmission spectrum of the hot Jupiter WASP-52b obtained with the OSIRIS instrument at the GTC. The top panel shows the transmission spectrum composed of 16.5 nm bins. The bottom panels show a higher resolution transmission spectrum for the close-up of the sodium, hydrogen, and potassium spectral lines. The measurements are shown with black squares or black histogram with error bars. The theoretical models are shown in coloured lines.

CONFIRMACIÓN DE CANDIDATOS A EXOPLANETAS EN TRÁNSITO

Hertzprung SONG

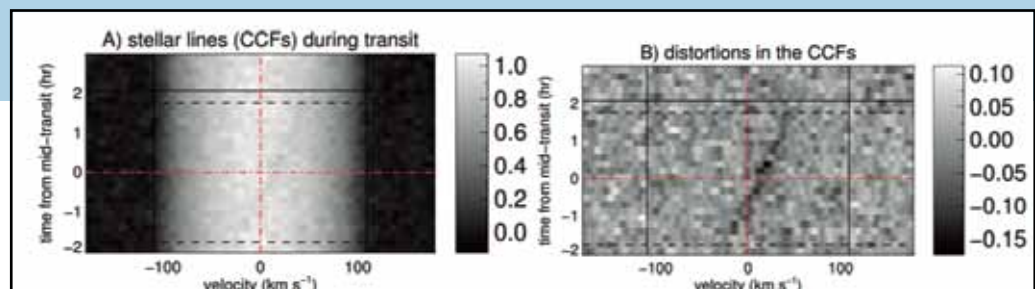
En el telescopio SONG se llevan a cabo de forma simultánea y continuada más de 15 programas científicos que cubren temas de evolución y variabilidad estelar, astrosismología, abundancias estelares y detección y caracterización de exoplanetas. En 2017, la colaboración entre investigadores del IAC, la Universidad de Aarhus y el Observatorio de Leiden dio como resultado el descubrimiento de dos exoplanetas.

Los primeros candidatos a exoplaneta en tránsito del proyecto MASCARA se siguieron con el telescopio SONG. Durante los tiempos de tránsito de los candidatos se obtuvieron series temporales con alta cadencia de observaciones con SONG para buscar la «sombra» en las líneas espectrales estelares causadas por el planeta en tránsito que se muestran en la imagen. Esta señal se detectó con una alta significancia para ambos candidatos, y la amplitud de la señal confirmó la naturaleza planetaria de esos dos objetos, bautizados como Mascara-1b y Mascara-2b. Ambos objetos proporcionan una señal bastante débil para un telescopio pequeño como SONG, pero aun

así las observaciones pudieron realizarse de forma automática, siendo la señal de Mascara-1b la señal más débil que ha observada en modo automático con SONG. Las estrellas anfitrionas de los dos planetas son ligeramente más calientes que nuestro Sol y representan una región (características físicas de las estrellas madre) de búsqueda de planetas poco explorada hasta la fecha.

La rápida planificación de calendario que se puede realizar con SONG permitió confirmar en poco tiempo la naturaleza de esos objetivos, una vez fueron notificados por el consorcio MASCARA; esta celeridad en la ejecución es muy prometedora para la misión TESS de la NASA, que producirá numerosos y brillantes candidatos a exoplanetas en tránsito en los próximos años... ¡Y SONG estará listo para seguirlos!

Espectros estelares de HD 201585 (una estrella con $mv=8,3$ y tipo espectral A8) observada con el espectrógrafo del "Telescopio Hertzprung SONG" situado en el Observatorio del Teide a lo largo de una observación continua de 5 horas (izquierda). La distorsión que se produce en los perfiles de línea estelares se ven con claridad en la imagen saturada (derecha) y sirvieron para descubrir dos nuevos exoplanetas.



CONFIRMATION OF TRANSITING EXOPLANET CANDIDATES

Hertzprung SONG Telescope

More than 15 scientific programs are continuously executed at the SONG telescope – covering topics of stellar evolution and variability, asteroseismology, stellar abundances and exoplanet discovery and characterization. In 2017 a collaboration among researchers from IAC, Aarhus University and Leiden Observatory resulted in the discovery of two exoplanets.

The first transiting exoplanet candidates from the MASCARA project was followed up by the SONG telescope. During the times of transit for the planet-candidates, high-cadence time-series observations were obtained with SONG in order to search for the ‘shadow’ on the stellar spectral lines caused by the transiting planet depicted in the Figure. This signal was detected at high significance for both candidates, and the amplitude of the signal confirmed the planetary nature of these two objects denoted Mascara-1b

Stellar spectra of HD 201585 (a $mv=8.3$ A8 star) observed with the "Hertzprung SONG Telescope" spectrograph during a 5-hour continuous run (left). The distortion produced in the stellar line profiles is clearly visible in the saturated image (right) and resulted in the discovery of two new exoplanets.

and Mascara-2b. Both objects are quite faint for a small telescope like SONG, but nevertheless the observations were carried automatically, with the data for Mascara-1b representing the faintest target observed automatically by SONG. The host stars for the two planets are both somewhat hotter than our Sun and represents a region of the planetary discovery space which has been little explored.

The rapid scheduling of SONG allowed a quick confirmation of the nature of these targets as soon as they were obtained from the MASCARA group – this rapid “turn-around” holds a great promise for the NASA TESS mission which will produce many, bright, exoplanet transit candidates in the coming years – SONG is ready to follow-up!

UN CORTE EN EL ESPECTRO DE ENERGÍA GAMMA EMITIDA EN TEV POR RESTO DE SUPERNOVA CASIOPEIA A

MAGIC 1 + 2

Se cree que la mayoría de los rayos cósmicos galácticos son acelerados en los remanentes de supernovas. Sin embargo no se ha encontrado hasta ahora evidencia observacional de la presencia de partículas con energías de PeV en los restos de supernovas. El joven resto histórico de la supernova Casiopea A (CasA) parece ser uno de los mejores

candidatos para estudiar los procesos de aceleración (ver Figura 1). Los telescopios MAGIC observaron Cas A entre diciembre de 2014 y Octubre de 2016 acumulando 158 horas de datos de alta calidad. Se ha obtenido el espectro de la fuente entre 100 GeV y 10 TeV. También se han analizado 8 años de los datos de FERMI-LAT para obtener la forma espectral entre 60 MeV y 500 GeV. Los espectros medidos por LAT y los telescopios MAGIC son compatibles dentro de los errores experimentales y muestran un claro corte (4.6σ) a las energías más altas, que se puede describir con un corte exponencial a una energía $E_c=3.5(+1.6-1.0)_{\text{stat}}(+0.8-0.9)_{\text{sys}}$ TeV (ver Figuras

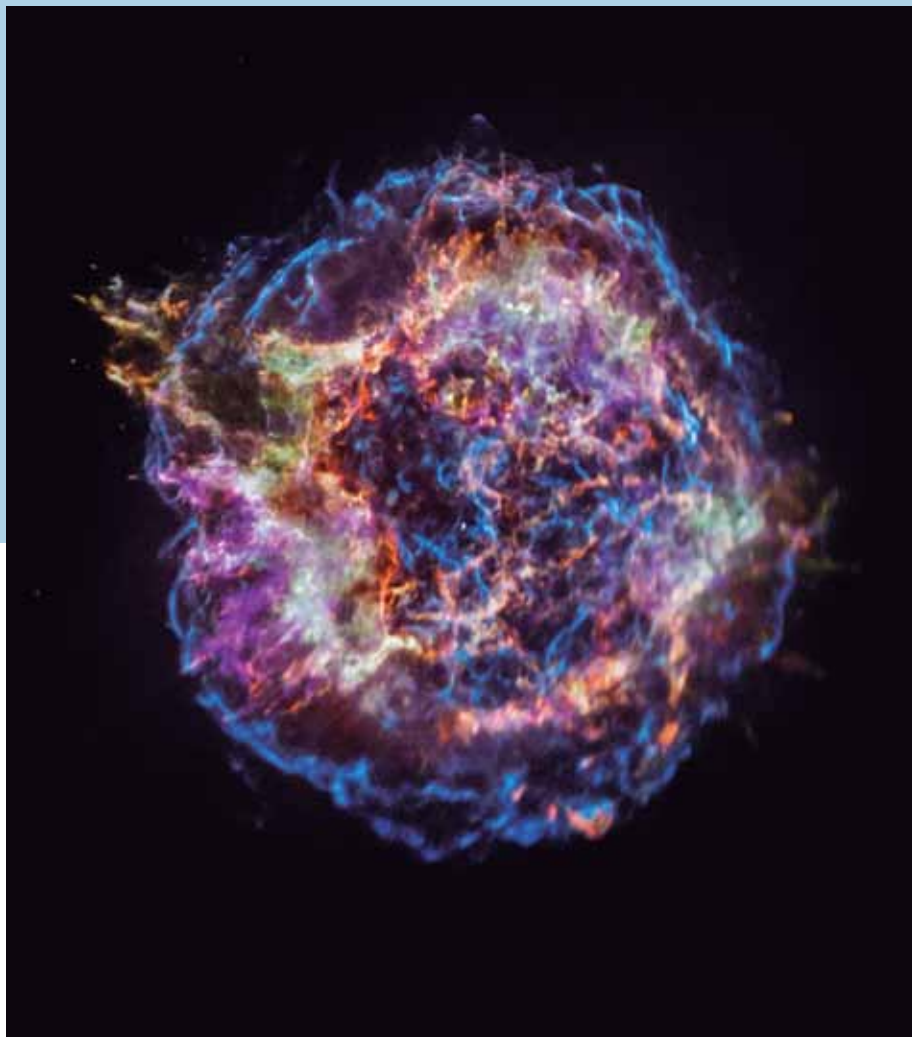


Fig. 1: Cas A vista en rayos X

Fig.1: Cas A seen in X-rays

A CUT-OFF IN THE TEV GAMMA-RAY SPECTRUM OF THE SNR CASSIOPEIA A

MAGIC 1 + 2

It is widely believed that the bulk of the Galactic cosmic rays are accelerated in supernova remnants (SNRs). However, no observational evidence of the presence of particles of PeV energies in SNRs has yet been found. The young historical SNR Cassiopeia A (Cas A) appears as one of the best candidates to study acceleration processes (see Figure 1). Between December 2014 and October 2016 Cas A was observed with the MAGIC telescopes, accumulating 158 hours

of good-quality data. The spectrum of the source from 100 GeV to 10 TeV was derived. Approximately 8 years of Fermi-LAT data was also analysed to obtain the spectral shape between 60 MeV and 500 GeV. The spectra measured by the LAT and MAGIC telescopes are compatible within the errors and show a clear turn off (4.6σ) at the highest energies, which can be described with an exponential cut-off at $E_c=3.5(+1.6-1.0)_{\text{stat}}(+0.8-0.9)_{\text{sys}}$ TeV (see Figures

2 y 3). La emisión gamma entre 60 MeV y 10 TeV se puede atribuir a la población de protones de alta energía con un índice espectral de ~ 2.2 y una energía de corte en ~ 10 TeV. Este resultado indica que Cas A no contribuye apreciablemente de momento al mar de rayos cósmicos de alta energía (\sim PeV). El modelo leptónico de una zona no puede reproducir

por sí mismo la distribución de energía espectral obtenida en multi-longitudes de onda. Además si una fracción no despreciable del flujo observado por MAGIC es debido a los leptones, la radiación debería ser emitida en una región de bajo campo magnético ($B \approx 100 \mu\text{G}$ como en el shock inverso).

Fig. 2: Distribución de la energía espectral medida por los telescopios MAGIC (puntos oscuros) y FERMI (cuadrados azules). La línea roja sólida muestra el resultado del ajuste al espectro de MAGIC. La línea sólida negra es el ajuste a una ley de potencias quebrada aplicada al espectro de Fermi.

Fig.2: Spectral energy distribution measured by the MAGIC telescopes (black dots) and Fermi (blue squares). The red solid line shows the result of fitting the MAGIC spectrum. The black solid line is the broken power-law fit applied to the Fermi spectrum.

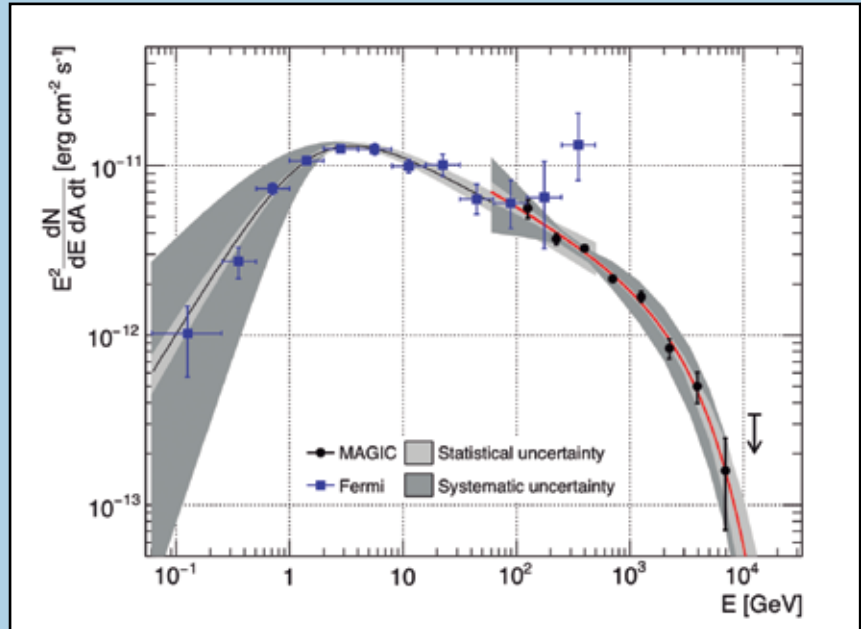
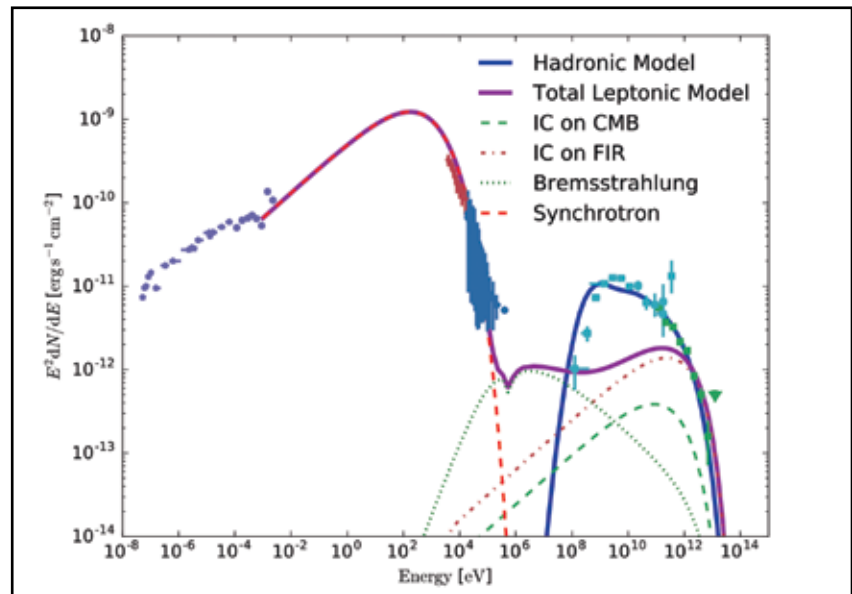


Fig. 3: Distribución espectral de la energía de CasA en multi-longitudes de onda. Las distintas líneas muestran el resultado del ajuste a los flujos de energía medidos usando el programa de Montecarlo "naima" y considerando un origen leptónico o hadrónico a la emisión de GeV a TeV.

Fig.3: Multi-wavelength SED of Cas A. The different lines show the result of fitting the measured energy fluxes using the Montecarlo program "naima" and assuming a leptonic or a hadronic origin of the GeV and TeV emission.



2+3). The gamma-ray emission from 60 MeV to 10 TeV can be attributed to a population of high-energy protons with spectral index ~ 2.2 and energy cut-off at ~ 10 TeV. This result indicates that Cas A is not contributing to the high energy (\sim PeV) cosmic-ray sea in a significant manner at the present moment.

A one-zone leptonic model fails to reproduce by itself the multi-wavelength spectral energy distribution. Besides, if a non-negligible fraction of the flux seen by MAGIC is produced by leptons, the radiation should be emitted in a region with a low magnetic field ($B \approx 100 \mu\text{G}$) like in the reverse shock.)

CREACIÓN DE CHORROS EN BINARIAS POST-AGB

MERCATOR

La investigación de estrellas binarias es un campo científico de gran importancia. Especialmente relevante resulta la detección este año de binarias de periodo intermedio entre las estrellas centrales de la nebulosa planetaria NGC1514. La correlación cruzada entre espectros de alta resolución HERMES y espectros sintéticos muestra que el sistema es una binaria de doble línea extremadamente excéntrica ($e = 0,5$) con un periodo de 3300 días. Los estudios anteriores indicaban que el componente frío podría ser una estrella de la rama horizontal con una masa de $0,55 M(\text{sol})$, pero las amplitudes de velocidad radial observadas descartan una masa tan baja. Se

dedujo el primer ciclo completo de otra binaria amplia dentro de las estrellas centrales de la nebulosa planetaria (LoTr5) de nada menos que 2700 días. Estas binarias amplias necesitan un seguimiento intensivo, pero se cree que son un canal importante en la formación de nebulosas planetarias.

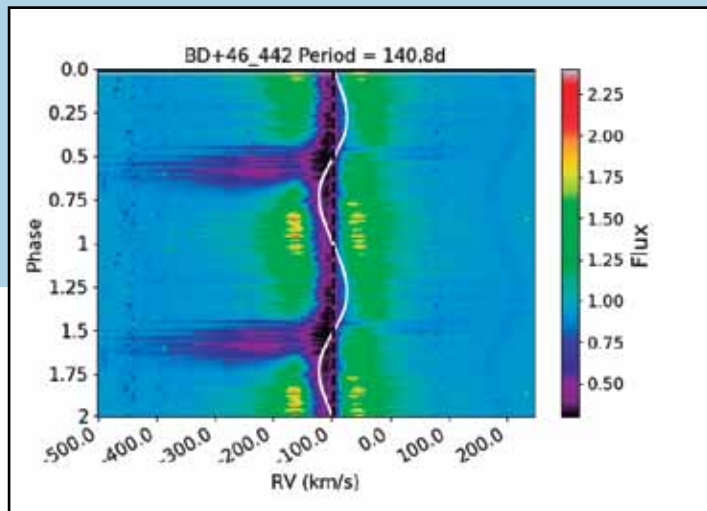
Las precursoras de las nebulosas planetarias son estrellas pos-AGB. Una de las cuestiones más importantes en las investigaciones sobre la evolución final de estrellas de masa baja e intermedia es el impacto de la binariedad. La interacción binaria altera las propiedades intrínsecas de la estrella (como la pulsación, pérdida de masa, formación de polvo, morfología de la envoltura circumestelar, etc) y desempeña un papel principal a la hora de decidir su destino final. La transferencia de masas

Izquierda: El perfil de la línea alfa H doblado sobre el periodo orbital. La línea blanca continua indica el movimiento de la primaria. En una conjunción superior, cuando la secundaria está cerca del observador, es visible un potente componente de absorción desplazado al azul.

Derecha: La geometría del modelo del chorro que se origina alrededor de la compañera.

Left: the H alpha line profile folded on the orbital period. The full white line indicates the motion of the primary. At superior conjunction, when the secondary is close to the observer, a strong blue shifted absorption component is visible.

Right: the geometry of the model of the jet originating around the companion.



JET CREATION IN POST-AGB BINARIES

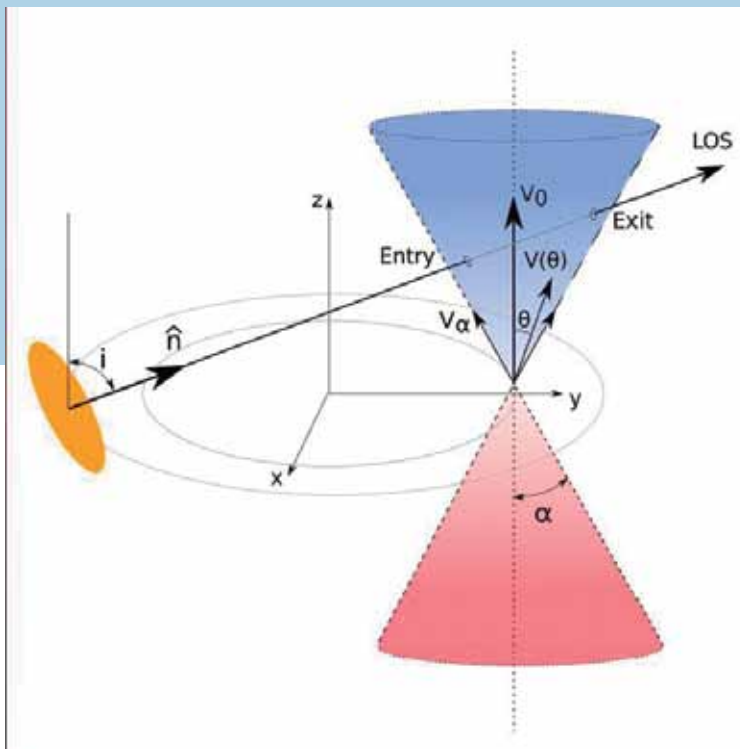
MERCATOR

Binary star research is a major science theme. This year's detection of intermediate period binaries among the central stars of Planetary Nebulae NGC1514 is especially relevant. The cross-correlation of high-resolution HERMES spectra against synthetic spectra shows the system to be a highly eccentric ($e=0.5$) double-lined binary with a period of 3300 days. Previous studies indicated that the cool component might be a horizontal branch star of mass $0.55 M(\text{sun})$, but the observed radial velocity amplitudes rule out such a low mass. The first full cycle of another wide binary within the planetary nebulae central stars (LoTr5) of no less than 2700 days was deduced. These wide binaries need a dedicated follow-up but they are thought to be an important channel in the formation of planetary nebulae.

Precursors of the Planetary Nebulae are post-AGB stars. One of the most important research questions regarding the final evolution of low-and intermediate-mass stars is the impact of binarity. Binary interaction alters the intrinsic properties of the star (such as: pulsation, mass-loss, dust-formation, circumstellar envelope morphology, etc.) and plays a dominant role in determining its ultimate fate. A plethora of peculiar objects ranging from the spectacular thermonuclear novae, supernovae type Ia, sub-luminous supernovae, gravitational wave sources, etc. to less energetic systems, such as sub-dwarf B stars, barium stars, cataclysmic variables, bipolar planetary nebulae, etc., result from mass transfer in binary stars.

en estrellas binarias tiene como resultado una plétora de objetos peculiares: desde las espectaculares novas termonucleares, supernovas de tipo Ia, supernovas subluminosas, fuentes de ondas gravitatorias, etc a sistemas menos energéticos como estrellas subenanas B, estrellas de bario, variables cataclísmicas, nebulosas planetarias bipolares, etc.

Aunque una de los principales recursos del telescopio Mercator es su capacidad de monitorización para descubrir estrellas binarias, a veces no es suficiente ni siquiera con campañas de décadas de duración. Incluso uniéndolo a datos antiguos y acumulando datos desde hace más de 20 años, el no detectar movimiento binario en sistemas de los que se sospecha que son binarios podría resultar en límites interesantes a los posibles canales para formarlos.



Cuando se detectó movimiento binario entre estrellas pos-AGB, quedó claro que se trataba de sistemas complejos y que monitorizar su comportamiento espectral servía para localizar el proceso de producción de chorros en muchos sistemas. El perfil H alfa se convierte en un perfil P cygni sólo cuando la compañera invisible está enfrente de la primaria luminosa, que es la estrella pos-AGB. La interpretación de este comportamiento es que un flujo de salida de alta velocidad, o chorro, se origina alrededor de la compañera y sólo se detecta cuando los fotones continuos de la primaria se dispersan fuera de la línea de visión. Cuando se alcanza una cobertura de fase, es posible deducir a partir de los espectros el ángulo de apertura, así como la ley de velocidad en función de la latitud. La velocidad de salida suele ser mayor en la dirección polar, con una alta velocidad y baja densidad en los ejes del chorro y una menor velocidad y mayor densidad en el borde cónico. Las velocidades desproyectadas deducidas hasta la fecha se corresponden con las velocidades de escape de las estrellas de la secuencia principal, más que con las de las compañeras compactas. Esos chorros se han detectado en numerosos sistemas.

While a major asset of the Mercator telescope is its monitoring capabilities to discover binary stars, sometimes even decade-long campaigns are not enough. Even coupled with older data and accumulating data over 20 years, the non-detection of binary motion in systems that are suspected binaries can yield interesting constraints on the possible channels to form them.

When binary motion is detected among post-AGB stars it became clear that these are complex systems and monitoring their spectral behaviour serves to localise the jet production process in many systems. The H-alpha profile turns into a P-Cygni profile only when the unseen companion is in front of the

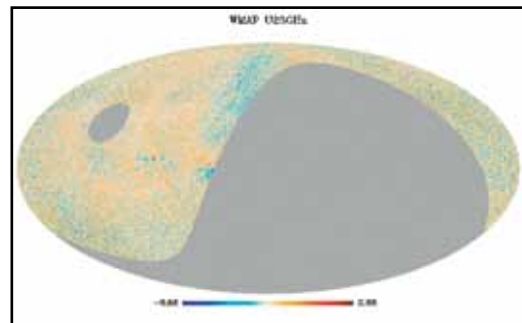
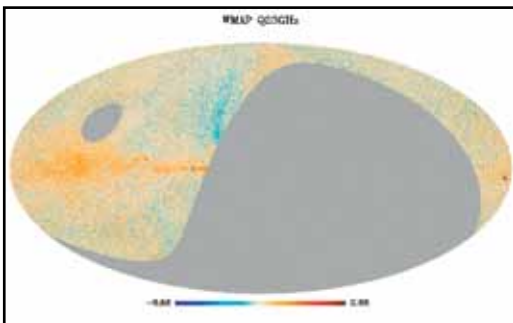
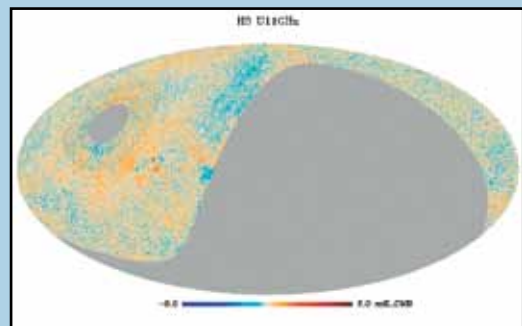
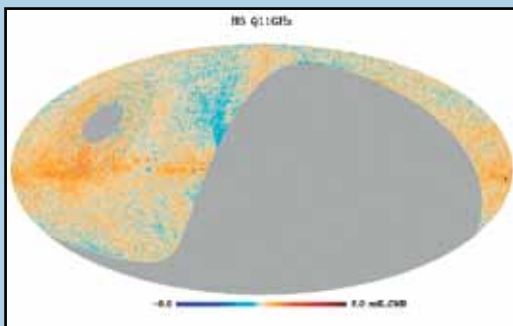
luminous primary that is the post-AGB star. The interpretation of this behaviour is that a high-velocity outflow, or jet, originates around the companion and is only detected when continuum photons of the primary are scattered out of the line-of-sight. When a good phase coverage is reached, the wide opening angle as well as the latitudinally dependent velocity law can be deduced from the spectra. The outflow velocity is typically larger in the polar direction, with a high velocity and low density on the jet axes, and a lower velocity, denser outflow at the conical edge. The deprojected velocities deduced until now, correspond to the escape velocities of main sequence stars, rather than from compact companions. These jets have been detected in many systems.

MAPAS DE POLARIZACIÓN EL EXPERIMENTO QUIJOTE

El programa observacional del MFI (instrumento multi-frecuencia) continuó de manera normal durante el año, habiéndose acumulado un total de 4609 horas de datos (eficiencia del 53%). Alrededor del 50% de este tiempo (exactamente 2163 horas) se empleó en el conocido como “wide survey”, que cubrirá todo el cielo del hemisferio norte ecuatorial en cuatro bandas de frecuencia, 11, 13, 17 y 19 GHz, tanto en intensidad como en polarización. En el grupo de FCM (Cosmic Microwave Background) del IAC se ha invertido un esfuerzo notable en el procesado de estos datos, lo que ha resultado en los dos mapas a 11 GHz de los parámetros de Stokes Q y U que se muestran en la figura inferior, en comparación con mapas equivalentes a 23 GHz producidos por la misión espacial WMAP. Estos

mapas muestran de manera clara emisión tanto compacta como difusa, extendiéndose hacia altas latitudes Galácticas. Estos resultados supondrán un avance significativo en el campo, ya que serán los primeros mapas de polarización cubriendo extensas regiones de cielo entre 2 y 20 GHz, de manera que serán fundamentales para caracterizar la emisión de tipo sincrotrón y proceder así a su corrección de la señal cosmológica resultante del periodo inflacionario.

Mapas de polarización de QUIJOTE, de los parámetros de Stokes Q (panel superior izquierda) y U (panel superior derecha) de todo el hemisferio norte ecuatorial, a 11 GHz, en comparación con los mapas equivalentes obtenidos por el satélite WMAP 23 GHz (paneles inferiores).



POLARIZATION MAPS THE QUIJOTE EXPERIMENT

The Multi-Frequency Instrument (MFI) observations' programme has continued with a total of 4609 hours (observing efficiency 53%) during the year. About half of this time (exactly 2163 hours) were invested in the wide survey, which will lead to four maps of the full northern sky at frequencies of 11, 13, 17 and 19 GHz, in total intensity and in polarization. A big effort has been dedicated during the year in the Cosmic Microwave Background (CMB) group in the processing of these data, which resulted in the two maps at 11 GHz of the two Stokes parameters Q and U (similar maps have been produced at the other three frequencies: 13, 17 and 19 GHz), which are shown in the figure below in comparison with

QUIJOTE polarization maps of the Q (place as top left) and U (place as top right) Stokes parameters in the full northern sky at 11 GHz, in comparison with similar maps from the WMAP satellite at 23 GHz (lower panels, left & right).

equivalent maps at 23 GHz produced by the WMAP mission. These maps clearly show compact and also diffuse polarized emission extending towards high Galactic latitudes. They will be an important step forward in the field, thanks to being the first polarization maps of large sky areas in frequencies between 2 and 20 GHz, and as so they will be essential to characterize the synchrotron emission and correct it from the primordial inflationary signal.

EL PRIMER PÚLSAR ÓPTICO DE MILISEGUNDOS: PSR J1023+0038

TNG

El fotómetro astronómico rápido de silicio de alta resolución temporal (SiFAP) está disponible temporalmente en el Telescopio. Se ha usado para descubrir el primer pulsar óptico de milisegundos, PSR J1023+0038, que emite 590 pulsos de luz cada segundo, la frecuencia de rotación de la estrella. Los pulsares de milisegundos alcanzan velocidades de rotación tan extremas durante una fase evolutiva que dura miles de millones de años y durante la cual la estrella de neutrones arranca materia de una estrella compañera y la obliga a caer sobre su superficie mediante un disco de acreción. Durante esta fase, la estrella de neutrones emite los pulsos de rayos X característicos, y hasta hace pocos años se creía que el pulsar solo podía pasar al estado de radiopulsar cuando cesaba la transferencia de masa.

No obstante, en 2013 se descubrió que algunos pulsares de milisegundos eran capaces de pasar en menos de un par de semanas de un pulsar de rayos X acretante a un radiopulsar. Se les llamó «transicionales» debido a esta particularidad. No obstante, el comportamiento de estos pulsares cuando tienen un disco de acreción seguía sin estar claro. Aquí es donde el instrumento SiFAP ha desempeñado un papel fundamental. Se ha usado

THE FIRST OPTICAL MILLISECOND PULSAR, PSR J1023+0038

TNG

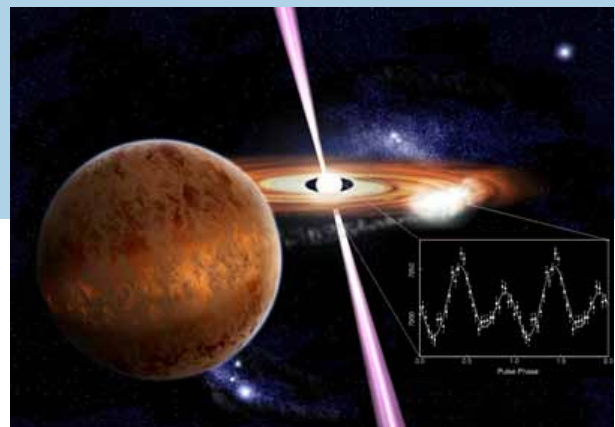
The high-temporal resolution Silicon Fast Astronomical Photometer (SiFAP) is available at the Telescope as a visiting instrument. It has been used to discover the first optical millisecond pulsar, PSR J1023+0038, emitting 590 pulses of light every second, the rotational frequency of the star. Millisecond pulsars achieve such an extreme rotational velocity during an evolutionary phase lasting billions of years. During this process, the neutron star tears off matter from a companion star and forces it to fall on its surface through an accretion disk, while emitting the characteristic pulsed X-ray emission. Until a few years ago, it was assumed that the pulsar could not switch on the radio pulsar state until the mass transfer ceases.

In 2013 it was discovered that some millisecond pulsars were able to switch in less than a few weeks between an accreting X-ray pulsar regime and a radio pulsar. They were dubbed “transitional” due to this particularity. However, the behaviour of these pulsars when they have an accretion disk remained unclear. Here the SiFAP instrument played its fundamental role. It has been used to observe a

para observar un pulsar transicional durante la fase de disco de acreción y, sorprendentemente, detectó pulsos coherentes de luz visible. Este descubrimiento demuestra que el campo magnético de una estrella de neutrones que gira rápidamente es capaz de producir pulsos de luz visible: un fenómeno completamente nuevo. Además, sugiere que un radiopulsar puede estar activo incluso cuando todavía está presente el disco de acreción.

Este resultado inesperado podría llevar a los investigadores a revisar muchas de las asunciones habituales sobre la interacción entre los discos de acreción y los campos magnéticos en todo tipo de pulsares.

Representación artística de PSR J1023+0038, un sistema binario compuesto por una estrella de neutrones que arranca materia de una estrella acompañante y emite haces de luz visible. El recuadro muestra los pulsos de luz visible observados con el fotómetro SiFAP montado en el Telescopio.



Artists impression of PSR J1023+0038, a binary system composed of a neutron star that tears matter from a companion star and emits beams of visible light. The inset shows the pulses of visible light observed with the photometer SiFAP mounted on the Telescope.

transitional pulsar during the accretion disk phase and, quite surprisingly, it detected coherent pulses of visible light. This discovery demonstrates that the magnetic field of a rapidly rotating neutron star is able to produce pulses of visible light, a completely new phenomenon. Furthermore, it suggests that a radio pulsar can be active even when an accretion disk is still present.

This unexpected result could lead researchers to revise many of the usual assumptions about the interaction between accretion disks and magnetic fields in all types of pulsars.

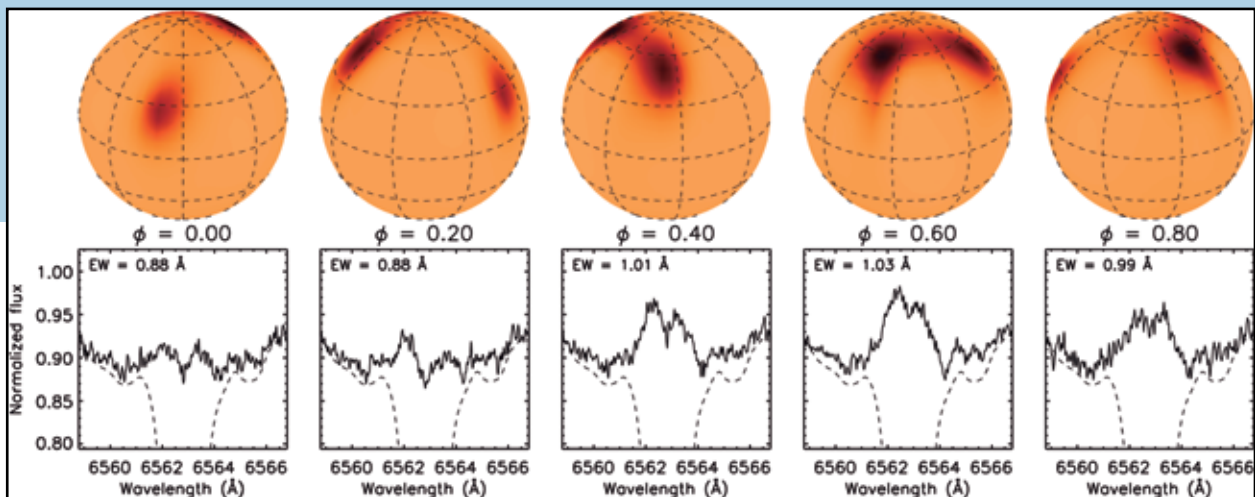
ERUPCIÓN ESTELAR RELACIONADA CON UNA CME EN LQ HYDRAE

STELLA-II y SES

Las estrellas jóvenes similares al Sol muestran una potente emisión cromosférica y cambios significativos de brillo en periodos de pocos meses. Para encontrar la fuente de esos cambios y evaluar el grado de asociación espacial entre las regiones magnéticamente activas en la fotosfera y la cromosfera, el espectrógrafo Echelle STELLA (SES) dedicó cuatro meses a observar continuamente una de esas estrellas, LQ Hydrae. Los resultados muestran que es el movimiento de las manchas lo que controla los cambios fotosféricos, y no las variaciones en su tamaño o temperatura. La comparación entre los mapas de manchas y la línea $H\alpha$ también revela la coexistencia espacial de regiones cromosféricas activas y manchas frías fotosféricas (véase la Figura). Se monitorizaron un total de cuatro erupciones. Las asimetrías de la línea

$H\alpha$ sugieren que una de las erupciones produjo una eyección de masa coronal (CME por sus siglas en inglés) con una velocidad máxima proyectada de 70 km/s.

Mapa Doppler fotosférico de LQ Hya en cinco fases rotacionales (fila superior) junto con los correspondientes perfiles de línea $H\alpha$ cromosférica (espectro en emisión). La línea discontinua representa un espectro no activo de referencia. La erupción se produjo cerca de la fase $\alpha = 0,60$.



A FLARE RELATED CME ON LQ HYDRAE

STELLA-II and SES

Young solar-like stars exhibit strong chromospheric emission and significant changes in their brightness on time scales of a few months. To find the source of these changes and assess the degree of spatial association between photospheric and chromospheric magnetic active regions, the STELLA-Echelle-Spectrograph SES observed one of these stars, LQ Hydrae, continuously for four consecutive months. The results show that photospheric changes were dominated by the motion of the spots and not by changes in their size or temperature. The comparison between spot maps and the $H\alpha$ line also reveals the

Photospheric Doppler map of LQ Hya at five different rotational phases (top row) together with the corresponding chromospheric $H\alpha$ line profiles (spectrum in emission). A non-active reference spectrum is shown as a dashed line. A flare occurred near phase $\alpha = 0.60$.

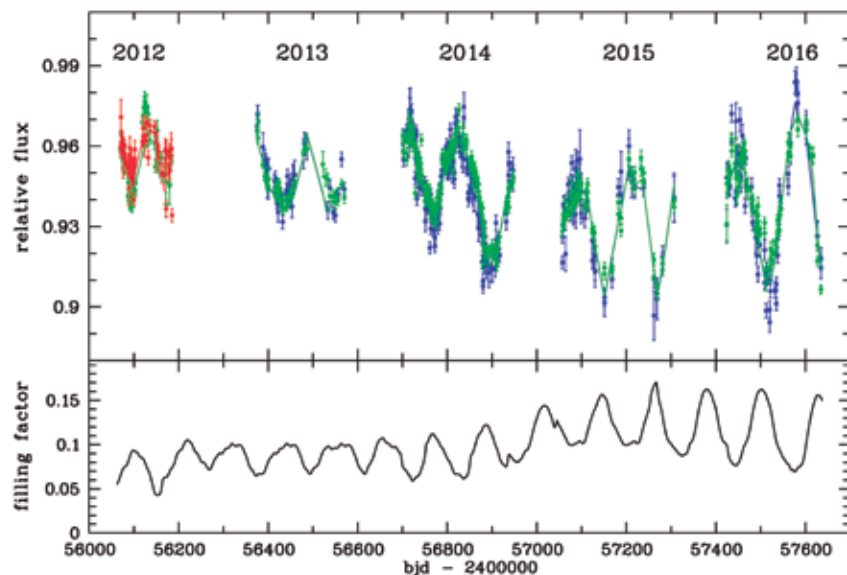
spatial coexistence of chromospheric active regions and photospheric cool spots (see the Figure). A total of four flare events were monitored. The line asymmetries of the $H\alpha$ line suggest that one of the flares produced a coronal mass ejection (CME) with a maximum projected speed of 70 km/s.

DETECCIÓN DE UN PERIODO DE ROTACIÓN DE 125 DÍAS PARA LA ESTRELLA GJ1214, ANFITRIONA DE UN EXOPLANETA STELLA-I y WIFSIP

Dentro del proyecto VAMOS (VARIability MONitoring of exoplanet host Stars - Monitorización de la variabilidad de estrellas anfitrionas de exoplanetas) se observó mediante el fotómetro de gran campo del telescopio STELLA (WiFSIP) la estrella GJ1214, anfitriona de una Super-Tierra. GJ1214 es una enana M tenue y de baja masa, con una edad aproximada entre 6 y 10 Gaños. Por lo general, las estrellas tan viejas no suelen tener ya mucha actividad magnética, pero sí pueden tener pequeñas manchas sobre la superficie estelar. Tal y como muestra la curva de luz de STELLA en la imagen de esta página, GJ1214 sí que muestra variaciones periódicas de luz en un periodo excepcionalmente largo de 125 ± 5 días, que se ha interpretado como resultante de la rotación de la estrella, modulada por sus manchas estelares. Este es uno de los periodos de rotación más largos conocidos para una enana M y resulta considerablemente difícil observarla desde

telescopios terrestres, ya que la estrella rota un máximo de dos veces alrededor de su eje a lo largo de una temporada de observación. Los datos de STELLA también muestran modulaciones en la amplitud de la curva de luz a lo largo del tiempo, lo que indica un reagrupamiento de las manchas estelares que por lo general solo se observa en las estrellas jóvenes. Eso apunta a la existencia de un ciclo de actividad tal y como el que se produce en el Sol.

El panel superior muestra la curva de luz obtenida por STELLA WiFSIP para GJ 1214 de 2012 a 2016. Los puntos azules indican medidas en el filtro Johnson B, mientras que los puntos verdes y rojos muestran observaciones con los filtros Johnson V y Cousin I respectivamente. El panel inferior muestra la evolución del factor de llenado de las manchas a partir del modelo que mejor encaja.



DETECTION OF THE 125-DAY ROTATION PERIOD OF THE EXOPLANET HOST GJ1214 STELLA-I and WIFSIP

The Super-Earth host-star GJ1214 was observed as part of our ongoing VAMOS survey (VARIability MONitoring of exoplanet host Stars) using STELLA's Wide Field Imaging Photometer WiFSIP. GJ1214 is a faint, low-mass M dwarf likely to be between 6-10 Gyrs old. Such old stars are not expected to be magnetically very active anymore but small starspots may still exist on their stellar surface. As shown by the STELLA light curve in the Figure on this page, GJ1214 indeed exhibits periodic light variations with an exceptionally long period of 125 ± 5 days, which we interpret to be due to the rotation of the star modulated by its starspots. This period is

The top panel shows the STELLA WiFSIP light curve of GJ 1214 from 2012 to 2016. Blue data points denote measurements in the Johnson B filter, whereas green and red points indicate observations in the Johnson V and Cousin I filter, respectively. The bottom panel shows the evolution of the projected filling factor of spots from the best fitting spot model.

among the longest known rotation periods of an M dwarf and it's notoriously difficult to observe from the ground. The star rotates at most twice around its axis within an observing season. The STELLA data also show modulations of the light-curve amplitude over time, which is indicative of regrouping of starspots otherwise seen only in young stars. It points to the existence of an activity cycle, like on the Sun.

ESTRELLAS MASIVAS DE TIPO O Y B

NOT

Los perfiles de línea de los espectros ópticos de estrellas masivas de tipo O y B no se ensanchan únicamente debido a la rotación. La existencia de una fuente extra de ensanchamiento de líneas, habitualmente denominada macroturbulencia, se propuso hace más de 60 años, pero su origen físico lleva muchos años siendo una de las grandes preguntas sin resolver en el campo de las estrellas masivas. Aunque se ha demostrado que es muy improbable que haya una conexión con movimientos turbulentos a gran escala de material en la región de formación de líneas, se ha planteado un escenario alternativo —todavía sin confirmación empírica— que relaciona este ensanchamiento extra con el efecto de las oscilaciones estelares en los perfiles de línea.

Dentro del marco del proyecto IACOB se han obtenido espectros de alta resolución para ~400 estrellas galácticas OB con el fin de proporcionar nuevos indicios empíricos sobre las propiedades y origen físico del ensanchamiento de líneas espectrales por macroturbulencias en estrellas de tipo O y B. Gracias a un exhaustivo análisis espectroscópico cuantitativo de este excepcional conjunto de datos de espectroscopía se han podido presentar —por primera vez— pruebas empíricas de la existencia de no solo uno, sino de varios tipos e agentes ensanchadores no rotacionales que actúan en el entorno de las estrellas masivas. Aunque

MASSIVE O- AND B-TYPE STARS

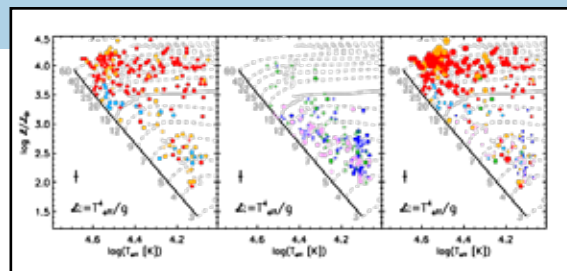
NOT

Line profiles in the optical spectra of massive O- and B-type stars are not only broadened by rotation. The existence of an extra source of line broadening, commonly quoted as macroturbulence, was proposed more than 60 years ago; however, its physical origin has remained as one of the big open questions in the field of massive stars during many years. While its connection with large-scale turbulent motions of material in the line-formation region has been proven to be highly improbable, an alternative scenario – still to be empirically confirmed – relates this extra-broadening to the effect of stellar oscillations on the line profiles.

Aiming at providing new empirical clues about the properties and physical origin of macroturbulent spectral line broadening in O- and B-type stars, high resolution spectra for ~400 Galactic OB stars have been obtained in the framework of the IACOB project. A thorough quantitative spectroscopic analysis of this unique spectroscopic dataset has made it possible to present – for the first time – empirical evidence of the existence of not only one, but various types of non-rotational broadening agents acting in the realm of massive stars. Even though all these additional sources of line-broadening could be quoted and quantified as a macroturbulent broadening from a practical point of

view, their physical origin is likely different. Contrarily to the early- to late-B dwarfs and giants, which present a mixture of cases in terms of line-profile shape, the whole O-type and B supergiant domain (or, roughly speaking, stars with MZAMS σ 15 M_{\odot}) is fully dominated by stars with a remarkable non-rotational broadening component and very similar profiles. This observational dataset has already become an invaluable source of empirical information to evaluate the pulsational (or any other) scenario aimed at explaining the existence of sources of non-rotational broadening in massive stars.

Ubicación de ~400 estrellas galácticas OB en el diagrama espectroscópico Hertzsprung-Russel, separadas por sus propiedades de ensanchamiento de línea. (Izquierda) Estrellas con perfiles de línea dominados por ensanchamiento debido a macroturbulencias. (Centro) Estrellas en las que la forma de los perfiles de línea está dominada por la rotación, pero donde también se detecta la contribución de otros tipos de ensanchamiento no rotacionales. (Derecha) Ambas muestras se representan juntas, siendo el tamaño de los símbolos proporcional a la cantidad de ensanchamiento no rotacional detectado en los perfiles de línea. Los colores indican grupos de estrellas con perfiles de línea con una forma global similar.



Location of ~400 Galactic OB stars in the spectroscopic Hertzsprung-Russel diagram separated by line-broadening properties. (Left) Stars with line-profiles dominated by macroturbulent broadening. (Middle) Stars where the shape of the line-profiles is dominated by rotation but still other types of non-rotational broadening contributions to the line-profile are detected. (Right) Both samples are depicted together with the size of the symbols being proportional to the amount of non-rotational broadening detected in the line-profiles. Colours indicates groups of stars with line-profiles having a similar global shape.

view, their physical origin is likely different. Contrarily to the early- to late-B dwarfs and giants, which present a mixture of cases in terms of line-profile shape, the whole O-type and B supergiant domain (or, roughly speaking, stars with MZAMS σ 15 M_{\odot}) is fully dominated by stars with a remarkable non-rotational broadening component and very similar profiles. This observational dataset has already become an invaluable source of empirical information to evaluate the pulsational (or any other) scenario aimed at explaining the existence of sources of non-rotational broadening in massive stars.

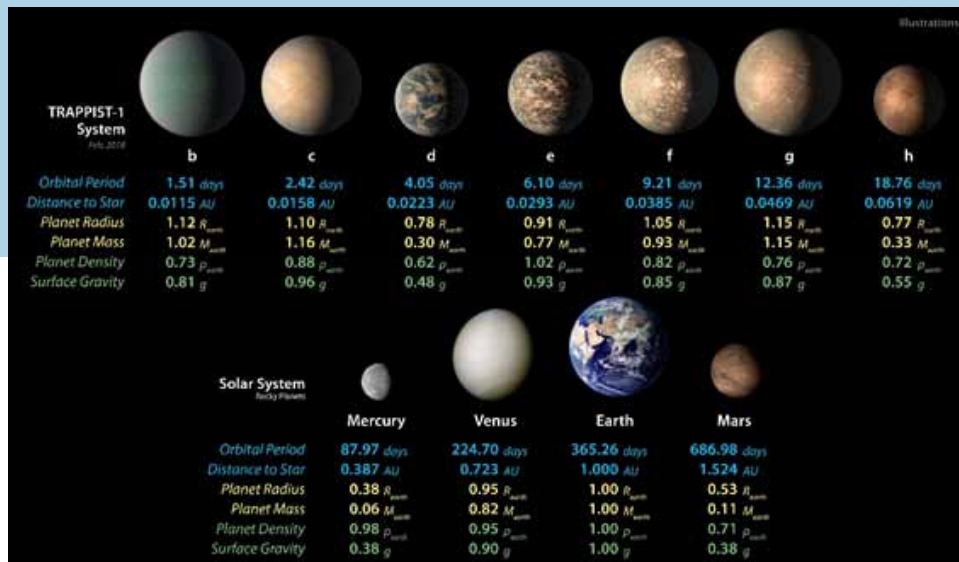
DESCUBRIMIENTO DE PLANETAS DEL TAMAÑO DE LA TIERRA

Telescopio Liverpool

El telescopio ha contribuido al descubrimiento del sistema de siete exoplanetas del tamaño de la Tierra alrededor de la enana roja TRAPPIST-1. Estudios anteriores de este sistema habían mostrado la existencia de algunos planetas alrededor de la estrella, pero la caracterización completa del mismo no estaba clara. Para solucionarlo, se puso en marcha una campaña de monitorización con el telescopio espacial "Spitzer" de la NASA. El objetivo era realizar un seguimiento continuo a fin de captar todos los tránsitos posibles de estos exoplanetas de periodo corto. Como no era posible realizarlo solo con el Spitzer, sus datos se complementaron con una monitorización fotométrica desde telescopios terrestres.

Los telescopios robóticos son idóneos para proporcionar la planificación flexible que requiere

una tarea de esta clase, así que después del propio telescopio TRAPPIST, el telescopio Liverpool fue el segundo mayor contribuidor terrestre a la campaña. El resultado fue una curva de luz fotométrica combinada de más de 23 días que identificó inequívocamente los tránsitos de siete planetas distintos. Cuentan con masas que van de 0,41 a 1,34 veces la de la Tierra, y radios entre 0,76 y 1,13 veces el radio terrestre; al menos tres de ellos están en la «zona habitable», donde la temperatura de la superficie permite la presencia de agua líquida. Eso hace que sean candidatos de primera para la búsqueda de vida extrasolar. Este descubrimiento ha dado pie a una ingente cantidad de actividades destinadas a seguir caracterizando la estrella anfitriona e investigar las atmósferas de estos planetas usando la técnica de espectroscopía de transmisión. En el telescopio Liverpool se sigue trabajando para refinar todavía más los parámetros físicos de estos planetas mediante fotometría de tránsitos en periodos más prolongados.



Parámetros de los siete planetas TRAPPIST-1 comparados con los planetas rocosos del Sistema Solar.
Créditos: NASA/JPL-Caltech.

Parameters of the seven TRAPPIST-1 planets compared to the rocky Solar System planets.
Credit: NASA/JPL-Caltech.

THE LT CONTRIBUTES TO THE DISCOVERY OF EARTH SIZED PLANETS

Liverpool Telescope

The telescope has contributed to the discovery of the system of seven Earth-sized exoplanets around the red dwarf star TRAPPIST-1. Earlier studies of the TRAPPIST-1 system showed the existence of some planets around the star, but the complete characterisation of the system was not clear. To resolve this a monitoring campaign with NASA's Spitzer Space Telescope was initiated. The aim was for continuous monitoring in order to catch every possible transit from the short period exoplanets. Continuous coverage was not possible with Spitzer alone, and so these data were supplemented by photometric monitoring from ground based telescopes.

The flexible scheduling required for such a task is straightforward for a robotic telescope, and so after the TRAPPIST telescope itself, the Liverpool Telescope was the second biggest ground-based contributor to the campaign. The result was a combined photometric lightcurve over 23 days long, which clearly identifies transits from seven distinct planets. These planets range between 0.41-1.34 Earth masses and 0.76-1.13 Earth radii, with at least three of them in the 'habitable zone', where the surface temperature may allow for the presence of liquid water. This makes them prime candidates in the search for extrasolar life. This discovery has spurred a huge amount of follow-up activity aimed at further characterising the host star and investigating the atmospheres of these planets through the technique of transmission spectroscopy. Work continues with the Liverpool Telescope to further refine the physical parameters of the planets through longer term transit photometry.

M31: Imagen de prueba de la galaxia M31 durante la puesta en marcha del GOTO. Pone de manifiesto el gran campo de visión de cada cámara de cada uno de los telescopios de la unidad de la matriz GOTO. Cada telescopio cubre $2,8 \times 2,3$ grados y se genera una imagen en un detector CCD de 50 megapíxeles. La huella instantánea de la instalación se escala linealmente con la cantidad de telescopios. El compuesto de color se construyó para una secuencia de exposiciones de 120 s usando filtros R / G / B.

M31: Early commissioning data of M31 as imaged on one of the unit telescopes of the GOTO array to highlight the large field of view of each camera. Each telescope covers 2.8×2.3 degrees and is imaged onto a 50Mpixel CCD detector. The instantaneous footprint of the facility scales linearly with the number of telescopes. The colour composite was constructed for a sequence of 120s exposures using R/G/B filters.

Imagen obtenida con el Astrógrafo Sky Treasure Chest de la Unidad de Comunicación y Cultura Científica (UC3), instalado en el Observatorio del Teide (OT) y dedicado a la obtención de imágenes de gran campo con fines divulgativos. Se trata de un mosaico formado por 3x5 teselas de la región central de la constelación de Orión obtenida con los filtros Ha(rojo), G(verde) y B(azul), con un total de 83 horas de exposición y cubriendo más de 25x15 grados. (Daniel López/IAC)

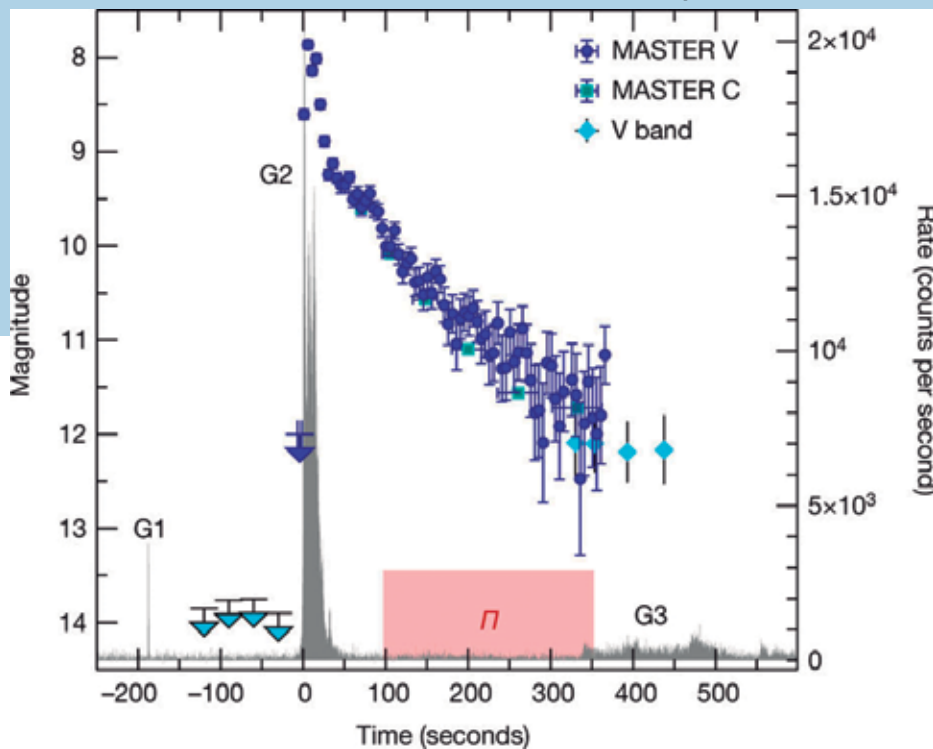
Composite image obtained with the Sky Treasure Chest Astrograph of the IAC's Unit for Scientific and Cultural Communication at the Teide Observatory. This instrument is use to obtain wide field images for use in outreach. This is a mosaic made up of 3x5 tiles of the Orion Constellation's central region through the H alpha (red), G(green) & B(blue) filters. It required 83 hours of exposure and covers more than 25x15 degrees. (Daniel López/IAC)

DESTELLO DE LUZ VISIBLE DE LA GRB 160625B MASTER-IAC

Durante el rápido destello de luz visible de la GRB 160625B se ha observado una polarización lineal significativa y variable. Los agujeros negros recién formados de masa estelar lanzan flujos colimados (chorros) de materia ionizada a velocidades cercanas a la de la luz. Estos chorros generan destellos rápidos, breves e intensos de rayos γ , conocidos como destellos de rayos gamma (GRB, por sus siglas en inglés), seguidos por una radiación de fosforescencia más larga que se detecta a lo ancho del espectro electromagnético. Medir la polarización de la radiación de las GRB observadas proporciona una forma directa de investigar los campos magnéticos en los chorros colimados. Las observaciones polarimétricas de respuesta rápida

de estallidos recientemente descubiertos realizadas con el telescopio MASTER han permitido el estudio de la fase inicial de fosforescencia. Éstas han demostrado que, minutos tras la finalización de la emisión rápida, el grado de polarización lineal puede ser de hasta un 30 %; lo que es congruente con la idea de que un campo magnético estable y globalmente ordenado permea el chorro a grandes

Fig. 1: Las curvas de las emisiones rápidas de rayos gamma y luz visible de la GRB 160625B. La curva de luz de rayos γ (negra; 10–250 keV) está compuesta por tres episodios principales: un precursor breve (G1), un estallido principal brillante (G2) y una cola más duradera y tenue (G3). Para poder establecer una comparativa, se han superpuesto los datos ópticos de los telescopios de la red MASTER y de otras 19 instalaciones terrestres. Las barras de error representan 1σ ; los límites superiores son de 3σ . El recuadro rojo marca el intervalo de tiempo durante el que se realizaron las mediciones polarimétricas.



Dentro de la muestra de casi 2000 estallidos detectados por el Fermi GBM, solo otros seis eventos han tenido una duración comparable. La mayoría de las GRB finalizan antes de que empiecen las observaciones polarimétricas.

Fig. 1: Prompt γ -ray and optical light curves of GRB 160625B. The γ -ray light curve (black; 10–250 keV) consists of three main episodes: a short precursor (G1), a bright main burst (G2), and a fainter and longer-lasting tail (G3). Optical data from the MASTER Net telescopes and other 19 ground-based facilities are overlaid for comparison. Error bars represent 1σ ; upper limits are 3σ . The red box marks the time interval over which polarimetric measurements were taken. Within the sample of nearly 2,000 bursts detected by the Fermi GBM, only six other events have a comparable duration. Most GRBs end before the start of polarimetric observations.

THE GRB 160625B OPTICAL FLASH MASTER-IAC

Significant and variable linear polarization has been observed during the prompt optical flash of GRB 160625B. Newly formed black holes of stellar mass launch collimated outflows (jets) of ionized matter that approach the speed of light. These outflows power prompt, brief and intense flashes of γ -rays known as γ -ray bursts (GRBs), followed by longer-lived afterglow radiation that is detected across the electromagnetic spectrum. Measuring the polarization of the observed GRB radiation provides a direct probe of the magnetic fields in the collimated jets. Rapid-response MASTER polarimetric observations of newly discovered bursts have been used to probe

the initial afterglow phase. These have revealed that, minutes after the prompt emission has ended, the degree of linear polarization can be as high as 30 percent, which is consistent with the idea that a stable, globally ordered magnetic field permeates the jet at large distances from the central source. By contrast, optical and γ -ray observations during the prompt phase have led to discordant and often controversial results and no definitive conclusions

distancias de la fuente central. Por el contrario, las observaciones de luz visible y rayos gamma durante la fase rápida han dado resultados discordantes y a menudo controvertidos. No se ha llegado a ninguna conclusión definitiva sobre el origen de esta radiación rápida o de la configuración del campo magnético. Una polarización lineal variable significativa ($8,3 \pm 0,8\%$ con respecto nuestra simulación más conservadora) de un destello rápido de luz óptica que acompañó a la extremadamente energética y

de larga duración emisión rápida de rayos gamma de la GRB 160625B fue observado. Las mediciones obtenidas analiza la estructura del campo magnético en una fase temprana del chorro, cerca de su agujero negro central, y muestran que esa fase rápida se produce debido a la radiación de sincrotrón de enfriamiento rápido en un campo magnético de gran escala adveccionado por el agujero negro y distorsionado por los procesos de disipación dentro del chorro.

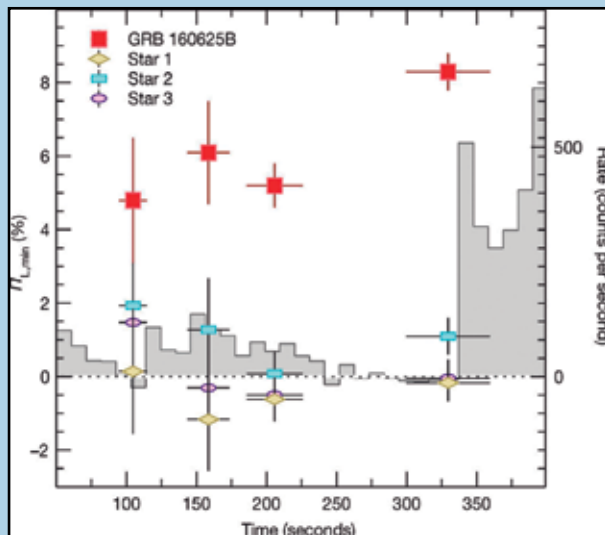


Fig. 2: Evolución temporal de la polarización óptica de la GRB. La polarización mínima ($P_L, \text{mín.}$), medida en cuatro marcos temporales diferentes (cuadros rojos), permanece considerablemente constante a lo largo de las tres primeras exposiciones, para luego aumentar un 60 % durante la cuarta (y última) observación. Al mismo tiempo, el evidente incremento en las tasas de recuento de rayos gamma (área sombreada en gris; marcos temporales de 5 segundos) indica el inicio del tercer episodio de emisión rápida (G3 en la imagen 1). La forma espectral y la rauda variabilidad temporal observada durante G3 son típicas de las emisiones rápidas de una GRB. A fin de comparar, las mediciones polarimétricas simultáneas de las tres estrellas más brillantes del campo de visión del MASTER-IAC están incluidas. Las barras de error representan 1σ .

have been reached regarding the origin of the prompt radiation or the configuration of the magnetic field. A substantial (8.3 ± 0.8 per cent from our most conservative simulation), variable linear polarization of a prompt optical flash that accompanied the extremely energetic and long-lived prompt γ -ray emission from GRB 160625B has been observed. The measurements obtained probe the structure of the magnetic field at an early stage of the jet, closer to its central black hole, and show that the prompt phase is produced via fast-cooling synchrotron radiation in a large-scale magnetic field that is advected from the black hole and distorted by dissipation processes within the jet.

Fig. 2: Temporal evolution of GRB optical polarization. The minimum polarization (P_L, min), measured in four different temporal bins (red squares), remains fairly constant over the first three exposures, then increases by 60% during the fourth (and last) observation. At the same time, an evident increase in the γ -ray count rates (grey shaded area; 5-second time bins) marks the onset of the third episode of prompt emission (G3 in Fig. 1). The spectral shape and fast temporal variability observed during G3 are typical of a GRB's prompt emission. For comparison, simultaneous polarimetric measurements of the three brightest stars in the MASTER-IAC field of view are included. Error bars represent 1σ .



EXPERIMENTOS, NUEVOS TELESCOPIOS Y MEJORAS

| | | |
|---|----|---|
| EXPERIMENTO QUIJOTE | 33 | THE QUIJOTE EXPERIMENT |
| GRAN TELESCOPIO CANARIAS NEFER | 34 | NEFER GRAN TELESCOPIO CANARIAS NEFER |
| GRAN TELESCOPIO CANARIAS MEGARA | 35 | GRAN TELESCOPIO CANARIAS MEGARA |
| Hertzsprung SONG | 36 | Hertzsprung SONG |
| OBSERVATORIO DE LAS CUMBRES LCOGTN | 37 | LAS CUMBRES OBSERVATORY LCOGTN |
| EL TELESCOPIO SOLAR EUROPEO OBSERVAR EL SOL COMO NUNCA ANTES | 38 | THE EUROPEAN SOLAR TELESCOPE OBSERVING THE SUN LIKE NEVER BEFORE |
| LARGE SIZE TELESCOPE & CHERENKOV TELESCOPE ARRAY | 40 | LARGE SIZE TELESCOPE & CHERENKOV TELESCOPE ARRAY |
| MASCARA | 41 | MASCARA |
| TELESCOPIO MERCATOR | 42 | MERCATOR TELESCOPE |
| Observatorios OpenScience: PIRATE & COAST | 43 | OpenScience Observatories: PIRATE & COAST |
| TNG | 44 | TNG |
| TELESCOPIO WILLIAM HERSCHEL | 45 | WILLIAM HERSCHEL TELESCOPE |
| TORRE DEL TELESCOPIO AL VACIO LARS | 46 | VACUUM TOWER TELESCOPE LARS |
| LT2 - NUEVO TELESCOPIO ROBÓTICO | 47 | LT2 NEW ROBOTIC TELESCOPE |
| TELESCOPIO SOLAR SUECO | 48 | SWEDISH SOLAR TELESCOPE |
| TELESCOPIO CARLOS SÁNCHEZ MuSCAT2 | 49 | CARLOS SANCHEZ TELESCOPE MuSCAT2 |
| GOTO | 50 | GOTO |
| EL AMOS-CI | 52 | THE AMOS-CI |
| STELLA | 54 | STELLA |

EXPERIMENTS, NEW TELESCOPES AND IMPROVEMENTS

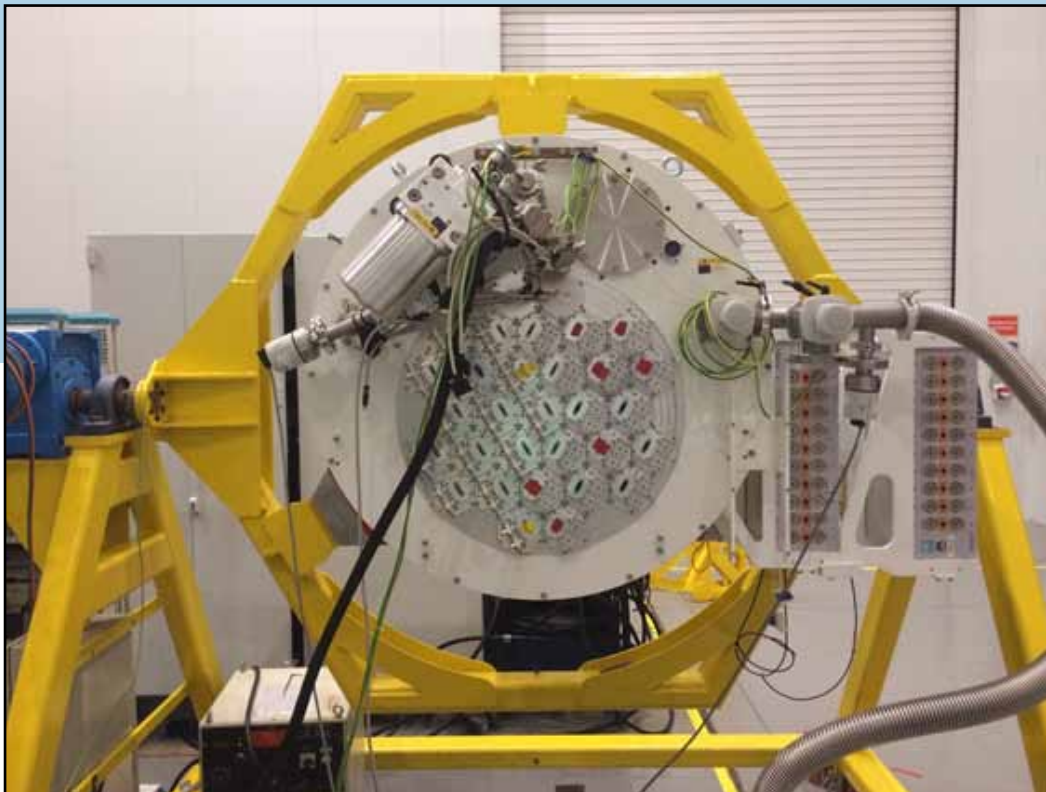


Experimento QUIJOTE

El proyecto QUIJOTE consiste en una colaboración internacional liderada por el IAC (ver la Tabla de la página 6 para la lista de participantes) cuyo principal objetivo científico es la caracterización en el rango de microondas (10-40 GHz), tanto en intensidad como en polarización, de la radiación del Fondo Cósmico de Microondas (FCM), y de la emisión de contaminantes Galácticos. Este tipo de estudios permitirá restringir, o eventualmente detectar, la señal de modos B en la polarización del FCM resultante del periodo inflacionario del Universo temprano. La información que proporcionará QUIJOTE sobre

la polarización de los contaminantes Galácticos en bajas frecuencias (principalmente radiación sincrotrón) será esencial para corregir los datos de otros experimentos que buscarán esta señal primigenia. La integración del segundo instrumento, TGI (Instrumento de 30 GHz), y la construcción del tercer instrumento, FGI Instrumento de 40 GHz), comenzaron en 2016, culminando en 2017 con la integración final de 14 píxeles del TGI y de 15 píxeles del FGI en el mismo plano focal, y compartiendo el mismo criostato.

Vista exterior del criostato del experimento TGI/FGI de QUIJOTE. Se ven las salidas de 29 píxeles (14 píxeles del TGI a 30 GHz y 15 píxeles del FGI a 40 GHz).



THE QUIJOTE EXPERIMENT

QUIJOTE is an international joint project (see table on page 6) to characterise in the microwave range (10-40 GHz), and in intensity and in polarisation, the Cosmic Microwave Background (CMB) radiation, and the emission from Galactic contaminants. This would eventually make it possible to set constraints on the B-mode signal in the CMB polarisation being left by the inflationary period of the primordial Universe. The information of the low-frequency Galactic contaminants (mainly synchrotron emission) that it can provide will be key to correct the data of other experiments that are searching this primordial signal. The integration of the QUIJOTE second instrument,

Outside view of the QUIJOTE TGI/FGI cryostat, showing the outputs of the 29 pixels (14 TGI pixels at 30 GHz, and 15 FGI pixels at 40 GHz).

TGI (30 GHz Instrument), and the manufacturing of the third instrument, FGI (40 GHz Instrument), started in 2016, and have been completed in 2017 with the final integration of 14 TGI and 15 FGI pixels on the same focal plane, and sharing the same cryostat.

GRAN TELESCOPIO CANARIAS NEFER

El nuevo módulo de alta resolución NEFER (Nuevo Espectrómetro Fabry-Perot de Extrema Resolución), integrado en el espectrógrafo OSIRIS, realizó sus observaciones de «primera luz» en diciembre. Se trata de un instrumento que produce mapas bidimensionales de intensidad y velocidad de objetos astronómicos, diseñado sobre todo para observar la emisión del medio interestelar en nuestra galaxia y en galaxias externas. Está basado en un interferómetro Fabry-Perot, una técnica óptica bien conocida que ya se ha usado con anterioridad en la espectroscopía astronómica, pero su instalación en el GTC abre nuevas e interesantes perspectivas para la comunidad científica.

El módulo es fruto de una colaboración dirigida por astrónomos del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM) con contribuciones del Laboratoire d'Astrophysique de Marseille (LAM), Francia, y el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). NEFER recibió tiempo técnico entre el 11 y el 15 de diciembre para incorporar sus componentes ópticos y electrónicos en OSIRIS, el instrumento con mayor demanda del GTC. Esta parte del programa tuvo éxito, y la dirección del GTC decidió conceder al NEFER un breve tiempo para observar

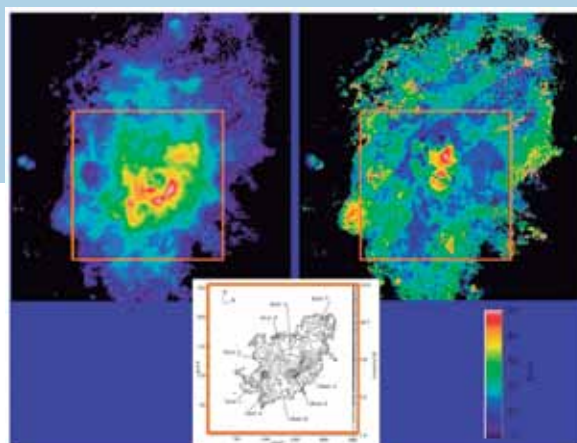
GRAN TELESCOPIO CANARIAS NEFER

The new high-resolution module NEFER (Nuevo Espectrómetro Fabry-Perot de Extrema Resolución), which is integrated into the OSIRIS Spectrograph, had its "first light" observations in December. NEFER is an instrument which produces two-dimensional maps in intensity and velocity of astronomical objects, designed principally to observe the emission from the interstellar medium in our Galaxy and in external galaxies. It is based on a Fabry-Perot interferometer, a well-known optical technique, which has been used previously in astronomical spectroscopy, but its installation on the GTC opens new and interesting perspectives for the scientific community.

The module is the result of a collaboration led by astronomers from the Institute of Astronomy of the National Autonomous University of México (IA-UNAM), with contributions from the Laboratoire d'Astrophysique de Marseille (LAM), France, and the Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Between December 11th and 15th NEFER was awarded technical time to incorporate its optical and electronic components into OSIRIS, the most-demanded instrument on the GTC. This part of the programme

el cielo (véase la Figura). No se puede considerar todavía que el NEFER esté plenamente operativo, pero tras un período de observaciones de prueba durante 2018, la intención es que esté disponible para propuestas de observaciones astronómicas generales.

Primeros datos observacionales del nuevo módulo NEFER en el GTC. Arriba, izquierda: Imagen integrada en la emisión de hidrógeno interestelar ionizado que rodea NGC 604, un cúmulo de jóvenes estrellas masivas en la galaxia M33 del Grupo Local. Arriba, derecha: Un mapa de la estructura de velocidad del gas en NGC 604 del mismo «cubo de datos». La barra de color indica las velocidades en el mapa en km/s. Panel inferior: Mapa de contorno de la velocidad de emisión del hidrógeno tomado de un artículo anterior sobre NGC 604. El recuadro rojo en los tres paneles indica el tamaño del campo en el panel inferior. Ésta figuras ponen de manifiesto que NEFER obtiene una exposición mucho más profunda, una que revela la estructura exterior de NGC 604, también mostrada en el mapa de velocidad.



First observational data from the new NEFER module on the GTC. Upper left: Integrated image in emission by ionized interstellar hydrogen surrounding NGC 604, a cluster of massive young stars in Local Group galaxy M33. Upper right: a map of the velocity structure of the gas in NGC 604 from the same "data cube". The colour bar below the figure gives the velocities in the map in km/s. Lower panel: a contour map of hydrogen emission velocity taken from a previous paper on NGC 604. The red square in all three panels is the size of the field in the lower panel. As these figures show, NEFER produces a much deeper exposure - exposing the outer structure of NGC 604, which will also be revealed in the velocity map.

was successful, and the GTC management decided to give NEFER a short time to observe the sky (see the Figure). NEFER cannot yet be considered fully operational, but after a period of trial observations during 2018 the intention is to make it available for observing proposals for general astronomical observations.

GRAN TELESCOPIO CANARIAS MEGARA

El instrumento MEGARA (Multi-Espectrógrafo en GTC de Alta Resolución para Astronomía) se instaló en el Foco Cassegrain doblado F del GTC y se puso a punto a lo largo del pasado verano, estando disponible para la comunidad de usuarios del telescopio a partir de septiembre de 2018.

Se trata de una unidad de campo integral (IFU) y un espectrógrafo multiobjeto (MOS) en el óptico con una resolución espectral intermedia. La IFU de MEGARA está compuesta por un haz de fibras ópticas con un núcleo de 100µm que cubren 12,5 x 11,3 segundos de arco en el cielo, con una resolución espacial de

Fig. 1: Imagen de primera luz con MEGARA, tomada el 24 de junio de 2017. Se trata de una exposición de 10 s de la estrella estándar de magnitud 10, BD+33 2642, que se encuentra rodeada por una nebulosa planetaria (que aparece en rojo en la imagen).

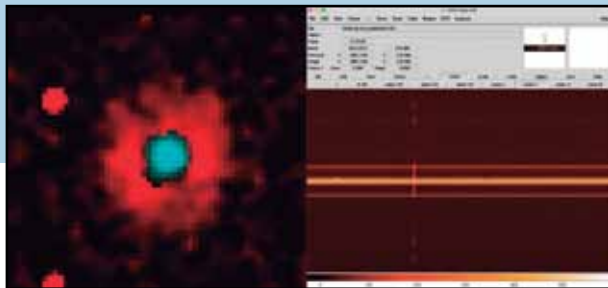


Fig. 1: First-light image with MEGARA taken on July 24th, 2017. It is a 10 s exposure on the 10th magnitude standard star BD+33 2642, that is surrounded by a planetary nebula (red colour in the image).

GRAN TELESCOPIO CANARIAS MEGARA

The MEGARA instrument (Multi-Espectrógrafo en GTC de Alta Resolución para Astronomía) has been installed at the GTC's Folded Cassegrain F focal station, and commissioned during the summer. It will be offered to the GTC user's community starting on September 2018.

It is an optical integral-field unit (IFU) and multi-object spectrograph (MOS) providing intermediate spectral resolution. The MEGARA IFU consists of a bundle of 100µm-core optical fibres covering 12.5 arcsec x 11.3 arcsec in the sky with a spatial sampling of 0.62 arcsec. The MEGARA MOS mode allows observation

of up to 92 astronomical targets in a region of 3.5 arcmin x 3.5 arcmin around the IFU bundle. Eight additional bundles are available for sky measurement during the observation with the IFU. Both IFU and MOS capabilities provide intermediate-to-high spectral resolutions ($R \sim 5,500$, 12,000 and 20,000 for LR, MR and HR modes, respectively). With the inclusion of optical 2D spectroscopy at intermediate resolutions, MEGARA further increases the observing capabilities and competitiveness of the GTC.

Fig. 2: Arriba: Imagen 2D reconstruida a partir de los espectros reunidos por la IFU de MEGARA en la nebulosa protoplanetaria M1-92 (cada color representa una estructura de ionización diferente). Abajo: Perfiles P-Cygni en los arcos de choque de M1-92.

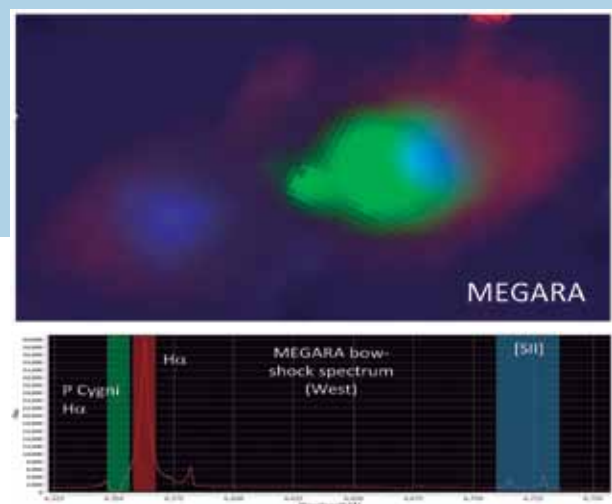


Fig. 2: Top: 2D image reconstruction of the IFU spectra collected by MEGARA LCB of the pre-Planetary Nebula M1-92 (different colours represent different ionisation structures). Bottom: P-Cygni profiles in the bow-shocks of M1-92.

of up to 92 astronomical targets in a region of 3.5 arcmin x 3.5 arcmin around the IFU bundle. Eight additional bundles are available for sky measurement during the observation with the IFU. Both IFU and MOS capabilities provide intermediate-to-high spectral resolutions ($R \sim 5,500$, 12,000 and 20,000 for LR, MR and HR modes, respectively). With the inclusion of optical 2D spectroscopy at intermediate resolutions, MEGARA further increases the observing capabilities and competitiveness of the GTC.

Hertzprung SONG

Durante 2017, SONG ha estado operando ininterrumpidamente, manteniendo la alta eficiencia de las observaciones del año anterior. Se han producido desarrollos muy significativos en la programación totalmente automatizada y robótica, y durante el período de asignación de tiempo SONG P06 casi todas las observaciones se han llevado a cabo en modo totalmente automático. El software de programación (“Conductor”) toma como prioridad de entrada los programas científicos aprobados y evaluados por el Comité de Asignación de Tiempo (TAC). Las prioridades también tienen en cuenta parámetros adicionales tales como la frecuencia de observación deseada, la visibilidad del objeto, etc. Este cambio de modo operativo ocasionó un menor esfuerzo directo del personal de soporte del telescopio y ha proporcionado un muestreo más regular de los objetos estelares que precisaban de observaciones de baja cadencia (por ejemplo, una observación por semana).

Fig. 1: Ciclo de trabajo del tiempo de observación con Hertzprung SONG Telescope durante 2017. La eficiencia del sistema de observación robótica a la vista del bajo índice de pérdida de tiempo de observación debido a causas instrumentales (6.5% durante el año).

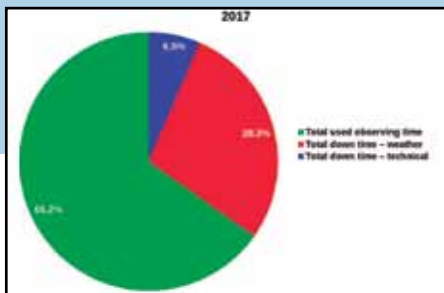


Fig 1: Duty Cycle of the observing time with Hertzprung SONG Telescope at Observatorio del Teide. The efficiency of the robotic observation system is clear in the low index of observation time loss due to instrumental causes (6.5% throughout the year).

Hertzprung SONG

During 2017 SONG has been operating in a very stable mode and maintaining the high efficiency of observations from the past year. A significant amount of development into fully automated scheduling has taken place – and during the SONG time-allocation period P06 nearly all observations have been carried out in fully automated mode. The scheduling software takes as input priorities of the scientific programs returned from the Time Allocation Committee – based on this prioritized list of objects are generated. The priorities take also into account additional parameters such as the desired observing frequency, object visibility, etc. This change of operational mode has resulted in a significantly lower demand on the human schedulers for the night time observations and provided a more regular sampling for objects which need low-cadence observations (e.g. one observation per week).

Además de la mejora en la robotización de las observaciones, 2017 también vio la instalación de un canal de fibra óptica adosado a una montura azimutal solar para permitir a SONG llevar a cabo observaciones espectroscópicas de alta precisión del sol. Dicha montura se instaló en el edificio SolarLab-II (“Cielo Nocturno”) cerca del telescopio SONG (ver Figura 2) y actualmente se está ejecutando, en modo totalmente automático, medidas complementarias de la TSI. (Total Solar Irradiance) que se puede ver en (<http://vivaldi.ll.iac.es/OOCC/solar-song-pyrheliometer/>). Las observaciones diurnas con el espectrógrafo SONG se llevan a cabo sistemáticamente varias veces al día para un programa sinóptico a largo plazo y durante el verano de 2018 el sistema se actualizará para permitir observaciones de alta cadencia a lo largo de todo el día (unos 10.000 espectros por día) para permitir programas de Helioseismología.

Fig. 2: Configuración actual de la montura azimutal solar robótica que alimenta por medio de una sistema de fibra óptica con luz solar el espectrógrafo SONG (parte posterior). Un zoom de la montura azimutal permite ver claramente el ensamblaje de la fibra (derecha), el pirheliómetro y el sistema activo de guiado (izquierda). Este proyecto, llamado “Solar-SONG” está financiado por el programa Severo Ochoa en el IAC.



Fig 2.: Current setup of the automated solar tracker feeding solar light into the SONG spectrograph (back) by means of a fibre-optic system. A zoom of the azimuthal mount allows to clearly see the fibre assembling (right), the pyrhelometer and the active guiding (right). This project, so-called “Solar-SONG” is funded by the Severo Ochoa program at the IAC.

Aside from the improved scheduling, 2017 also saw the installation of a dedicated fibre-channel to allow SONG to carry out high-precision spectroscopic observations of the Sun. A dedicated tracker has been installed at SolarLab -II (“Cielo Nocturno”) close to SONG telescope (see Figure 2) and it is currently running in a fully automated mode and tracks the Sun every day and providing an additional by-product, the TSI (Total Solar Irradiance) that can be seen at (<http://vivaldi.ll.iac.es/OOCC/>). Day-time observations with the SONG spectrograph are carried out systematically a few times a day for a long-term synoptic program and during 2018 the system will be upgraded to allow high-cadence time-series observations with up to 10,000 exposures per day for doing helioseismology.

OBSERVATORIO DE LAS CUMBRES LCOGTN

El Observatorio de Las Cumbres está operando dos telescopios de 40 centímetros en el Observatorio del Teide como parte de su red global de 21 telescopios robóticos destinados a la investigación y la enseñanza. Durante el año se concedió tiempo a 50 proyectos en la subred de 40 centímetros que incluye a los telescopios de Tenerife. Cuarenta de ellos se destinaron a la investigación científica; los diez restantes formaban parte de programas

formativos a gran escala. Estos programas llevaron a cabo un total de 96.000 observaciones en los dos telescopios durante el año. En ese mismo periodo, la red LCO dio origen a 51 artículos en publicaciones científicas arbitradas y 121 anuncios breves. Se está trabajando para obtener financiación que permita en un futuro próximo instalar dos telescopios de 1 metro en el observatorio.



LAS CUMBRES OBSERVATORY LCOGTN

Las Cumbres Observatory is operating two 40-centimeter aperture telescopes at Teide Observatory as part of its global network of 21 robotic telescopes for research and education. During the year, 50 projects were granted time on the 40-centimeter subnetwork that includes the telescopes on Tenerife. Forty of these were for scientific research and ten were to support

large-scale educational programs. These projects carried out 96,000 separate observations on the two telescopes at this site during this year. Fifty-one papers in peer-reviewed scientific journals and 121 brief announcements appeared during this period from the LCO network. Work is under way to secure funding that would allow the installation of two 1-meter telescopes at the site in the near future.

EL TELESCOPIO SOLAR EUROPEO

Observar el Sol como nunca antes

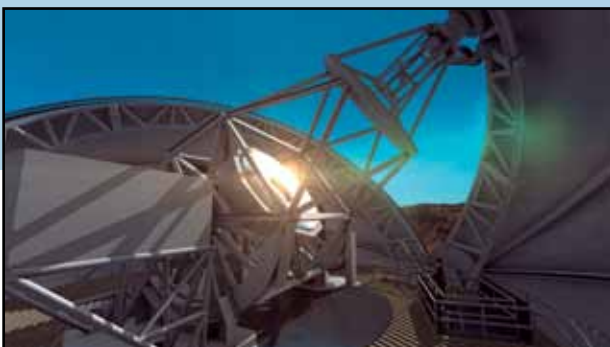
EST será el mayor telescopio solar jamás construido en Europa. Con un espejo primario de 4 metros y la más moderna tecnología, proporcionará a los astrónomos una herramienta única para entender el sol y cómo éste determina las condiciones meteorológicas del espacio.

El principal objetivo de EST es investigar la estructura, dinámica y energía de la baja atmósfera solar, donde los campos magnéticos interactúan continuamente con el plasma, y la energía magnética se libera ocasionalmente en forma de poderosas explosiones. Esto requiere observar procesos fundamentales a pequeña escala – menos de 30 kilómetros en la superficie solar. Para ello, EST está equipado con un espejo de 4 metros, sistemas de óptica adaptativa avanzada, y un conjunto de instrumentos especializados en observaciones de alta sensibilidad y espectropolarimetría de múltiple longitud de onda. EST se utilizará para desentrañar el funcionamiento de la atmósfera solar con un detalle



sin precedentes y resolver preguntas abiertas como ¿cuál es la estructura y evolución de los campos magnéticos solares, incluyendo las manchas? ¿Cómo emergen los campos magnéticos a través de la superficie solar? ¿Qué genera la dinámica y el calentamiento de la cromosfera? ¿Cuáles son los mecanismos que desencadenan las erupciones solares? ¿Cómo funciona el acoplamiento magnético de la atmósfera solar?

EST supone un importante reto tecnológico en áreas críticas como control térmico, óptica adaptativa e instrumentación. Por tanto los miembros del consorcio están desarrollando soluciones innovadoras, en estrecha colaboración con la industria europea. La construcción de EST ofrece una oportunidad única en términos de desarrollo tecnológico, así como la posibilidad de crear contratos industriales para mejorar la competencia europea en el diseño y fabricación de estructuras mecánicas, elementos ópticos de gran formato, detectores de alta velocidad, instrumentación científica de precisión o sistemas de gestión de datos.



The EUROPEAN SOLAR TELESCOPE

Observing the Sun like never before

EST will be the largest solar telescope ever built in Europe. With a 4-metre primary mirror and state-of-the-art technology, it will furnish astronomers with a unique tool to understand the Sun and how it determines space weather conditions

The main goal of EST is to investigate the structure, dynamics, and energetics of the lower solar atmosphere, where magnetic fields continually interact with plasma, and magnetic energy is sometimes released in powerful explosions. This requires observing fundamental processes at their intrinsic scales - less than 30 kilometres on the solar surface. To that end, EST is equipped with a 4-metre mirror, advanced adaptive optics, and a suite of innovative instruments for high-sensitivity, multi-wavelength spectropolarimetric observations.

EST will be used to peer into the workings of the solar atmosphere with unprecedented detail and solve long-standing questions such as: the structure and evolution of solar magnetic fields, including sunspots; the emergence of magnetic fields through the solar surface; the dynamics and heating of the chromosphere; the trigger mechanism of flares; the magnetic coupling of the solar atmosphere.

EST represents a formidable technological challenge in many critical areas such as thermal control, adaptive optics, and instrumentation. The partners are developing innovative solutions in close collaboration with European industry. The construction of EST offers a unique opportunity for technological developments and industrial contracts to enhance European expertise in the design and fabrication of mechanical structures, large-format optical elements, high-speed detectors, precision scientific instrumentation or data management systems.

Tras la inclusión del EST en la hoja de ruta ESFRI y la asignación de fondos del Gobierno Autonómico de Canarias, su Fase Preparatoria comenzó formalmente con el inicio del proyecto europeo (H2020).

“Preparatory Phase for the construcción of EST” (PRE-EST). El objetivo principal de PRE-EST es el de facilitar al consorcio internacional y a las agencias financiadoras un plan detallado para la puesta en marcha de EST. Esto les permitirá tomar decisiones para abordar aspectos estratégicos y técnicos, así como definir de forma clara y precisa la estimación de costes y riesgos, entre otros aspectos clave. Además, PRE-EST dará lugar a un diseño detallado de EST y de los elementos clave del proyecto al nivel requerido de definición y validación.

Después de un minucioso análisis, la Junta Directiva del EST ha decidido unánimemente que la forma legal más apropiada para el proyecto es un Consorcio Europeo de Investigación (ERIC) con base en España. Como resultado de ello, el Ministerio español de Economía, Industria y Competitividad iniciará el proceso de negociaciones con las correspondientes agencias financiadoras de los socios de EST.

EST supone una inversión de unos 200 M€. Su fase de construcción se espera que comience en 2021 y que dure 6 años. Se estima una vida útil de 30 años con un coste de operación anual de 12 M€.



After the inclusion of EST on the ESFRI roadmap and the award of funds from the Canarian Regional Government, its Preparatory Phase formally started on April 1, 2017 with the beginning of the EU project (H2020) “Preparatory Phase for the construcción of EST” (PRE-EST). The principal objective of PRE-EST is to provide both, the international consortium and the national funding agencies, with a detailed plan for the implementation of the EST. This will allow them to make decisions, to address strategic and technical issues, as well as to clearly define and precise cost estimates and risks, among other critical aspects. Moreover, PRE-EST will lead the detailed design of EST and key project elements to the required level of definition and validation.

After a detailed analysis, the EST Board decided unánimemente that the most appropriate legal figure for the project is a European Research Infrastructure Consortium (ERIC) located in Spain. As a result of this, the Spanish Ministry of Economy, Competitiveness and Industry will initiate the ERIC negotiations process with the corresponding governmental authorities of the EST partners.

EST represents an investment of about 200 M€ euros. Its construction phase is expected to start in 2021 and last 6 years. Its useful life is estimated in 30 years with an annual operation cost of 12 M€.

LARGE SIZE TELESCOPE & CHERENKOV TELESCOPE ARRAY

La colaboración del “Large Size Telescope” (LST, Telescopio de Gran Tamaño) está construyendo el primero de los cuatro LSTs que formarán parte de la instalación norte del “Cherenkov Telescope Array” (CTA, Red de Telescopios Cherenkov). Habrá telescopios de CTA con espejos de tres tamaños distintos. Los LSTs tendrán los mayores: 23 metros de diámetro. El objetivo del LST es mejorar la sensibilidad para la detección de rayos gamma por debajo de 200-300 GeV y reducir el umbral de

detección hasta 20-30 GeV. Con estas mejoras, el LST podrá observar Núcleos Activos de Galaxia hasta $z=3$, Gamma Ray Bursts hasta $z=6$, así como púlsares y fenómenos transitorios en general.

La obra civil y la preparación de la zona de instalación del primer LST (llamado LST1) finalizaron a principios de 2017. La construcción de la montura mecánica alta-acimutal que sujetará el reflector y la cámara del telescopio empezó en primavera. Se trata de



LARGE SIZE TELESCOPE & CHERENKOV TELESCOPE ARRAY

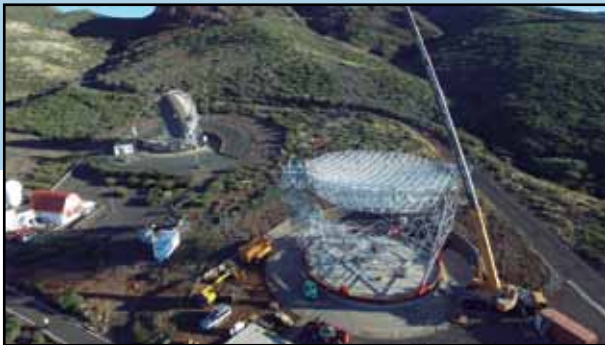
The Large Size Telescope (LST) collaboration is building the first of the four LSTs that will be part of the northern installation of the Cherenkov Telescope Array (CTA). CTA consists of three types of telescopes, with the LST being the largest in diameter: 23 meter. The purpose of the LST is to enhance the sensitivity for the detection of gamma rays below 200-300GeV and to lower the effective

threshold down to 20-30GeV. The science case of LST is the observation of high redshift AGNs up to $z = 3$, GRBs up to $z = 6$, and pulsars and galactic transients.

Civil works and general site conditioning for the first LST (dubbed LST1) were completed at the beginning of 2017. Construction of the mechanical alt-azimuth

una estructura tubular ultraligera (120 toneladas) hecha de acero, aluminio y en gran parte fibra de carbono. A finales de 2017 el sistema de giro en acimut y la subestructura estaban montadas. El disco sobre el que se apoya el espejo se colocó sobre la subestructura en diciembre. El resto de la mecánica, el espejo teselado de 400 m² equipado con control activo y la cámara de 2000 fotomultiplicadores y 4.5 grados de campo de visión se instalarán a lo largo de 2018.

Figs. 1 + 2: Alzado del disco que soporta el espejo sobre la subestructura. El soporte del espejo es una malla espacial de tres capas formada con tubos de fibra carbono diseñados a medida. La subestructura es otra malla espacial de tubos de acero que permite girar el telescopio en acimut mediante seis carretones corriendo sobre un raíl. Una grúa de 200 toneladas de capacidad levantó el disco a una altura de 18 metros sobre el suelo y lo colocó sobre la subestructura en un proceso que sólo duró cuatro horas.



Figs. 1 + 2: Lifting of the mirror support structure on top of the lower structure. The mirror support structure is a 3-layer space frame made of carbon-fiber custom-made tubes. The lower structure is made of steel tubes and rotates in azimuth thanks to six-wheel bogies running on a rail. The dish was lifted 18 meters above the ground and secured using a 200-ton crane. The whole operation only took four hours.

structure holding the reflector and camera of the telescope started in the spring. It is an ultralight 120-ton tubular structure made of steel, aluminum and mostly carbon fiber. By the end of the year the undercarriage and lower structure were complete. The mirror support was raised on top of the lower structure in December. The remaining mechanics, the tessellated 400 m² reflector equipped with active mirror control, and the 2000 photomultiplier 4.5 deg field of view camera will be installed in 2018.

MASCARA

MASCARA, el Multi-site All-Sky CAmeRA, es un pequeño instrumento que consiste en cinco cámaras de campo amplio que rastrean casi todo el cielo de La Palma en búsqueda de exoplanetas en tránsito. Ha estado en funcionamiento desde principios de 2015 y obtiene imágenes cada 6 segundos, resultando en aproximadamente medio terabyte de datos brutos por noche que se analizan automáticamente en el mismo emplazamiento.

En 2017, se descubrieron los primeros dos sistemas en tránsito similares a Júpiter: MASCARA-1b y MASCARA-2b, que están entre los sistemas de tránsito más brillantes hasta la fecha. Pertenecen a la aún pequeña población de planetas alrededor de las estrellas tipo "A" y por tanto son objetivos ideales para el seguimiento atmosférico.



MASCARA

MASCARA, the Multi-site All-Sky CAmeRA, is a small instrument consisting of five wide-field cameras monitoring the near-entire La Palma sky to search for transiting exoplanets. It has been operational since early 2015 and takes images every 6 seconds - about half a terabyte of raw data per night which are automatically analysed on site.

In 2017, the first two transiting hot Jupiter systems have been discovered - MASCARA-1b and MASCARA-2b, among the brightest transiting systems up to date. They belong to the yet small population of planets around A-stars and are ideal targets for atmospheric follow-up.

TELESCOPIO MERCATOR

Durante este año el espectrógrafo HERMES ha seguido siendo su instrumento principal. Sin prácticamente parones técnicos, un excelente rendimiento y una eficiente línea de reducción de datos, los observadores salen de la montaña con espectros reducidos de alta resolución de calidad científica. Por ese motivo el telescopio proporciona una infraestructura idónea para realizar observaciones de seguimiento inspiradas por las series temporales de luz blanca proporcionadas por misiones espaciales como Kepler. De hecho, una de las misiones científicas del telescopio es sacar partido a la sinergia entre los datos obtenidos en misiones espaciales y las observaciones de seguimiento realizadas desde la Tierra.

Se ha complementado el sistema de control telescópico (TCS) completamente nuevo que fue instalado en 2016 con la renovación de los motores de la cúpula y también se acopló el control de la misma al nuevo TCS, completando así su mejora.



MERCATOR TELESCOPE

The HERMES spectrograph continues to be the telescope's workhorse instrument. With virtually no technical downtime, excellent throughput and an efficient data reduction pipeline, the observers leave the mountain with science graded reduced high-resolution spectra. Therefore, the telescope provides an ideal infrastructure for follow-up observations that are inspired by the white-light timeseries provided by space missions such as Kepler. In fact, one of this telescope's science missions is the exploitation of the synergy between the data obtained by space missions and ground-based follow-up observations.

The completely new telescope control system (TCS) installed in 2016 has now been complemented by refurbishing the dome motors and coupling the dome control to the TCS, thereby finalising the TCS upgrade.

Mediante la síntesis de prácticas de última generación en ingeniería del conocimiento, ingeniería de sistemas e ingeniería de software, ha sido posible solventar una serie de problemas fundamentales de las prácticas actuales en el diseño de sistemas de control telescópico, aportando con ello datos de diseño más aprovechables en diferentes áreas de las disciplinas y tecnologías de la ingeniería.

Hay información detallada disponible en <http://fys.kuleuven.be/ster/pub/pub#PhD>

Otro gran proyecto fue la realuminización de los espejos del telescopio, llevada a cabo en octubre en las instalaciones del ING. Gracias al nuevo recubrimiento se ha incrementado la eficiencia, obteniendo mayores niveles de esta con regularidad en comparación con los registrados en el calculador de tiempo de exposición. El espectrógrafo HERMES está equipado con un medidor de exposición para que el observador pueda monitorizar durante la integración si se ha alcanzado la señal/ruido deseada y, en caso necesario, cambiar el tiempo de exposición en consecuencia.

La sala de control del telescopio Mercator. A la izquierda, la pantalla táctil que el observador usa para iniciar el telescopio, abrir/cerrar la cubierta y abrir/cerrar la cúpula mediante los PLC.

The telescope control room of the Mercator telescope. On the left, the touch screen used by the observer to initialise the telescope, open/close the cover and open/close the dome via the PLCs.

By synthesizing state-of-the-art practices in knowledge engineering, systems engineering, and software engineering it has been possible to address some fundamental problems of current practices in telescope control system design, thereby making design knowledge more reusable across the boundaries of engineering disciplines and technologies.

More detailed information can be found at <http://fys.kuleuven.be/ster/pub/pub#PhD>

Another major undertaking was the realuminsation in October of the telescope's mirrors at the ING facilities. Thanks to the new coating, the efficiency was boosted and higher efficiencies are regularly obtained than those that are coded into the exposure time calculator. The HERMES spectrograph is equipped with an exposure meter, so the observer can monitor during integration if the desired S/N is reached and can eventually change the exposure time accordingly.

Observatorios OpenScience: PIRATE Y COAST

Los Observatorios OpenScience representan el área de Astronomía de la iniciativa OpenSTEM Labs, que ganó el Times Higher Education Leadership & Management Award 2017 en la categoría de Innovación digital destacada del año. Los dos telescopios en el Observatorio del Teide, PIRATE y

COAST, han operado de forma autónoma y continua a lo largo de todo el año. La inauguración oficial en julio se emitió en directo a los estudiantes de la Open University, y conectando a un pequeño equipo en el observatorio con el Director del IAC en su oficina en La Laguna y el público reunido en el campus de Walton Hall de la Open University, entre el que se encontraban su Vicerrector y el alcalde de Milton Keynes.

Las autoridades académicas y locales de Milton Keynes se conectaron mediante una transmisión en directo con el personal en el Observatorio del Teide y el Director del IAC en su oficina de La Laguna.



Academic and local authorities in Milton Keynes were joined by live streaming with the staff at the Teide Observatory and the IAC Director in his office in La Laguna.



OpenScience Observatories: PIRATE & COAST

The OpenScience Observatories represent the Astronomy wing of the OpenSTEM Labs initiative, which won the Times Higher Education Leadership & Management Awards 2017 in the category of Outstanding Digital Innovation of the Year. The 2 telescopes at the Teide Observatory, PIRATE and COAST, have achieved continuous

autonomous operations throughout the year. The official inauguration in July was live-streamed to Open University students and connected a small team at the Observatory, the IAC Director in his office in La Laguna, and an audience at the Open University's Walton Hall campus, including the OU Vice Chancellor and the mayor of Milton Keynes.

TNG

Los dos instrumentos principales del Telescopio son GIANO-B y HARPS-N y éstos se han combinado en una nueva configuración, GIARPS, para permitir su uso simultáneo. Esto se ha logrado mediante la inserción de un dichroico en el camino óptico. Este elemento especial es capaz de dividir la luz entrante en un haz de luz visible y otro de luz infrarroja, alimentando así a los dos espectrógrafos. La primera luz se logró el 13 de marzo.

Este modo de observación que ofrece el TNG es el único en el mundo capaz de obtener mediciones de velocidad radial de alta precisión contemporáneas de 0,38 a 2,4 micrones. Con ellas es mucho más sencillo separar las variaciones debidas a la actividad estelar (una señal considerablemente menor en el infrarrojo cercano que en la luz visible) del movimiento kepleriano de un planeta (misma amplitud en todas las longitudes de onda). Este criterio se aplicó a

Fig. 1: La primera luz de GIARPS. Los espectros GIANO-B y HARPS-N de HIP 029216 se lograron simultáneamente y aparecieron en el gran monitor. La tubería en línea proporcionó el espectro combinado y reducido en la pantalla del portátil.



Fig. 1: The first light of GIARPS. The GIANO-B and HARPS-N spectra of HIP 029216 were achieved simultaneously and they appeared on the large monitor. The on-line pipeline provided the combined, reduced spectrum on the laptop screen.

TNG

GIANO-B and HARPS-N are the two major instruments available on the Telescope and these have now been combined in a new configuration, GIARPS, allowing their simultaneous use. This has been possible thanks to the insertion of a dichroic along the optical path. Such a special element is able to divide the incoming light into visible and infrared beams, feeding the two spectrographs. The first light was achieved on March 13th.

This observing mode offered by the TNG is a unique worldwide facility that can obtain high precision, contemporary radial-velocity measurements from 0.38 to 2.4 micron. This will make it much easier to disentangle variations due to the stellar activity (significantly lower signal in the near infrared than in the visible) from the Keplerian motion of a planet (same amplitude at all wavelengths). This criterion was applied to spectra obtained separately with

espectros obtenidos por separado con GIANO y HARPS-N para resolver el rompecabezas que planteaban las variaciones de velocidad radial de la estrella gigante K0 TYC 4282-605-1. Dentro de poco GIARPS nos permitirá hacerlo con un solo clic de ratón.

Las capacidades de GIARPS no se limitan al campo de los exoplanetas. Su gran rango espectral abre nuevos horizontes en el estudio de atmósferas estelares al medir todo el conjunto de diversos elementos y especies. GIARPS también puede estudiar los discos circumstelares alrededor de estrellas jóvenes, primero derivando los parámetros estelares y de acreción, y luego construyendo las propiedades de las regiones internas y de los vientos y chorros asociados. No es de extrañar que la configuración GIARPS haya sido el instrumento más solicitado en la convocatoria 2018A.

Fig. 2: La curva de velocidad radial de TYC 4282-605-1 según se obtiene de los espectros GIANO (círculos rojos) y HARPS-N (círculos azules). El mejor ajuste orbital se traza como una línea negra sólida. El panel superior muestra la curva doblada. El panel inferior muestra la curva de velocidad radial original y los residuos del ajuste kepleriano.

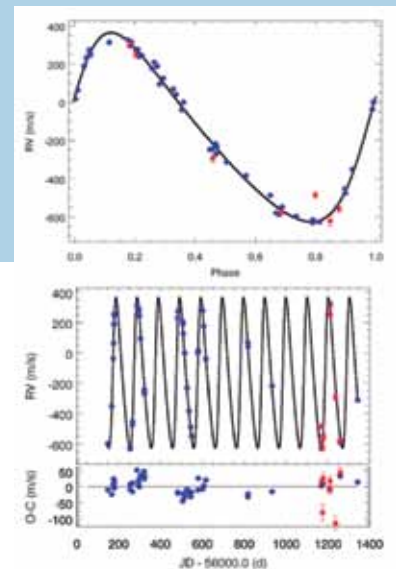


Fig. 2: The radial velocity curve of TYC 4282-605-1 as obtained from GIANO (red circles) and HARPS-N (blue circles) spectra. The best orbital fit is plotted as a solid black line.

The top panel shows the folded curve. The bottom panel shows the original radial-velocity curve and the residuals of the Keplerian fit.

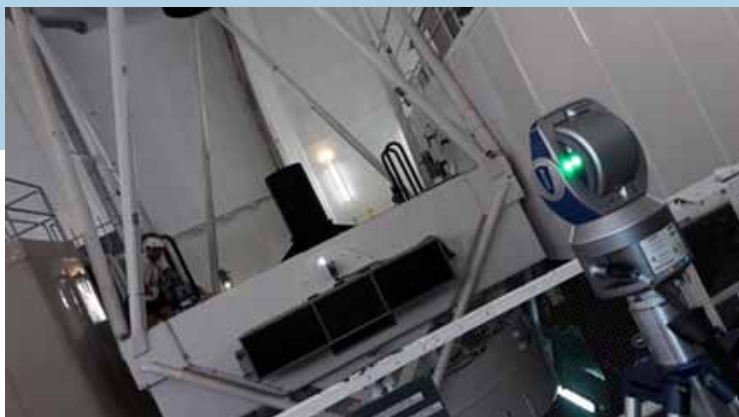
GIANO and HARPS-N to solve the puzzle of the radial velocity variations of the K0 giant star TYC 4282-605-1. Soon GIARPS will allow us to do it with just a single mouse click.

The GIARPS capabilities are not limited to the exoplanetary field. The very broad spectral range opens up new horizons to the study of stellar atmospheres by measuring the full set of several elements and species. GIARPS can also probe the circumstellar discs around young stars, firstly deriving the stellar and accretion parameters and then constraining the properties of the inner regions and the associated winds and jets. It is not surprising that the GIARPS configuration has been the most requested instrument in the 2018A call.

TELESCOPIO WILLIAM HERSCHEL

Dado que los telescopios astronómicos apuntan a elevaciones diferentes, la calidad de la imagen depende de una buena alineación entre los ejes ópticos del espejo primario y las ópticas secundarias (espejo secundario o corrector del foco principal). La estructura Serrurier de la mayoría de telescopios modernos contribuye a mantener la alineación garantizando que la flexión debida a la gravedad sea similar en los extremos superior e inferior del tubo del telescopio. Pero la araña y su estructura asociada, que sostienen las ópticas secundarias, también pueden flexionarse y producir un desalineamiento óptico.

Se ha construido una nueva estructura en la parte superior del Telescopio para acoger el corrector óptico de dos grados del foco primario, el rotador del instrumento y el posicionador de fibra WEAVE. Se ha desarrollado un nuevo sistema para verificar, mucho antes de que los componentes ópticos finales estén disponibles, que la flexión de la nueva estructura se mantenga dentro de los márgenes de tolerancia admitidos. Se trata de una aplicación de la tecnología de interferometría láser. Tras equipar



la estructura con pesos para simular la masa y forma de los componentes de WEAVE, se monta un interferómetro láser cerca del espejo primario, en el «cubo M1». Este medirá la distancia absoluta y ángulo de apuntado a un número de objetivos SMR (siglas en inglés para los “retroreflectores montados en soporte esférico”). La precisión de distancia típica es de 30 micras. El método desarrollado para este telescopio posibilita medir la flexión de la araña sin la influencia de la flexión de la estructura Serrurier del telescopio. Requiere instalar objetivos SMR en la unidad central que albergará el corrector, así como en el anillo superior de la estructura del telescopio (el «anillo fijo» del WHT). El software del interferómetro láser proporciona entonces el desplazamiento tridimensional relativo de la estructura central con respecto al sistema de coordenadas vinculado al anillo fijo. Hemos demostrado la solidez del método proporcionando una repetitividad con una precisión que supera las 20 micras.

El láser de interferometría del ING preparado para su instalación en el cubo M1 del telescopio, que se puede ver al fondo. El interferómetro láser mide las distancias a los reflectores, que han sido colocados sobre la estructura del telescopio, de manera que se consigue una precisión de unas 20 micras. Este sistema proporciona un método exacto para medir la flexión al cambiar la elevación del telescopio.

ING's laser tracker on its stand ready to be mounted on WHT's primary cube, seen behind. The laser tracker measures the distances to SMR's (spherically mounted retroreflectors) placed on the telescope structure, with accuracies of about 20 micron. It provides an accurate method to measure flexure as the telescope moves in elevation.

WILLIAM HERSCHEL TELESCOPE

As astronomical telescopes point to different elevations, image quality relies on a good alignment between the optical axes of primary mirror and secondary optics (secondary mirror, or prime-focus corrector). The Serrurier truss structure of most modern telescopes contributes to maintaining alignment, by ensuring that flexure under gravity is similar on both the top and bottom sides of the telescope tube. However, the spider and associated structure that holds secondary optics can also suffer from flexure and lead to optical misalignment.

At the WHT, a new top-end structure has been built to hold the 2-degree prime-focus corrector, the instrument rotator and the WEAVE fibre positioner. A new system has been devised to verify, well before the final optical components are available, that flexure of the new structure is kept within tolerances. The system is an application of laser-tracker technology.

After equipping the top-end structure with dummy weights replicating the mass and shape of the WEAVE components, a laser tracker is mounted near the primary mirror, on the 'M1 cube'. The laser tracker will measure the absolute distance and pointing angle to a number of SMR targets (spherically mounted retroreflectors). Typical distance accuracies are 30 micron. The method developed for the Telescope has made it possible to measure the flexure of the spider structure without being influenced by the flexure of the Serrurier truss structure of the telescope. It entails setting SMR targets on the central unit that will hold the corrector, as well as on the top-ring of the telescope structure (the WHT 'fixed ring'). The laser-tracker software then provides the 3D relative displacement of the central structure with respect to the coordinate system attached to the fixed ring. We have demonstrated that the method is robust, providing repeatability better than 20 micron.

TORRE DEL TELESCOPIO AL VACIO & LARS

El espectrógrafo láser de referencia absoluta (LARS, por sus siglas en inglés) instalado en este telescopio (véase Figura 1) es un instrumento único que permite realizar mediciones de alta precisión de movimientos y velocidades en la atmósfera solar. La calibración de las longitudes de onda del espectro solar con un peine de frecuencias láser (véase Figura 2), unida a una cuidadosa sustracción de todos los movimientos sistemáticos, permite al LARS obtener efectos Doppler de líneas espectrales con una precisión sin precedentes de 1 m/s.

El LARS se ha usado para investigar la convección solar, que se manifiesta en forma de granulación e intergranulación en la superficie del Sol, a partir de varias líneas espectrales formadas en la fotosfera

solar. Se refinaron velocidades absolutas de varios cientos de metros por segundo, así como las asimetrías «en forma de C» de las líneas. La calidad espectral superó en una magnitud o más la de estudios anteriores. El escaneo sistemático del centro del disco solar en dirección al limbo arrojó como resultado una variación significativa del desplazamiento al azul convectivo, con un aumento característico de éste al salir del centro del disco hacia ángulos heliocéntricos mayores (véase imagen 3). Este mayor desplazamiento al azul es más acusado en el meridiano —con menos actividad magnética— que en el ecuador del Sol, lo que podría indicar que los campos magnéticos suprimen la convección.

Fig. 1: Ópticas del LARS, con su logotipo y un espectro a baja dispersión del peine de frecuencias láser.

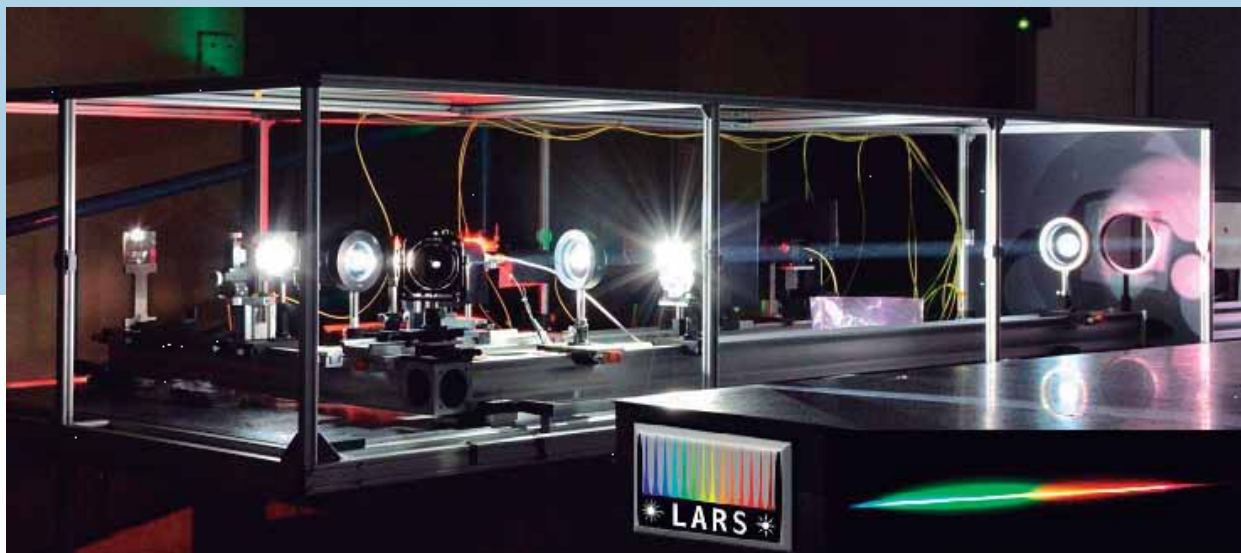


Fig. 1: LARS optics, with logo and laser frequency comb spectrum at low dispersion.

VACUUM TOWER TELESCOPE – LARS

The Laser Absolute Reference Spectrograph (LARS) installed at this telescope (see Figure 1) is a unique instrument which allows high-precision measurements of motions and velocities in the solar atmosphere. The wavelength calibration of the solar spectrum with a laser frequency comb (see Figure 2), together with a careful subtraction of all systematic motions, enables LARS to obtain Doppler shifts of spectral lines with an unprecedented accuracy of 1 m/s.

Using LARS, the solar convection, which manifests as granulation and intergranulation at the solar surface, was investigated with several spectral

lines formed in the solar photosphere. The absolute velocities of several hundred meters per second, as well as the “C-shaped” line asymmetries of the lines were refined. The spectral quality exceeded former studies by one magnitude or more. A systematical scanning from solar disk center toward the solar limb yielded a significant variation of the convective blueshift with a characteristic increase in blueshift when departing the disk center for larger heliocentric angles (see Figure 3). This increase in blueshift is more pronounced for the magnetically less active meridian than for the equator of the Sun, which could be an indication that convection is being suppressed by magnetic fields.

Fig. 2: Observaciones espectroscópicas con el LARS. El espectro de emisión del peine de frecuencias láser (en azul) hace la función de calibrador de longitudes de onda absolutas para el espectro solar (en rojo). El espectro solar de la región 6302 Å se observó en el Sol tranquilo al centro del disco. Las intensidades normalizadas se muestran en comparación con la longitud de onda del aire. Las líneas solares se representan en negro; las telúricas, en gris.

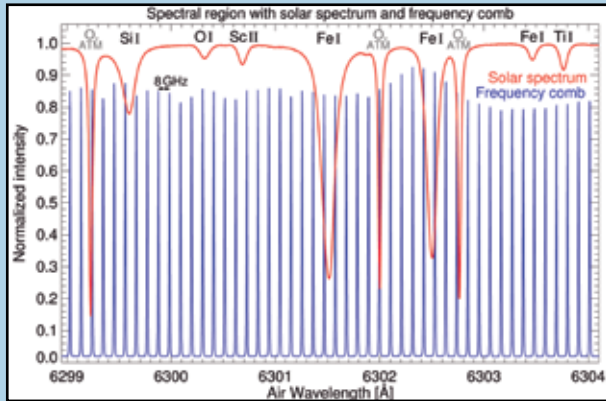


Fig. 2: Spectroscopic observations with LARS. The emission spectrum of the laser frequency comb (in blue) serves as an absolute wavelength calibrator for the solar spectrum (in red). The solar spectrum of the 6302 Å region was observed in the quiet Sun at the disk center. The normalized intensities are displayed against air wavelength. Solar lines are labelled in black, telluric lines in grey.

Fig. 3: Variación del centro al limbo del desplazamiento al azul convectivo del núcleo de la línea de Fe I 6301,5 Å. Los símbolos representan secuencias de observaciones individuales medidas a lo largo del meridiano y el ecuador del Sol. Las velocidades Doppler se muestran con respecto a las posiciones heliocéntricas desde el centro del disco ($\mu=1$) hacia el limbo solar. Las observaciones se compararon con las predicciones teóricas (curva discontinua gris).

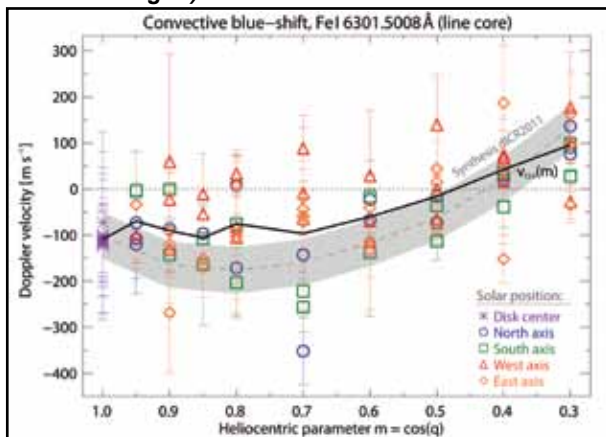
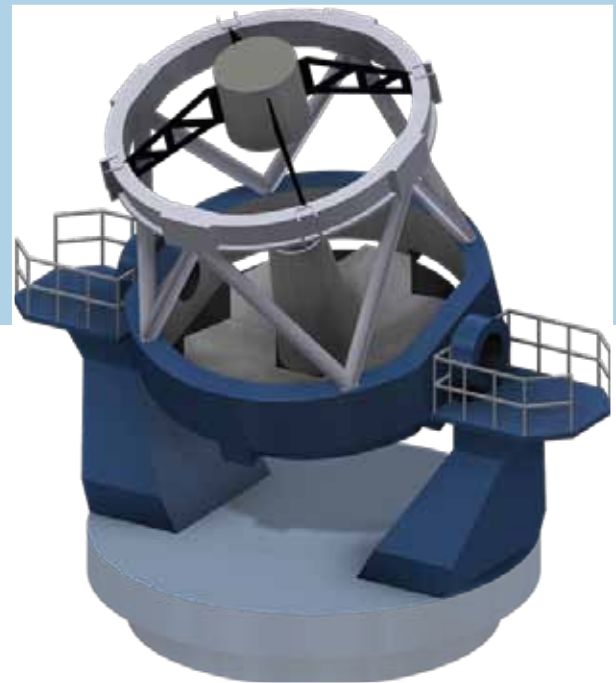


Fig. 3: Center-to-limb variation of the convective blueshift of the Fe I 6301.5 Å line core. The symbols represent single observation sequences measured along the solar meridian and equator. The Doppler velocities are displayed against the heliocentric positions from disk center ($\mu=1$) toward the solar limb. The observations were compared with the theoretical prediction (grey dashed curve).

LT2-NUEVO TELESCOPIO ROBÓTICO

Se han iniciado los trabajos de la segunda fase del proyecto del Nuevo Telescopio Robótico (LT2-NRT; véase imagen abajo). La propuesta consiste en un sucesor al actual Telescopio Liverpool de 2m con un nuevo y totalmente robótico telescopio de 4m, que también será instalado en el ORM. La primera luz está prevista para 2023. El Instituto Nacional de Investigación Astronómica de Tailandia firmó hace poco un convenio de asociación para participar en el proyecto junto con la Universidad John Moores de Liverpool y el IAC. Se ha contratado el personal que formará el núcleo de la oficina del proyecto tanto en Liverpool como en el IAC con el objetivo de pasar de los requisitos científicos y el diseño conceptual a las especificaciones detalladas a lo largo de los dos próximos años. Se espera firmar el acuerdo consorcial formal a finales de 2019.



LT2-NEW ROBOTIC TELESCOPE

The second phase of the New Robotic Telescope (NRT) project (see figure above) has now started. This is a proposed, 4-metre and fully robotic successor to the existing Liverpool Telescope, which will be sited at the ORM. The first light is projected for 2023. The National Astronomical Research Institute of Thailand recently signed an MoU to participate as a partner in the project alongside Liverpool John Moores University and the IAC. Staff have been recruited to form the core of the project office in both Liverpool and at the IAC, with the aim of moving from the science requirements and conceptual design to a detailed specification over the course of the next two years. It is intended that the formal consortium agreement will be signed at the end of 2019.

TELESCOPIO SOLAR SUECO

En Agosto de 2016 se instaló un nuevo espectrómetro para obtener imágenes de alta resolución en la parte azul del espectro, conocido por el acrónimo "CHROMIS". Sirve como complemento del espectrómetro CRISP para la parte roja del espectro y puede producir de manera continua datos en las líneas H y K del Ca II así como en H-beta con una resolución espacial sin precedentes hasta la fecha.

Como consecuencia del sorprendente nivel de detalle de estos datos, los investigadores se enfrentan a nuevos retos para poder interpretarlos correctamente. Entre los fenómenos que se estudian con este nuevo instrumento se encuentran la reconexión magnética rápida y la emergencia de flujo magnético.

Aquí se presentan varios ejemplos de los datos obtenidos, extraídos de dos publicaciones científicas.

Fig. 1: Observaciones de un estallido en el rango ultravioleta (centrado en la caja blanca) en la región activa AR12585 realizadas con CHROMIS. En ellas se muestra un plasmóide que indicaría la presencia de un modo rápido de reconexión magnética.

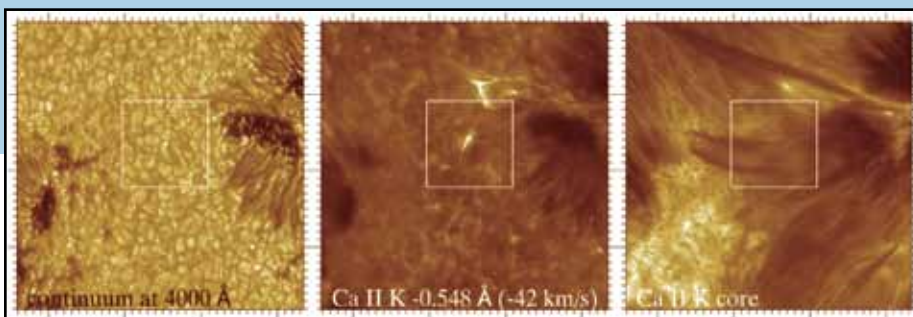


Fig. 1: CHROMIS observations of a UV burst (centered in the white box) in AR12585, with a plasmoid-like feature indicating the presence of a fast mode of magnetic reconnection.

SWEDISH SOLAR TELESCOPE

CHROMIS, which is a new high-resolution imaging spectrometer for the blue part of the spectrum, was installed in August 2016. Complementing its previously installed red counterpart CRISP, it can continuously produce data in the Ca II H & K and H-beta lines with unprecedented resolution.

These data present a stunning amount of detail, that is now challenging researchers who are working on their interpretation. Some of the phenomena studied with this new instrument are fast magnetic reconnection and flux emergence.

To illustrate the kind of data obtained a series of extracts from two figures published in two different papers.

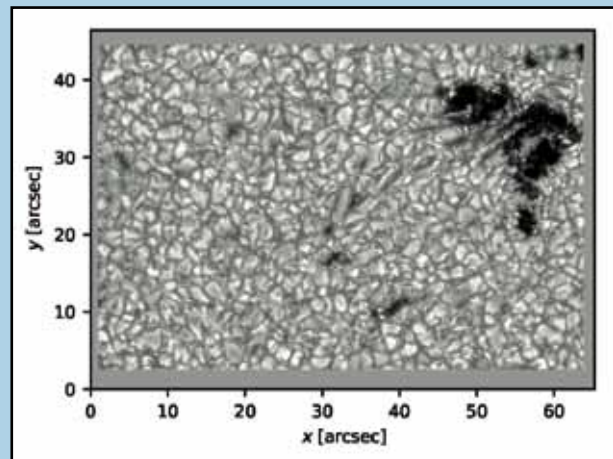
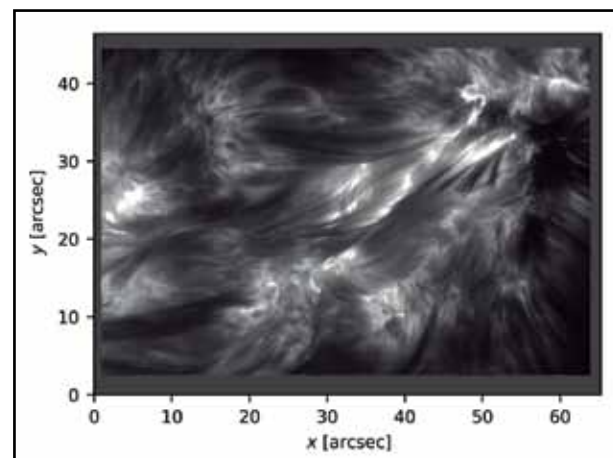


Fig. 2 y 3: Imágenes obtenidas con CHROMIS, en el núcleo de la línea K del Ca II y en el continuo próximo, de una sección de AR12593 que contiene poros grandes y pequeños. La imagen en el núcleo de Ca II K revela la presencia de chorros, bombas de Ellerman y estructuras complejas formadas por bucles que trazan el campo magnético que acaba de emerger a la atmósfera desde el interior solar.

Fig. 2 and 3: CHROMIS images in the Ca II K core and nearby continuum of a part of AR12593 with both large and small pores. The Ca II K core image shows jets, Ellerman bombs, and complex loop structures that outline the magnetic field that has newly emerged into the atmosphere from below the solar surface.



TELESCOPIO CARLOS SANCHEZ - MuSCAT2

Gracias a una colaboración entre el Astrobiology Center y la Universidad de Tokio con el IAC, el nuevo instrumento MuSCAT2 se instaló en agosto y se puso en marcha por completo en los últimos meses de 2017. Está disponible para fotometría simultánea en cuatro filtros diferentes, que cubren completamente las longitudes de onda en el óptico y la primera parte de la banda infrarroja cercana. Aunque 162 noches por año están reservadas para el grupo que ha desarrollado el instrumento, sí está disponible como un instrumento de uso común para las 203 noches restantes.

Fig. 1: El instrumento MuSCAT2 instalado en el Telescopio Carlos Sánchez.



Fig. 1: MuSCAT2 installed at the TCS.

CARLOS SANCHEZ TELESCOPE - MuSCAT2

Thanks to a collaboration between the Astrobiology Center and the University of Tokyo with the IAC the new instrument MuSCAT2 was installed in August and fully commissioned in the final months of 2017. It is available for simultaneous photometry in four different filters, which cover completely the optical wavelengths and the first part of the near infrared band. Although 162 nights per year are reserved for the developers' group, it is available as a common-user instrument for the remaining 203 nights.

MuSCAT2 is designed to be especially efficient for science related with transiting extrasolar planets and objects varying on short timescales. However, a field-of-view as large as 7.4'x7.4' of each of the four cameras and the simultaneous photometry make it an interesting instrument for many different science cases.

MuSCAT2 está diseñado para ser especialmente eficiente para la ciencia relacionada con el tránsito de planetas extrasolares y objetos que varían en escalas de tiempo cortas. Sin embargo, un campo de vista tan grande como 7.4' x 7.4' de cada una de las cuatro cámaras y la fotometría simultánea lo convierten en un instrumento interesante para muchos casos científicos diferentes.

Fig. 2: Ejemplo de la curva de luz del exoplaneta Wasp-12b que fue observado durante los trabajos de puesta a punto. Se ha detectado el tránsito en los 4 filtros. La fotometría ofrece una precisión de 629 ppm (g), 616 ppm (i) y 1166 ppm (z).

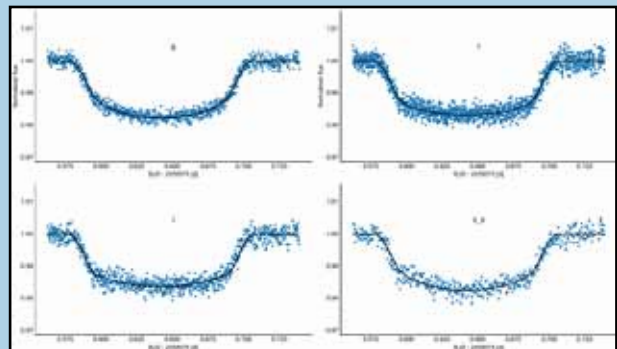


Fig. 2: Example of light curve of the exoplanet Wasp-12b, observed during commissioning. The transit is nicely detected in the four filters. The precision of the photometry reaches 629 ppm (g), 616 ppm (r), 834 ppm (i) and 1166 ppm (z).

Fig. 3: Poco después de instalar el MuSCAT2 en el telescopio se logró la primera luz, el 23 de agosto del 2017. Las imágenes contienen un campo de 7.4' x 7.4' alrededor del cúmulo globular M15.

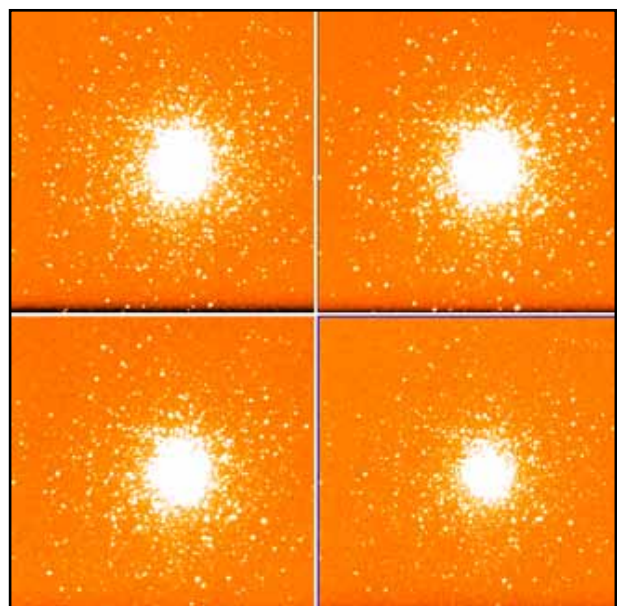


Fig. 3: First light of MuSCAT2 obtained soon after installing it at the telescope, on August 23, 2017. The images show a 7.4'x7.4 field around the galactic globular cluster M15.

GOTO

La Universidad de Warwick, en nombre de un consorcio internacional (más detalles en la página 6), dirige el proyecto GOTO (siglas en inglés para un instrumento que observa los eventos ópticos transientes asociados a ondas gravitatorias). Una vez instalados todas las unidades previstas será capaz de observar 75° cuadrados de cielo hasta la magnitud 20-21 cada 6 minutos. Eso permitirá escanear el hemisferio visible al completo aproximadamente cada 3 noches. Su principal razón de ser científica es encontrar candidatas a fuentes electromagnéticas de ondas gravitatorias. La planificación del GOTO empezó hace unos cinco años, al obtener la financiación inicial de la Alianza Warwick-Monash. Hace poco se ha producido la primera detección de la fusión de una estrella de neutrones, lo que cumple con creces las promesas de la astrofísica multimensajero. Aunque esto

reafirma la teoría de que los homólogos luminosos visibles están asociados con esta clase de eventos, siguen quedando numerosas incertidumbres, por lo que cabe esperar una considerable diversidad en los próximos sucesos. Cuando se diseñó el GOTO, el rango de predicciones teóricas sobre las propiedades de las fuentes electromagnéticas era muy amplio, lo que supuso un reto a la hora de optimizar el diseño del instrumento. Uno de los requisitos clave era poder cartografiar el cielo frecuentemente a una escala de píxeles que permitiera fotometría cercana al brillo del cielo, ya que se esperaba que los homólogos fueran de corta duración y que, al mismo tiempo no estuvieran bien localizados a través de ondas gravitatorias.

La ceremonia de inauguración del GOTO, celebrada en el ORM el 3 de julio de 2017. A partir de esa fecha, el GOTO empezó a llevar a cabo observaciones con cuatro telescopios operativos.



GOTO

The Gravitational wave Optical Transient Observer (GOTO), is a project led by the University of Warwick on behalf of an international consortium (see page 6 for details). When fully deployed, it will be capable of capturing 75 square degrees of sky to 20-21st magnitude every 6 minutes. This will allow it to scan the entire visible hemisphere every 3 nights or so. Its main science driver is to find candidate electromagnetic sources of gravitational wave events. Planning for GOTO actually started some 5 years ago when seed funding was obtained from the Warwick-Monash Alliance initiative. The first detection of a neutron star merger has recently detected, which more than delivered on the promises of multi-messenger astrophysics. While this event supported the case that luminous optical counterparts are associated with such events, plenty of uncertainties

The GOTO Inauguration Ceremony held at the ORM on 3rd July 2017. After this date GOTO started commissioning observations with 4 telescopes in operation.

remain, therefore significant diversity in future events is to be expected. When GOTO was designed, the range of theoretical predictions for the properties of electromagnetic sources was broad, providing a challenge when trying to optimize the instrument design. The ability to frequently survey the sky with a pixel scale allowing photometry near the sky brightness was a key requirement, as counterparts were expected to be short-lived, yet at the same time only poorly localised via gravitational waves.

GOTO was designed as a multi-widefield telescope system (similar in concept to SuperWASP) using 0.4m “fast beam” unit telescopes on a shared heavy-duty mount. What made this concept possible was the

El GOTO se diseñó para ser un sistema de telescopios múltiples de campo ancho (un concepto similar al SuperWASP) que usa telescopios de «haz rápido» de 0,4 m sobre una montura común de alta capacidad. Lo que hizo posible esta idea fue poder disponer de detectores CCD de gran formato a precio razonable y que ofrecen una buena eficiencia cuántica. En julio se inauguró un prototipo del GOTO en el ORM (véase imagen 1). El sistema de primera luz contó con cuatro telescopios montado sobre una montura común y constituye la primera fase del proyecto. Se ha estado poniendo a punto a lo largo del año esta versión del instrumento, desarrollando



el hardware y el software del sistema. Cuando esté completamente operativo, el sistema contará con dos monturas robóticas y ocho telescopios f2,5 de 0,4 m sobre cada una de ellas. Las pruebas de puesta a punto fueron bien, pero se han identificado varias áreas de posible mejora en los sistemas ópticos.

Se espera que la primera montura cuente con sus ocho telescopios para verano de 2018, antes de que las principales estaciones de Ondas Gravitacionales inicien su siguiente gran campaña científica. La recaudación de fondos para la segunda montura con sus telescopios progresa bien. La escalabilidad de este proyecto fue otra de las ventajas de su diseño modular. 2018-19 será un periodo clave para el GOTO y la astrofísica de ondas gravitatorias. Gracias al diseño seleccionado debería estar bien situado para desempeñar un papel clave y, con suerte, proporcionar múltiples observaciones de las fuentes correspondientes que podrán dar lugar a las observaciones de seguimiento tanto en el ORM como en otros observatorios y que permitirán llevar a cabo estudios de población de estos exóticos eventos.



The commissioning tests went well but identified several areas which could be improved in the optical systems.

availability of large-format, affordable CCD detectors with a reasonable quantum efficiency. In July, a prototype of GOTO was inaugurated at the Roque de Los Muchachos (see Figure 1). The first-light system had four telescopes deployed on a shared mount and forms the first phase of the project. This version of the instrument has been in extended commissioning throughout the year as the hardware and software in the system has been developed. When fully deployed, the system will be composed of two robotic mounts each carrying eight 0.4m f2.5 telescopes.

The first mount is expected to have its full complement of 8 telescopes by summer 2018, ahead of the next major science run of the advanced GW arrays. Fund raising for the 2nd system is well underway and this ability to scale the project was another advantage of its modular design. 2018-19 will be a key period for GOTO and gravitational wave astrophysics. Our design choices should make it well placed to be a key player and hopefully deliver multiple counterparts, feeding follow-up observations at the ORM and elsewhere, and enabling population studies of these exotic events.

EL AMOS-CI

Las cámaras AMOS-CI (All-Sky Meteor Orbit System - Canary Islands), con una resolución de vídeo de 1600x1200 píxeles, 20 fotogramas por segundo y un campo de visión (CDV) de 180x140 grados siguen monitorizando la actividad meteórica sobre las Islas Canarias. El sistema es capaz de detectar eventos de luz transiente, sobre todo meteoros, con una magnitud visual de hasta +4. Las dos cámaras autónomas AMOS-CI observan desde el OT y el ORM la mayoría de las noches, excepto cuando el cielo está nublado o se realizan parones técnicos. Los datos de vídeo originales se guardan in situ y sólo se transfieren en

línea al servidor principal archivos con información astrométrica e imágenes compuestas. Las observaciones nocturnas habituales registran entre decenas y centenas de meteoros. No obstante, la actividad de las principales lluvias de meteoros puede hacer que se registren miles de ellos en una sola noche. Eso fue lo que sucedió el 13-14 de diciembre de 2017 durante las Gemínidas (Fig. 1). Las Gemínidas tienen un cuerpo progenitor interesante, (3200) Faetón, que se aproximó bastante a la Tierra, a unos 10 millones de kilómetros, tan solo tres noches después.

Fig. 1: La imagen compuesta de unos mil meteoros durante las Gemínidas, registrada en el Observatorio del Teide por el sistema AMOS-CI durante la noche del 13-14 de diciembre de 2017.



THE AMOS-CI

The AMOS-CI cameras (All-Sky Meteor Orbit System - Canary Islands), with a video resolution of 1600x1200 pixels and 20 frames per second and a field of view (FOV) of 180x140 degrees is continuing to monitor meteor activity over Canary Islands. The system is able to detect light transient events, mostly meteors down to +4 visual magnitude. The pair of autonomous AMOS-CI cameras are observing from OT and ORM observatories most nights, except cloudy weather or technical shutdown time. The original video data are stored on site and only files with astrometric information and composite images are transferred online to a main server. Normal

Fig. 1: The composite image of about one thousand meteors during the Geminid meteor shower as recorded at the Teide Observatory by the AMOS-CI system running during the night of December 13/14, 2017.

night-time observations produce tens to hundreds of recorded meteors. However the activity of main meteor showers can yield up to thousands of recorded meteors per night. This was the case on December 13/14 of 2017 during the Geminid meteor shower (Fig. 1). Geminids have an interesting parent body (3200) Phaethon, which had a close approximation to the Earth, about 10 million kilometres, only three nights later.

Las cámaras espectrales de alta resolución AMOS-HSpec llevan complementando desde noviembre de 2016 nuestras estaciones AMOS-CI, proporcionando información sobre la composición de los meteoroides captados. Se han observado y analizado en detalle los espectros de numerosos meteoros brillantes,

incluidos varios posibles meteoritos. Uno de los primeros casos significativos (Fig. 2) proporcionó una imagen detallada de las líneas de emisión observadas durante la ablación de los cometas. Se revelaron diversas contribuciones a la composición de este meteorite, incluyendo cantidades considerables de contenido refractario y volátil (Ca, Na), silicatos y elementos metálicos (Mg, Si, Fe), bandas y líneas moleculares atmosféricas (O I, N I, N2) y probablemente compuestos orgánicos, representados por la línea H α detectada.

Fig. 2: Espectro de una bola de fuego brillante capturado con el sistema de alta resolución AMOS-HSpec en el ORM el 17 de noviembre de 2016 y el perfil espectral reducido en el espectro visible.

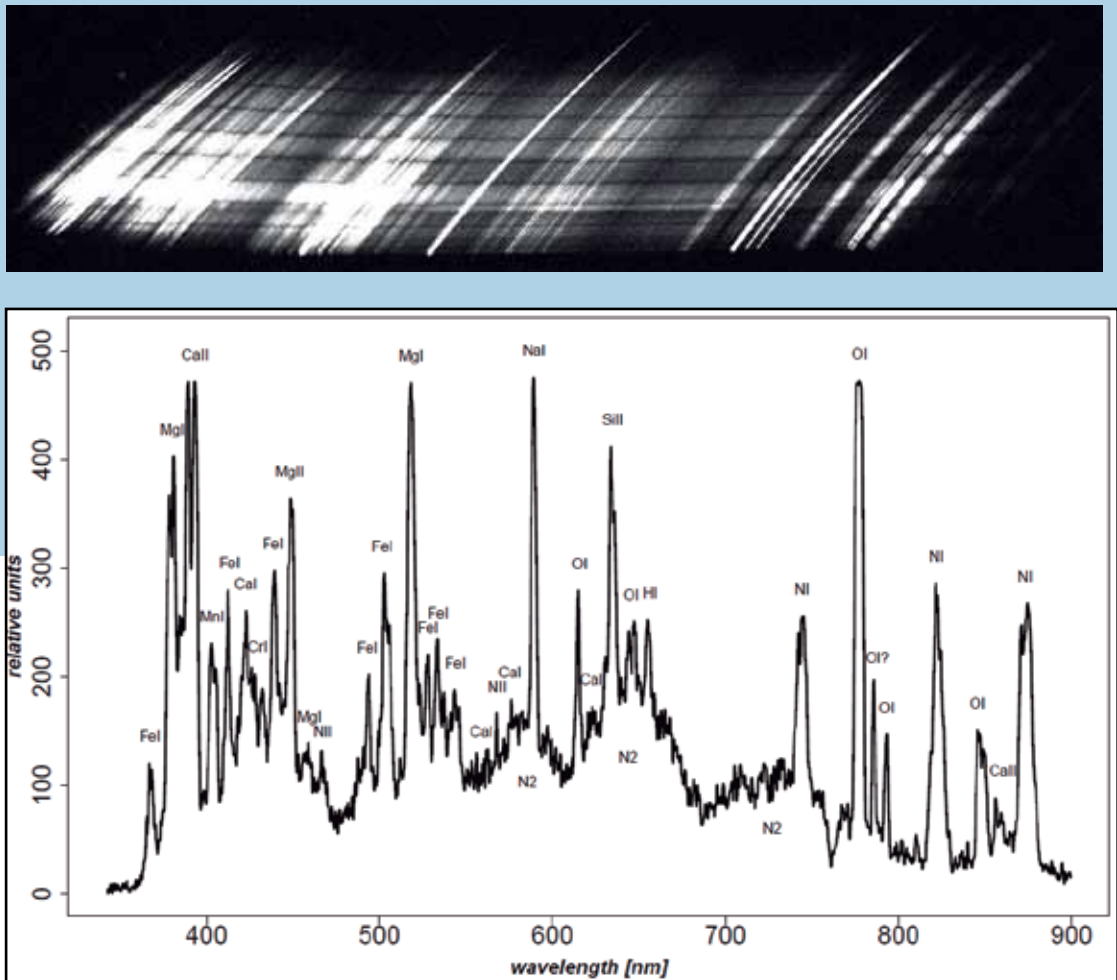


Fig. 2: Spectrum of a bright fireball captured by the higher-resolution system AMOS-HSpec at the ORM, on November 17, 2016 and the reduced spectral profile in the visible spectrum.

Since November 2016, our AMOS-CI stations have been supplemented by the higher-resolution spectral cameras AMOS-HSpec providing insight into the composition of captured meteoroids. Spectra of several bright meteors including potential meteorite dropping cases have been observed and analysed in detail. One of the first significant cases (Fig. 2) provided a detailed view of the emission lines

observed during the ablation of cometary bodies. Different contributions to the composition of this meteoroid were revealed, including significant refractory and volatile content (Ca, Na), silicate and metallic elements (Mg, Si, Fe), atmospheric molecular bands and lines (O I, N I, N2) and possibly organic compounds represented by the detected H α line.

STELLA

Una de las últimas fronteras de la inteligencia artificial, relativamente nueva para la astronomía, es la toma de decisiones autónoma en la que algoritmos de software reemplazan al razonamiento humano. En los telescopios STELLA esta tarea se centra en la cuestión de cómo secuenciar un conjunto de observaciones para optimizar los resultados científicos. Por ese motivo actualizamos constantemente el sistema de control del STELLA (SCS). Durante el año se instaló un planificador de método Monte Carlo basado en cadenas de Markov para complementar el planificador de rutinas del STELLA. Se pueden usar los resultados

Fig. 1: Histograma que muestra la diferencia de la masa de aire observada menos el valor óptimo (ΔX) durante toda la temporada de observación de STELLA-SES. Si todos los objetivos se hubieran seleccionado en su culminación, se podría haber logrado una media de $\Delta X=0,42$. La escala en la parte superior muestra la ganancia debida a la extinción disminuida, convertida a una ganancia porcentual aproximada en área de telescopio.

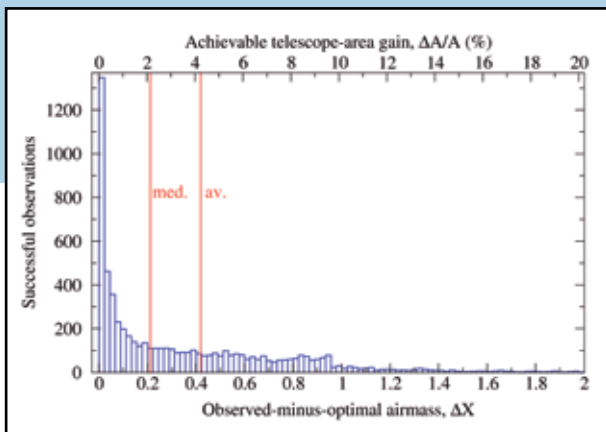


Fig. 1: Histogram depicting the difference of observed-minus-optimal airmass (ΔX) for the full observing season of STELLA-SES. If all targets would have been picked at culmination, an average of $\Delta X=0.42$ could be achieved. The scale on top shows the gain due to diminished extinction converted to an approximate gain in telescope area as a percentage.

STELLA

Autonomous decision making with software algorithms replacing human reasoning is one of the last frontiers of artificial intelligence, and relatively new for astronomy. For the STELLA telescopes, this task centers on the question on how to sequence a pool of observations in such a way that the scientific return is optimized. To this end the STELLA Control System (SCS) is constantly upgraded. During the year, a Markov Chain Monte Carlo scheduler that complements STELLA's dispatch scheduler was

de una rutina como punto inicial de una cadena de Markov en la que las pequeñas permutaciones (la parte Monte Carlo) en la secuencia de observación definen la progresión de la cadena. La probabilidad de transición es una función de la diferencia de la «bondad» de dos permutaciones subsiguientes. En un caso sencillo, en el que la «bondad» del calendario se defina como la menor masa de aire posible X de todas las observaciones, basta con un simple proceso de recocido simulado con ΔX , la masa de aire observada menos el valor óptimo (véase la Figura 1).

Figs. 2 + 3: El observatorio robótico STELLA con sus dos telescopios de 1,2 metros.



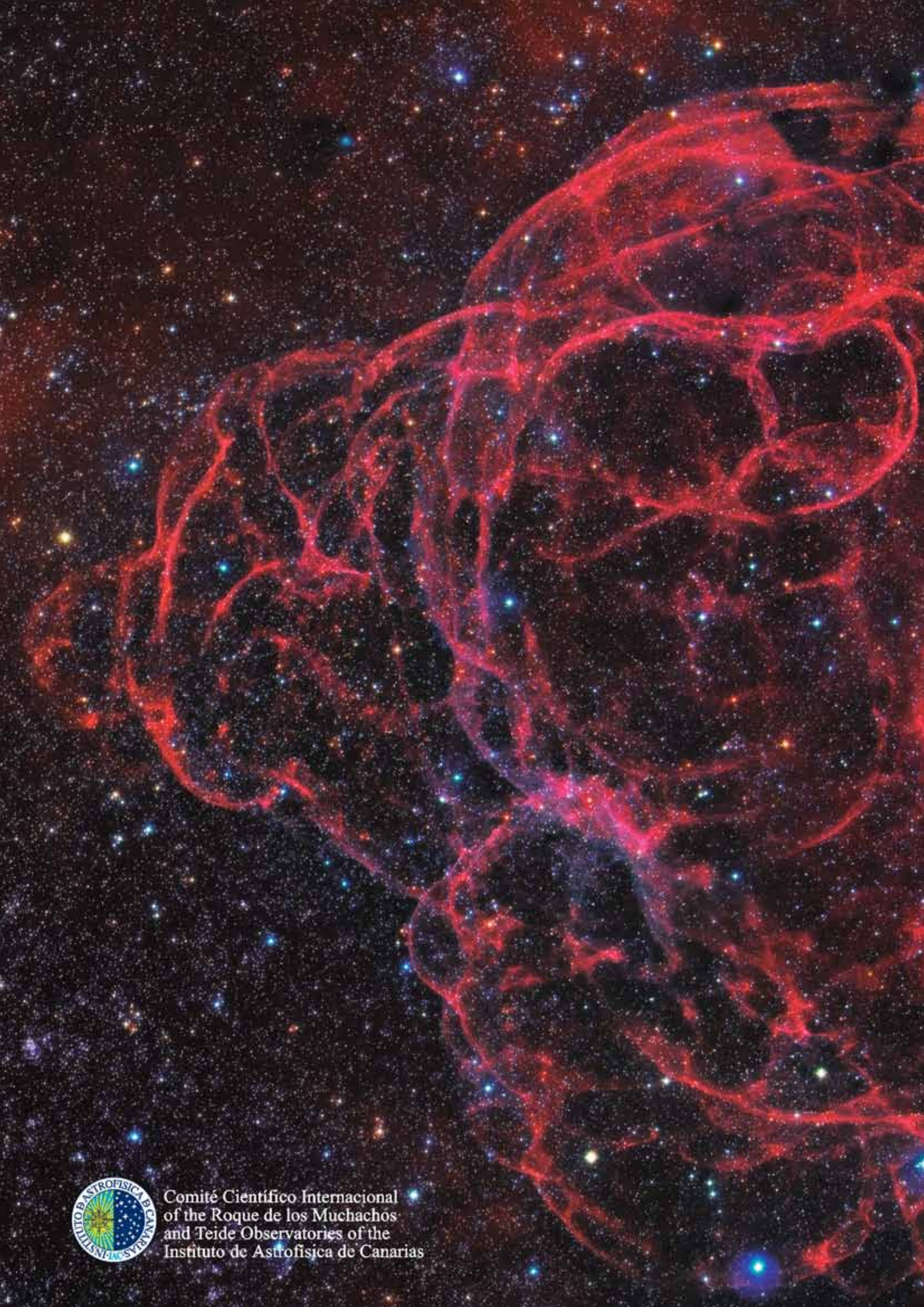
Figs. 2 + 3: The robotic STELLA observatory with its two 1.2m telescopes.

implemented. The output of a dispatch run can serve as the starting point of a Markov Chain where small permutations (the Monte Carlo part) in the observing sequence define the progression of the chain. The transition probability is a function of the difference of the “goodness” of two subsequent permutations. For a simple case, where the “goodness” of the schedule is defined as the smallest possible airmass X of all observations, a simple simulated annealing process with ΔX , the observed-minus-optimal air mass, is sufficient (see Figure 1).

CCI Members & Associates

(in alphabetical order by first name – May 2018)

Adrian Biland (MAGIC & FACT) +41 44 633 2020 biland@phys.ethz.ch
Alex Oscoz (IAC) +34 922 605 242 aoscoz@iac.es
Auni Somero (MAGIC) +34 922 425 747 & +34 922 405 678 asomero@ifae.es
Bernard Gelly (THEMIS) +34 922 605 771 BGelly@themis.iac.es
Campbell Warden (CCI Secretary) +34 922 605 220 campbell@iac.es
Casiana Muñoz-Tuñón (IAC) +34 922 605 231 Casiana@iac.es
Chris Benn (ING) +34 922 425 432 crb@ing.iac.es
Chris M. Copperwheat (LT2) +44 1512 312 914 c.m.copperwheat@ljamu.ac.uk
Christoffel Waelkens (Mercator) +32 16 327 036 christoffel@ster.kuleuven.be
Christophe Dumas (TMT) +1 626 689 6387 cdumas@tmt.org
Colin Vincent (STFC) +44 179 344 2095 Colin.Vincent@stfc.ac.uk
Danny Steeghs (GOTO) +44 2476 573 873 D.T.H.Steeghs@warwick.ac.uk
David Bristow (CTA Project Office) +49 (6221) 51 63 85 david.bristow@cta-observatory.org
Diego Torres (CNA) +34 93 737 9788 dtorres@ice.csic.es
Dirk Raback (LT) +34 922 405 571 +34 616 168471 dr@astro.ljamu.ac.uk
Don Pollacco (SuperWASP & Warwick 1m) +44 24 765 23965 d.pollacco@warwick.ac.uk
Elena Terlevich (CCI Scientific Adviser) eterlevi@inaoep.mx
Ennio Poretti (TNG) +34 922 433 666 poretti@tng.iac.es
Franciso Almeida (ULL) +34 922 319 480 viinve@ull.es
François Leblanc (INSU-CNRS) +33 144 27 37 53 francois.leblanc@latmos.ipsl.fr
Guy Perrin (INSU-CNRS) + 33 144 96 43 77 guy.perrin@cnrs-dir.fr
Göran Scharmer (SST) +46 85537 8532 scharmer@astro.su.se
Hans Kjeldsen (SONG) +45 2338 2160 hans@phys.au.dk
Hans Van Winckel (MERCATOR) +32 16 327 036 hans.vanwinkel@ster.kuleuven.be
Iain Steele (LT) +44 151 231 2900 ias@astro.ljamu.ac.uk
Javier Licandro (IAC) +34 922 605 262 jlicandro@iac.es
Jean Vernin (Université de Nice) +33 492 076 353 vernin@unice.fr
Jim Hinton (MPI für Kernphysik) +49-6221-516-140 jim.hinton@mpi-hd.mpg.de
Jorrit Leenaarts (Inst. Solar Physics – Un Stockholm) +46 85537 8550 jorrit.leenaarts@astro.su.se
José Gavira (ESA) +31 715 654 314 jose.gavira.izquierdo@esa.int
Juan Carlos Pérez Arencibia (ORM) +34 922 425 710 jcperez@iac.es
Juan Cortina (LST) +34 935 811 309 cortina@ifae.es
Juan Martínez (ING) +34 922 425 414 juan@ing.iac.es
Juerg Rey (ING) +34 922 425 421 juerg@ing.iac.es
Juri Poutanen (Tuorla Obs.) + 358-2 333 8943 & +46 729 222-382 juri.poutanen@utu.fi
Klaus G. Strassmeier (STELLA) +493 317 499 223 kstrassmeier@aip.de
Luca Valenziano (INAF) +39 051 6398700 luca.valenziano@inaf.it
Lucia Kleint (GREGOR) +497 613 198 100 lucia.kleint@leibniz-kis.de
Manel Martinez (CTA) +34 931 720 687 martinez@ifae.es
Marc Balcells (ING) +34 922 425 403 director@ing.iac.es
Maria Victoria Fonseca (MAGIC) +34 91 394 4491 +49 620 266 353 fonseca@fis.ucm.es
Masahiro Teshima (LST-CTA) +4989 32354 301 +814 7136 5115 mteshima@mppmu.mpg.de
Michael Prouza (FRAM) +420 266 053 111 prouza@fzu.cz
Michaël Gillon (SPECULOOS) +32 4366 9743 michael.gillon@ulg.ac.be
Michael Weber (STELLA) +493 317 499 351 mweber@aip.de
Miguel Mas Hesse (CSIC) +34 91 813 1196/1161 mm@cab.inta-csic.es
Miquel Serra-Ricart (Teide) +34 922 605 364 / +34 922 329 124 mserra@iac.es
Nicolò D'Amico (INAF) +39-06-3553 3310 presidente@inaf.it
Oskar von der Lühe (KIS) +497 613 198 100 ovdluhe@leibniz-kis.de
Rafael Rebolo (IAC) +34 922 605 220 director@iac.es
Razmik Mirzoyan (MAGIC) +49 89 32354 328 razmik@mppmu.mpg.de
Reiner Volkmer (KIS) +49 761 3198 401 volkmer@leibniz-kis.de
Rob Hammerschlag (DOT) +31 30253 5220 R.H.Hammerschlag@astro.uu.nl
Romano Corradi (GTC) +34 922 425 719 romano.corradi@gtc.iac.es
Saskia Prins (MERCATOR) +34 922 425 412 Saskia.Prins@kuleuven.be
Svetlana Berdyugina (KIS) +497 613 198 100 sveta@kis.uni-freiburg.de
Teppo Häyrynen (Academy of Finland) +358 295 33 5043 teppo.hayrynen@aka.fi
Thomas Augusteijn (NOT) +34 922 181 158 +34 922 405 663 tau@not.iac.es
Ulrich Kolb (OU) +44 1908 655758 Ulrich.Kolb@open.ac.uk



Comité Científico Internacional
of the Roque de los Muchachos
and Teide Observatories of the
Instituto de Astrofísica de Canarias