



**MEMORIA  
2007**

**INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS**



**INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS**

**GABINETE DE DIRECCIÓN**

INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS  
MAQUETACIÓN: Ana M. Quevedo  
PORTADA: Gotzon Cañada  
PREIMPRESIÓN E IMPRESIÓN: Producciones Gráficas S.L.  
DEPÓSITO LEGAL: TF-1905/94

# Indice general

|       |   |
|-------|---|
| 5 -   | <b>PRESENTACIÓN</b>   |
| 6 -   | <b>CONSORCIO PÚBLICO IAC</b>  |
| 9 -   | <b>LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS</b>  |
| 9 -   | Observatorio del Teide (OT)   |
| 10 -  | Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM)   |
| 11 -  | <b>NUEVA INFRAESTRUCTURA</b>  |
| 12 -  | <b>COMISIÓN PARA LA ASIGNACIÓN DE TIEMPO (CAT)</b>  |
| 15 -  | <b>ACUERDOS</b>   |
| 17 -  | <b>Gran Telescopio CANARIAS (GTC)</b>   |
| 24 -  | <b>ÁREA DE INVESTIGACIÓN</b>  |
| 26 -  | Estructura del Universo y Cosmología  |
| 37 -  | Estructura de las galaxias y su evolución   |
| 71 -  | Estructura de las estrellas y su evolución  |
| 84 -  | Materia Interestelar  |
| 90 -  | El Sol  |
| 105 - | El Sistema Solar  |
| 109 - | Historia de la Astronomía   |
| 113 - | Óptica atmosférica y Alta resolución espacial   |
| 127 - | Instrumentación óptica  |
| 136 - | Instrumentación infrarroja  |
| 146 - | Astrofísica desde el espacio  |
| 155 - | <b>ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN</b>  |
| 155 - | Ingeniería  |
| 164 - | Producción  |
| 167 - | Acciones de apoyo tecnológico   |
| 177 - | Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI)  |
| 189 - | <b>ÁREA DE ENSEÑANZA</b>  |
| 189 - | Cursos de doctorado   |
| 190 - | Seminarios científicos  |
| 193 - | Coloquios   |
| 193 - | Becas   |
| 195 - | XIX Escuela de Invierno: "El Fondo Cósmico de Microondas:<br>de las fluctuaciones cuánticas al Universo actual" |
| 197 - | <b>ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES</b>  |
| 197 - | Instituto de Astrofísica  |
| 198 - | Observatorio del Teide  |
| 199 - | Observatorio del Roque de los Muchachos   |
| 200 - | Centro de Astrofísica de La Palma   |
| 200 - | Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo  |
| 202 - | Ejecución del Presupuesto 2007  |
| 203 - | <b>GABINETE DE DIRECCIÓN</b>  |
| 203 - | Ediciones   |
| 206 - | Web   |
| 207 - | Comunicación y divulgación  |
| 213 - | Visitas a las instalaciones del IAC   |
| 217 - | <b>SERVICIOS INFORMÁTICOS COMUNES (SIC)</b>   |
| 220 - | <b>BIBLIOTECA</b>   |
| 221 - | <b>PUBLICACIONES CIENTÍFICAS</b>  |
| 221 - | Artículos en revistas internacionales con árbitros  |
| 230 - | Artículos de revisión invitados (Invited Reviews)   |
| 232 - | Comunicaciones a congresos internacionales  |
| 242 - | Comunicaciones a congresos nacionales   |
| 243 - | Artículos en revistas internacionales sin árbitros y comunicaciones cortas                                      |
| 244 - | Artículos en revistas nacionales  |
| 244 - | Libros y capítulos de libros  |
| 244 - | Tesis doctorales  |
| 246 - | <b>REUNIONES CIENTÍFICAS</b>  |
| 253 - | <b>TIEMPO DE OBSERVACIÓN FUERA DE CANARIAS</b>  |
| 254 - | <b>DISTINCIONES</b>   |
| 257 - | <b>ORGANIZACIÓN Y PERSONAS</b>  |
| 260 - | <b>PERSONAL</b>   |
| 273 - | <b>DIRECCIONES Y TELÉFONOS</b>  |



# PRESENTACIÓN

La Memoria Anual, aun no siendo más que un resumen de lo realizado durante un año por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), resulta ya algo voluminoso y, por ello, no fácil de manejar. Son tantas y variadas las realizaciones, que sus meras citas ocupan muchas páginas. Y aunque se intenta incluir tablas y figuras en las que se sintetizan partes significativas de nuestra actividad, no es posible hacerse una idea adecuada del conjunto sólo con ellas y con la mera lectura del índice. Todos los años nos replanteamos el cómo sintetizar aún más los hechos sin perder demasiada información y sin este ejercicio sería mastodónica la cosa. Tampoco la introducción que hace el Director es un súper resumen de lo más importante. Constituye, simplemente, algo así como unas notas al margen sobre alguna cuestión que él considera resaltable.

El día 13 de Julio de 2007 se celebró la ceremonia oficial de Primera Luz del Gran Telescopio CANARIAS (GTC). Después de una serie de discursos muy significativos, se subió a la plataforma Nasmyth del telescopio y se presencié cómo se apuntaba a la Polar, y como aparecían las doce imágenes de la estrella, una por cada segmento. Después, se fueron «apilando» las doce imágenes en una sola, y como muestra de la capacidad de control sobre los actuadores de los segmentos del espejo primario, se formaron diferentes figuras con las imágenes de la Polar. Finalmente, se apuntó a una galaxia cercana al polo, UGC 10923, una galaxia luminosa con zonas de formación estelar. El éxito se festejó brindando con vino espumoso canario.

Fue un acto especialmente brillante y emotivo, presidido por Su Alteza Real el Príncipe de Asturias, en el que estuvieron presentes el Presidente del Gobierno de Canarias, la Ministra de Educación y Ciencia, los Presidentes de los Cabildos Insulares, Secretarios de Estado y otras autoridades. La representación científica estuvo encabezada por el Comité Científico Internacional de los Observatorios, y se contó con la presencia de destacados astrónomos españoles y de diversos países. Hasta estuvo presente Brian May, el guitarrista de Queen, que inició su tesis doctoral en los comienzos del Observatorio del Teide.

El telescopio GTC está completando su fase de puesta a punto, ajustándose sus diferentes partes y resolviéndose los muchos detalles necesarios para dejarlo del todo operativo. En un año estará abierto a la comunidad astronómica, con sus dos instrumentos de «día uno» (OSIRIS + CANARICAM), más el de repuesto (ELMER). Está llegando la hora de empezar a producir ciencia de primera con este gran telescopio. Que, por su gran superficie colectora (¡75 metros cuadrados!), es ideal para observar objetos muy débiles, como galaxias muy lejanas que nos muestren los orígenes de los astros que pueblan el Universo. Pero también tiene ventajas para observar los objetos poco luminosos, e indagar en el nacimiento y muerte de estrellas, objetos cuasistelares y planetas. Por su gran diámetro es adecuado para observar detalles muy finos, en estrellas cercanas, en otras galaxias, las estructuras de las nubes protoestelares, cúmulos estelares, etc. Por sus capacidades en el rango infrarrojo podrá penetrar las densas nubes de gas y polvo.

No me cansaré de felicitar por este logro a cuantas personas lo están haciendo posible, encabezadas por Pedro Álvarez (Director del Proyecto) y José M. Rodríguez Espinosa (Responsable científico). Con el tiempo se valorará aun más su excelente trabajo.

Prof. Francisco Sánchez  
DIRECTOR

# CONSORCIO PÚBLICO

## "INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS"

El Consorcio Público "Instituto de Astrofísica de Canarias" está integrado por la Administración del Estado (a través del Ministerio Educación y Ciencia), la Comunidad Autónoma de Canarias, la Universidad de La Laguna y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Esta fórmula jurídica de consorcio fue una avanzada solución administrativa, consecuencia de un pacto por el que las entidades implicadas, concentrando sus esfuerzos y evitando duplicidades innecesarias, se comprometieron a unificar objetivos y medios en un único ente, al que dotaron de personalidad jurídica propia. Se trataba de que el IAC fuese un centro de referencia, no sólo capaz de cumplir las responsabilidades derivadas de los Acuerdos Internacionales de Cooperación en materia de Astrofísica, en los cuales representa a España, sino además de ser palanca para el desarrollo de la Astrofísica en el país.

Cada uno de estos entes consorciados aporta algo esencial. La Comunidad Autónoma de Canarias: el suelo y, sobre todo, el cielo de Canarias; la Universidad de La Laguna: el Instituto Universitario de Astrofísica, germen del propio IAC; y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas: su experiencia en relaciones científicas internacionales. La Administración del Estado a través del Ministerio de Ciencia y Tecnología, por su

parte, no sólo contribuye con el mayor porcentaje al presupuesto del Instituto, sino que, además, lo engloba dentro de sus organismos públicos de investigación y lo proyecta en la comunidad científica nacional e internacional.

Especialmente importante es la participación internacional. Téngase en cuenta que la mayoría de las instalaciones telescópicas de los Observatorios del IAC pertenecen a otros organismos e instituciones de investigación europeos.

La participación de las instituciones de los diversos países en los Observatorios se realiza a través del Comité Científico Internacional (CCI). Se produce un "Informe Anual" en el cual se recoge la actividad científica desarrollada en los Observatorios y las mejoras en sus instalaciones. Este informe tiene una amplia difusión internacional.

La contrapartida principal que se recibe por el "cielo de Canarias" es del 20% del tiempo de observación (más un 5% para programas cooperativos) en cada uno de los telescopios instalados en los Observatorios del IAC. Un porcentaje realmente significativo que una Comisión para Asignación de Tiempo (CAT) reparte cuidadosamente entre las numerosas peticiones formuladas por los astrofísicos españoles.

El IAC lo integran:

MEMORIA  
2007 IAC

6 Palma)

**EL INSTITUTO DE ASTROFÍSICA** (La Laguna - Tenerife)  
**EL OBSERVATORIO DEL TEIDE** (Izaña - Tenerife)  
**EL OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS** (Garafía - La  
**EL CENTRO DE ASTROFÍSICA DE LA PALMA** (Breña Baja - La Palma)

Se estructura en áreas:

**Investigación**  
**Instrumentación**  
**Enseñanza**

**Organos Directivos** **Nº Reuniones**

**CONSEJO RECTOR**

**1**

PRESIDENTE Ministro de Educación y Ciencia

VOCALES                      Presidente del Gobierno de Canarias  
   Representante de la Administración del Estado  
   Rector de la Universidad de La Laguna  
   Presidente del CSIC  
   Director del IAC

**DIRECTOR**

**Nº Reuniones**

**Organos Colegiados**

**COMISIÓN ASESORA DE INVESTIGACIÓN (CAI)**

**COMITÉ DE DIRECCIÓN (CD)**

**31**

Consejo de Investigadores

**2**

Comisión de Investigación

**11**

Comisión de Enseñanza

**10**

Comité de la Biblioteca

**1**

**COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL (CCI)**

**2**

SUBCOMITÉS      Finanzas **2**  
                                 Operación del Obs. del Roque de los Muchachos **2**  
   Operación del Obs. del Teide **2**  
                                 Calidad Astronómica del Cielo **1**

MEMORIA  
IAC 2007

# REUNIONES CELEBRADAS

## Reunión del Consejo Rector

El Consejo Rector del IAC, presidido por la Ministra de Educación y Ciencia, Mercedes Cabrera Calvo-Sotelo, y del que forma parte el Presidente del Gobierno de Canarias, Paulino Rivero Baute, se reunió el pasado 18 de diciembre por videoconferencia, en el Ministerio de Educación y Ciencia (Madrid), en la Presidencia del Gobierno de Canarias (Las Palmas de Gran Canaria) y en el Instituto de Astrofísica de Canarias (La Laguna, Tenerife).

En la reunión se trataron los siguientes puntos:

- Gran Telescopio CANARIAS (GTC)
- ELT Europeo E-ELT
- Proyectos Parque Cultural del Roque de los Muchachos y Centro de Visitantes del Observatorio del Teide
- Puesta en marcha de IAC-Tecnología
- GTC, operación y futuro del Gran Telescopio CANARIAS
- Inauguración del Gran Telescopio Canarias GTC

y asistieron a la misma:

- Mercedes Cabrera, Ministra de Educación y Ciencia
- Paulino Rivero, Presidente del Gobierno de Canarias
- Carlos Martínez, Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
- Eduardo Doménech, Rector de la Universidad de La Laguna
- Miguel Ángel Quintanilla, Secretario de Estado de Universidades e Investigación
- M. del Carmen Andrade, Directora General de Política Tecnológica del MEC
- Elena Aparici, Asesora de la Ministra de Educación y Ciencia
- Javier González, Viceconsejero de Presidencia del Gobierno de Canarias
- Juan Ruiz, Director General de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información
- Pedro Alvarez, Director General de GRANTECAN S.A.
- Francisco Sánchez, Director del IAC
- Carlos Martínez Roger, Subdirector del IAC
- Rafael Arnay, Administrador de los Servicios Generales del IAC

## Reuniones del Comité Científico Internacional (CCI)

- El 5 de junio, en el Instituto Nacional de Astrofísica, Roma (Italia), el CCI celebró su reunión número **57**.

Durante la reunión se presentó el informe del proyecto de Tiempo Internacional "MAGOPOP" ("The Star Formation History of Dwarf Galaxies") y se asignó el tiempo correspondiente al periodo 2007-2008.

MEMORIA  
2007 IAC

El IAC informó sobre el congreso internacional "Luz de las Estrellas" celebrado en La Palma y la instalación de un superordenador en el Centro de Astrofísica de La Palma CALP.

8

El Secretario presentó el Informe Anual del CCI correspondiente al 2006.

- La reunión número **58** del CCI se celebró, el 14 de diciembre en el Hotel H10 Taburiente Playa (Los Cascajos, La Palma).

Se informó sobre el éxito de la Primera Luz del Gran Telescopio CANARIAS GTC a mediados de julio, y sobre el gran impacto que tuvo en los medios de comunicación nacionales.

Se consideraron en detalle varios informes y propuestas de actuación en relación a la divulgación internacional de los hitos astronómicos y tecnológicos relacionados con los Observatorios de Canarias, así como la necesidad urgente de contar con Centros de Visitantes en ambos emplazamientos.

Se presentó el informe anual de SUCOSIP y se acordó apoyar la búsqueda de fondos para seguir con

# OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)

- Superficie: 50 hectáreas
- Altitud: 2.390 m
- Situación: Isla de Tenerife (Islas Canarias/España)
- Longitud: 16°30'35" Oeste
- Latitud: 28°18'00" Norte

| Diámetro (cm) | INSTRUMENTO                                  | PROPIETARIO   | Operativo (año) |
|---------------|--|---|-----------------|
| 10            | Telescopio STARE                             | HAO Boulder (EEUU)  | 2001            |
| 30            | Telescopio robótico Bradford                 | Univ. de Bradford (RU)  | 2005            |
| 30            | Telescopio TELAST                            | IAC (E)   | 2006            |
| 40 x 2        | Red de telescopios ópticos (OTA)             | Sociedad del Telescopio (EEUU)                                    | 2004            |
| 50            | Telescopio MONS                              | Univ. Mons (B)  | 1972            |
| 60            | Telescopio solar de Torre al Vacio (VTT)     | Inst. Kiepenheuer (A)   | 1980            |
| 80            | Telescopio IAC-80                            | IAC (E)   | 1993            |
| 90            | Telescopio solar THEMIS                      | CNRS-INAF (FR-IT)   | 1996            |
| 100           | Telescopio OGS                               | IAC-ESA (E-Intern.)   | 1996            |
| 120 x 2       | Telescopios robóticos STELLA                 | Inst. Postdam (A)<br>Obs. Hamburgo (A)                            | 2005 y 2006     |
| 150           | Telescopio solar GREGOR                      | Inst. Kiepenheuer (A)<br>Univ. Göttingen (A)<br>Inst. Postdam (A) | 2008            |
| 155           | Telescopio infrarrojo Carlos Sánchez (TCS)   | IAC (E)   | 1972            |
|               | Interferómetro de microondas (YSA)           | Univ. Cambridge (RU)<br>Univ. Manchester (RU)<br>IAC (E)          | 2002            |
|               | Radiotelescopios COSMO10 y COSMO15           | IAC (E)   | 1998            |
|               | <b>Instrumentos en el LABORATORIO SOLAR:</b> |   |                 |
|               | - Espectrofotómetro integral MARK-I          | Univ. Birmingham (RU)<br>IAC (E)                                  | 1978            |
|               | - Tacómetro de Fourier GONG-T                | NSO (EEUU)  | 1996            |
|               | - Fotómetro estelar de gran campo PASS       | IAC (E)   | 2005            |
|               | - Fotómetro estelar TELAST                   | IAC (E)   | 2004            |
|               | - Fotómetro estelar EAST                     | Univ. Tsing-Hua (Taiwán)  | 2006            |

LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS

A= Alemania, B= Bélgica; E= España, EEUU= Estados Unidos; FR= Francia; IT= Italia;  
RU= Reino Unido; Taiwán; Intern.= Internacional

## SERVICIOS

- Comunicaciones: Red IBERCOM, sistema de radio-enlace con estación de base y a bordo de vehículos, línea de datos a 34 Mbps.
- Alojamiento: Residencia = 24 plazas.
- Vehículo: 9 adscritos a las instalaciones telescópicas y 4 todo-terreno.
- Energía: 3 centros de transformación con 660 KVA y 3 grupos electrógenos con 295 KVA.
- Centro de visitantes: Aforo 43 personas.
- Otras instalaciones: Zona de servicios, Garajes y Cuarto de Máquinas.

# OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)

- Superficie: 189 hectáreas
- Altitud: 2.396 m
- Situación: Isla de La Palma (Islas Canarias/España)
- Longitud: 17°52'34" Oeste
- Latitud: 28°45'34" Norte

| Diámetro (cm) | INSTRUMENTO                             | PROPIETARIO                                | Operativo (año) |
|---------------|---|--|-----------------|
|               | Cámara robótica SuperWASP               | Consorcio SuperWASP *                      | 2004            |
| 18            | Telescopio Meridiano                    | IAC-ROA (E)                                | 1984            |
| 20            | Monitor de seeing (DIMM)                | IAC-Univ. Niza (E-FR)                      | 1994            |
| 20            | Monitor de seeing automático (DIMMA)    | IAC (E)                                    | 2007            |
| 45            | Telescopio solar Abierto Holandés (DOT) | Univ. Utrecht (PB)                         | 1997            |
| 97            | Refractor solar (SST)                   | R. Academia de Ciencias (S)                | 2002            |
| 60            | Telescopio óptico                       | R. Academia de Ciencias (S)                | 1982            |
| 100           | Telescopio Jacobus Kapteyn (JKT)        | STFC (RU-PB)                               | 1984            |
| 120           | Telescopio MERCATOR                     | Inst. Sterrenkunde (B)<br>Univ. Leuven (B) | 2002            |
| 200           | Telescopio robótico Liverpool (LT)      | Univ. John Moore Liverpool (RU)            | 2003            |
| 250           | Telescopio Isaac Newton (INT)           | STFC (RU-PB-E)                             | 1984            |
| 256           | Telescopio Nórdico (NOT)                | Asoc. Científica NOT (D-FI-N-S-IS)         | 1989            |
| 350           | Telescopio Nacional Galileo (TNG)       | INAF (IT)                                  | 1998            |
| 420           | Telescopio William Herschel (WHT)       | STFC (RU-PB-E)                             | 1987            |
| 1.040         | Gran Telescopio CANARIAS (GTC)          | GRANTECAN (E-EEUU-M)                       | 2008            |
| 1.700 x 2     | Telescopio Cherenkov MAGIC I y MAGIC II | Consorcio MAGIC**                          | 2004 y 2008     |

**\*Consorcio WASP:**

Universidades de Cambridge, Keele, Leicester,  
Open, Queens Belfast y St. Andrews (RU) IAC-ING (E)

**\*\*Consorcio MAGIC:**

Inst. Física d'Altes Energies (E); Univ. Autónoma Barcelona (E); Obs. de Crimea (U);  
Univ. California (EEUU); Univ. Gottingen (A); Univ. Lodz (P); Univ. Complutense de Madrid (E);  
Inst. Nuclear Research (R); Inst. Max-Planck Munich (A); Univ. Padua (IT); Univ. Potchefstroom (PB);  
Univ. GH-Siegen (A); Univ. Siena (IT); Obs. Tuorla (FI); Univ. Wurzburg (A); Inst. Física Yerevan (AR)

A= Alemania; AR= Armenia B= Bélgica; D= Dinamarca; E= España; EEUU=Estados Unidos;  
FI= Finlandia; FR=Francia; IT= Italia; M= México; N= Noruega; PB= Países Bajos;

P= Polonia; RU= Reino Unido; R= Rusia; S= Suecia; U= Ucrania; IS= Islandia

**SERVICIOS**

- Comunicaciones: Red IBERCOM, sistema de radio-enlace con estaciones de base y a bordo de vehículos, línea de datos a 34 Mbps.
- Alojamiento: Residencia = 29 habitaciones (24 individuales y 9 dobles); Anexo = 27 habitaciones (6 individuales y 21 dobles).
- Vehículos: 3 todo-terreno, 1 turismo. 1 camión (quitanieve y contraincendios) y 1 ambulancia.
- 4 Helipuertos.
- Otras instalaciones: Zona de Servicios con despachos, Sala de reuniones con videoconferencia, Laboratorio de Electrónica, Taller de Mecánica, Almacén, Garajes, Grupos Eléctricos, Transformadores, Cuarto de Máquinas, Taller de Soldadura y Gasolinera.

# NUEVA INFRAESTRUCTURA

## Red Española de Supercomputación



## Superordenador LaPalma

### Radiografía de la

#### La Red Española de Supercomputación

El nodo LaPalma es una de las siete piezas clave de la Red Española de Supercomputación (RES), y forma parte de un sistema de superordenadores distribuidos por el territorio nacional, conectados con redes de alta velocidad y destinados a ofrecer una mayor capacidad de cálculo a la comunidad científica española.

Esta red está financiada por el Ministerio de Educación y Ciencia y se coordina desde el Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación (BSC- CSN), donde se encuentra instalado el MareNostrum, uno de los ordenadores más potentes de Europa. De hecho, el nodo LaPalma es parte de los antiguos equipos de MareNostrum y cuenta con otros cuatro "nodos gemelos" en España.

Los otros nodos de esta red están situados en el BSC-CNS, en la Universidad Politécnica de Madrid y en las universidades de Cantabria, Málaga, Valencia y Zaragoza. Cada uno de estos superordenadores puede intercambiar grandes cantidades de información, distribuir tareas y optimizar recursos a gran velocidad.

#### Ficha técnica

LaPalma tiene un terabyte de memoria principal, lo que equivaldría a la memoria de más de mil ordenadores domésticos. Cuenta también con 14 terabytes de disco duro para el almacenamiento de datos, tanta información como la de una biblioteca con algo más de 10 millones de libros, y opera en una sala de apenas 32 metros cuadrados.

El superordenador está conectado a la sede del IAC en Tenerife por cable submarino con un ancho de banda de 10 Gigabytes (Gbps), de los que tiene garantizados al menos 1Gbps. A la hora de transmitir datos, el superordenador LaPalma es unas 3.300 veces más rápido que un ordenador doméstico. Con LaPalma, las comunicaciones se agilizan y se compensa el denso tráfico de información existente entre Canarias y la Península.

Su arquitectura está basada en 256 "blades" (servidores con dos procesadores), un tipo de computadora para el procesamiento de datos que permite un considerable ahorro de espacio



# COMISIÓN PARA LA ASIGNACIÓN DE TIEMPO (CAT) en los Observatorios del IAC

Entre los objetivos del IAC figura "promover la investigación astrofísica" y "fomentar las relaciones con la comunidad científica nacional e internacional". La forma más directa que tiene el Instituto de actuar en tal sentido es facilitando el uso de tiempo de observación disponible en cada uno de los telescopios instalados en los Observatorios de Canarias. La asignación de tiempo de observación se realiza a través de la "Comisión de Asignación de Tiempo" (CAT), constituido por astrofísicos de probada cualificación, que se adscriben a las listas de candidatos elegibles según sus campos de investigación. Las normas sobre su composición y funcionamiento las fija el Consejo Rector del IAC.

El Presidente del CAT continúa actuando en delegación del Director del IAC. Además hay un representante del Comité Científico Internacional (CCI).

La nueva composición consta de tres Paneles, cada uno formado por un Comisionado, un Vice-comisionado, un representante de la Subdirección General de Promoción e Infraestructuras Tecnológicas y Grandes Instalaciones del Ministerio de Educación y Ciencia, en relación con el Programa de Mejora y Acceso a Grandes Instalaciones y tres vocales y especializados en un campo específico de la Astrofísica: el Panel de **Galaxias y Cosmología**, el de **Galaxias y Estrellas** y el de **Estrellas y Planetas**. El cometido de estos Paneles es reunirse para estudiar las propuestas de su especialidad, pre-evaluar las solicitudes y hacer llegar sus informes científicos al Presidente y Vicepresidente del CAT, por medio de sus respectivos Comisionados y Vice-comisionados, con el propósito de facilitarles su labor. Los tres Paneles se reúnen simultáneamente durante dos días consecutivos y los seis Comisionados y Vice-comisionados se reúnen a continuación con el Presidente y Vice-presidente durante dos días más.

Los miembros del CAT no permanecen en él más de 4 evaluaciones consecutivas (2 años). Al final de cada reunión semestral evaluadora se nombra el vocal correspondiente a la plaza que ha quedado vacante, de tal manera que vayan renovándose los vocales de uno en uno.

## Sala diurna

El CAT, en la sala diurna, distribuyó el tiempo de observación de los telescopios solares. Se reunió en una ocasión por videoconferencia y los participantes fueron:

### 31 de enero

Presidente  
*José A. Bonet* (IAC)

Vocal del IAC  
*Manuel Vázquez*

Vocales de la Comunidad Nacional  
*José L. Ballester* (UIB)  
*Vicente Domingo* (UV)

Vocal Comité Científico Internacional  
*Carine Briand* (Obs. París-Meudon)

*Tatiana Karthaus*, del IAC, como Secretaria

## Sala nocturna

El CAT, en la sala nocturna, para los telescopios nocturnos, se reunió en dos ocasiones y asistieron a las reuniones:

### 8, 9 y 10 de mayo

Presidente  
*Juan A. Belmonte* (IAC)

Vicepresidente  
*José M. Vilchez* (IAA)

Representante del MEC  
Manuel Varela Conde

#### PANEL I; GALAXIAS Y COSMOLOGIA (GACOS)

Comisionado  
*Marc Balcells* (IAC)

Vice-comisionado  
Miriam Centurión (Univ. Trieste )

Vocales  
*J. Alfonso López Aguerri* (IAC)  
*J. A. Muñoz Lozano* (UV)  
*Gustavo Yepes* (UAM)

#### PANEL II; GALAXIAS Y ESTRELLAS (GAES)

Comisionado  
*Josep María Paredes* (UB)

Vice-comisionado  
*John Beckman* (IAC-CSIC)

Vocales  
*David Martínez Delgado* (IAC)  
*Francisco Najarro* (DAMIR)  
*Grazyna Stasisnska* (OPM)

#### PANEL III; ESTRELLAS Y PLANETAS (ESPLA)

Comisionado  
*Inmaculada Domínguez* (UG)

Vice-comisionado  
*Eduardo Martín Guerrero* (IAC)

Vocales  
*Luis Bellot* (IAA)  
*David Montes* (UCM)

*Tatiana Karthaus*, del IAC, como Secretaria

### 13, 14 y 15 de noviembre

Presidente  
*Juan A. Belmonte* (IAC)

Vicepresidente  
*José M. Vilchez* (IAA)

Representante del MEC  
Alfredo Láinez

#### PANEL I; GALAXIAS Y COSMOLOGIA (GACOS)

Comisionado  
*Marc Balcells* (IAC)

Vice-comisionado  
*Miriam Centurión* (Univ. Trieste )

Vocales  
*J. Alfonso López Aguerri* (IAC)  
*J. A. Muñoz Lozano* (UB)  
*Gustavo Yepes* (IEEC)

#### PANEL II; GALAXIAS Y ESTRELLAS (GAES)

Comisionado  
*Josep María Paredes* (UB)

Vice-comisionado  
*John Beckman* (IAC-CSIC)

Vocales  
*David Martínez Delgado* (IAC)  
*Francisco Najarro* (DAMIR)  
*Grazyna Stasisnska* (OPM)

#### PANEL III; ESTRELLAS Y PLANETAS (ESPLA)

Comisionado  
*Inmaculada Domínguez* (UG)

Vice-comisionado  
*Eduardo Martín Guerrero* (IAC)

Vocales  
*Luis Bellot* (IAA)  
*David Montes* (UCM)

MEMORIA  
IAC 2007

13

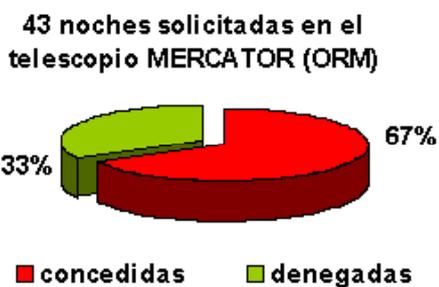
NOTA: Las resoluciones del CAT, con las propuestas seleccionadas, aparecen detallados en las siguientes direcciones electrónicas, por lo que para evitar repeticiones no se incluirán en esta Memoria. (Información: Tatiana Karthaus, Secretaría del CAT).

- telescopios solares <http://www.iac.es/cat/diurno/HOJA.html>

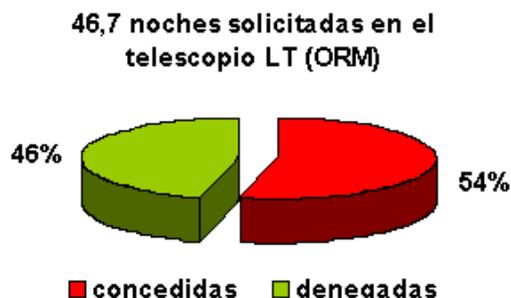
- telescopios nocturnos <http://www.iac.es/cat/portalcat.html>

## FACTORES DE SOBREPETICIÓN PARA EL TIEMPO ESPAÑOL EN LOS TELESCOPIOS NOCTURNOS DEL OT Y ORM

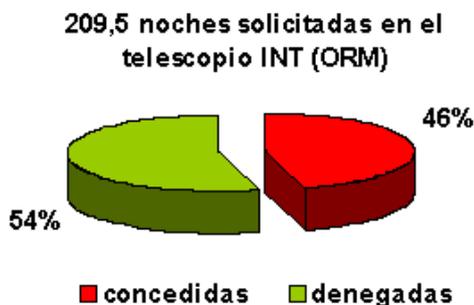
*El factor de sobrepetición expresa el número de noches solicitadas por cada noche concedida.*



**Factor de sobrepetición 1,5 (150%)**



**Factor de sobrepetición: 0,5 (50%)**



**Factor de sobrepetición: 2,2 (220%)**



**Factor de sobrepetición: 1,8 (180%)**



**Factor de sobrepetición 1,8 (180%)**



**Factor de sobrepetición 3,2 (320%)**



**Factor de sobrepetición 2,5 (250%)**



**Factor de sobrepetición: 1,1 (110%)**

# ACUERDOS

## ACUERDO PARA EL PATROCINIO DE LOS ENCUENTROS "BLAS CABRERA"

Éste ha sido el tercer año de actividad de los Encuentros Astrofísicos "Blas Cabrera", que fueron concebidos como una herramienta "especialmente diseñada para fomentar con agilidad y eficacia, las interrelaciones y las sinergias entre los grupos astrofísicos de España y México, llenando necesidades no cubiertas por las actividades habituales", como figura en el convenio firmado por la Universidad Autónoma de México (UNAM), el IAC y el Grupo Santander en el año 2005.

Durante el año 2007, tuvo lugar el encuentro: "El Gran Telescopio CANARIAS (GTC) y sus instrumentos de Día Uno".

## COLABORACIÓN CON EL MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA

El IAC y el Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) han firmado un Convenio de Colaboración para incentivar la Incorporación e Intensificación de la Actividad Investigadora (Programa I3). Este programa tiene por objeto incrementar el número y la calidad de los investigadores de centros de I+D españoles, entre ellos el IAC.

## CONVENIO CON EL MUSEO DE LA CIENCIA Y EL COSMOS

Se ha prorrogado el convenio firmado entre el IAC y el Organismo Autónomo de Museos y Centros del Cabildo de Tenerife, para la promoción y difusión de la ciencia y la educación en el marco del Proyecto "Cosmoeduca".

Desde el IAC (Gabinete de Dirección) se viene desarrollando el proyecto educativo "Cosmoeduca" dirigido al profesorado de Secundaria y Bachillerato de toda España, cuyo principal objetivo es facilitar la enseñanza de la Astronomía. El proyecto se ha enfocado a la atención del profesorado a través de un portal de Internet desde el que se pretenden atender dudas de los profesores sobre cuestiones

relacionadas con la Astronomía y elaborar materiales didácticos. El portal pretende además ser una plataforma participativa que promueva las relaciones entre los profesores y las agrupaciones de Astronomía y los Museos de toda España. El Museo de la Ciencia y el Cosmos, facilitará el acceso y uso de sus dependencias así como la realización de determinadas actividades del Proyecto desde el mismo.

## ACUERDO MARCO DE COLABORACIÓN CON LA FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

El IAC y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) han firmado un acuerdo marco de colaboración cuyo objetivo genérico es el desarrollo de un programa conjunto de actividades que propicien la difusión y divulgación de los Organismos Públicos de Investigación así como los resultados de sus investigaciones y aplicaciones científicas y tecnológicas. Esta colaboración se extenderá principalmente a las actividades siguientes:

- Organización de grupos de trabajo sobre temas relacionados con la difusión de la ciencia y la tecnología a través de los medios de comunicación.
- Impulso y realización de investigaciones conjuntas sobre temas de interés común.
- Asesoramiento por especialistas y técnicos la planificación y el desarrollo de estudios de difusión social.
- Intercambio de fondos bibliográficos, publicaciones, noticias y otros productos informativos de interés para ambos.
- Apoyo a los agentes, como museos de la ciencia, que tengan como misión principal la divulgación y promoción de la cultura científica.
- Fomento y promoción de actividades que contribuyan a aumentar la cultura científica de la sociedad así como la consolidación de la imagen de la ciencia y la tecnología.
- Colaboración en la organización de congresos, jornadas, concursos y otros eventos que relacionados con el área de la información científica y tecnológica.

## **CONVENIO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN ENTRE EL CENTRO NACIONAL DE SUPERCOMPUTACIÓN Y EL IAC PARA LA PARTICIPACIÓN DEL IAC EN LA RED ESPAÑOLA DE SUPERCOMPUTACIÓN**

Como resultado del Convenio de Colaboración entre el Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación de Barcelona (BSC-CNS) y el IAC, firmado en diciembre de 2005, se ha establecido un Convenio Específico a fin de y poner en práctica los acuerdos alcanzados en su día para colaborar en el área de la supercomputación.

En el marco del proyecto de la Red Española de Supercomputación (RES), el objetivo del convenio es la colaboración entre ambas entidades para la creación en España de una estructura distribuida de supercomputación de forma que el IAC se constituya en un nodo de dicha RES, ubicado en el Centro de Astrofísica de La Palma.

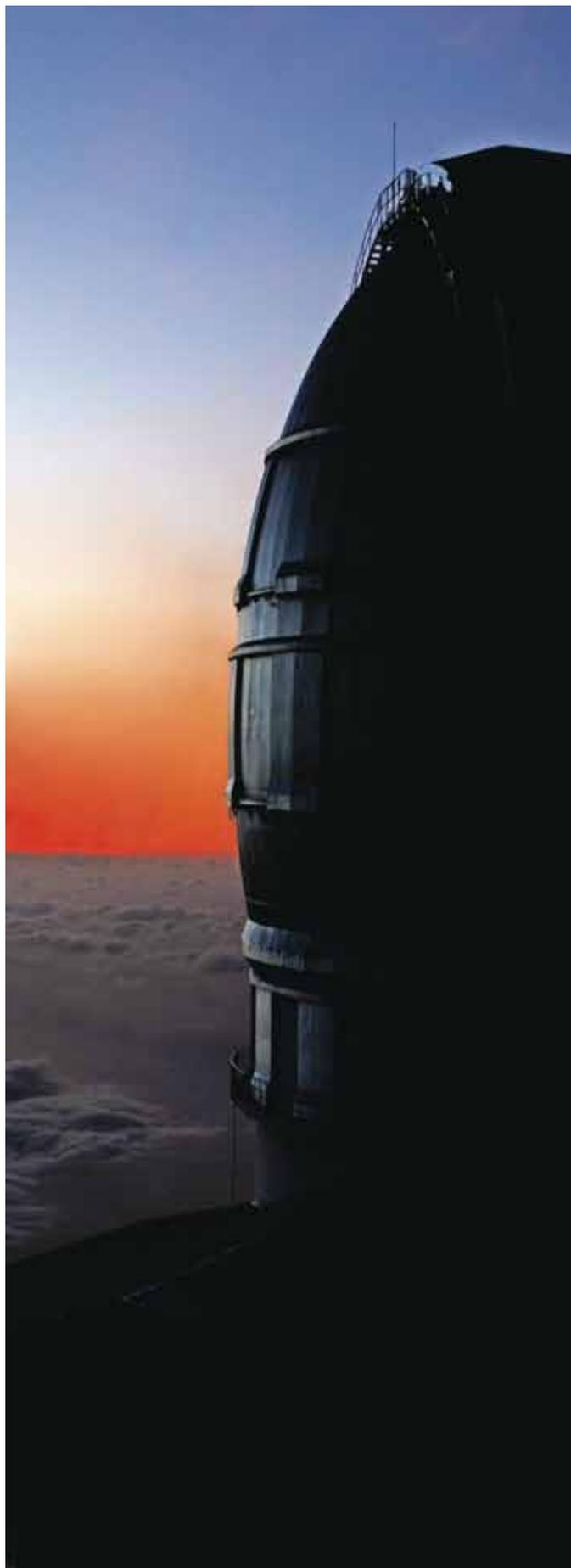
El BSC-CNS entregará en régimen de depósito y cesión de uso limitado al IAC los equipos informáticos, se encargará de los trabajos de instalación, del hardware y software necesarios para su correcto funcionamiento. El IAC por su parte se hará responsable de que el equipo esté operativo las 24 horas del día, los 365 días del año; dispondrá de acuerdo con los criterios establecidos de asignación de uso, para sí o para terceros con los que haya alcanzado un acuerdo, de un 20% de la capacidad de los equipos informáticos cedidos.

## **COLABORACIÓN CON LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

MEMORIA  
2007 IAC

16

El IAC y la Universidad Politécnica de Cartagena han firmado un Convenio Marco de Colaboración con el fin de estrechar relaciones, aunar esfuerzos que promuevan el intercambio de conocimiento científico y cultural y fomentar la formación científica entre ambas instituciones. Estos objetivos se concretan en la realización de proyectos conjuntos de investigación e instrumentación científica, el intercambio de investigadores y la organización de actividades docentes coordinadas.



# GRAN TELESCOPIO CANARIAS (GTC)

El Gran Telescopio Canarias (GTC) es el primer proyecto de “gran ciencia” liderado por España, para ser instalado en nuestro territorio. Es, además, un proyecto industrial de alto valor tecnológico con una importante participación de la industria de nuestro país. Está liderado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) a través de GRANTECAN S.A., empresa pública participada por el Estado Español, a través del Ministerio de Educación y Ciencia, y el Gobierno Autónomo de Canarias, a través de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes. También son coparticipes del proyecto, el Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM), el Instituto de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) de Puebla (México) y la Universidad de Florida (EEUU). Este telescopio, con un espejo primario segmentado de 10,4 metros de diámetro equivalente, se está completando su instalación en el Observatorio del Roque de Los Muchachos, en la Isla de La Palma

En julio del año 2007 se ha celebrado la ceremonia de Primera Luz del GTC bajo la presidencia de SAR el Príncipe de Asturias. La ceremonia, con casi trescientos invitados resultó un gran éxito (ver más adelante informe especial).

El comportamiento del Telescopio, dentro de la funcionalidad limitada que tenía en esas fechas, fue excelente y el control de los segmentos se llevó a cabo con gran facilidad. Esto ha puesto de manifiesto que el diseño y fabricación del telescopio ha sido correcto y que las prestaciones esperadas serán alcanzadas una vez concluida su puesta a punto.

**En los meses anteriores a este evento se completa y prepara para la Primera Luz el Telescopio y el resto de la instalación:**

- Se completan las pruebas en suelo y se instala en el foco Nasmyth B el Sistema de Adquisición y Guiado de dicho foco;

- Se prepara e instala en el telescopio el segundo lote de seis segmentos con lo que queda el telescopio con 12 segmentos instalados: un tercio de su superficie total, equivalente a la superficie de un telescopio de más de cinco metros de diámetro;



- Se realiza la puesta en marcha de los elementos electrónicos y del software de control de los tres espejos: primario, secundario y terciario, realizando la delicada metrología de calibración de las posiciones del espejo terciario;

- Se ajustan de nuevo los servos de movimiento de los ejes del telescopio, tras los cambios realizados en el telescopio por los elementos instalados, y se pone en marcha el software de movimientos elementales de los mismos;

- Se completa el pintado de la estructura del telescopio, la terminación del piso de la sala del telescopio y la limpieza de todas las superficies de esta sala, incluida la superficie interior de la cúpula y la estructura del telescopio;

- Se completan las partes de la obra civil que quedaron pendientes a la terminación del montaje del telescopio para no ser dañadas por los movimientos de camiones y grúas en su entorno.

Durante las actividades de Primera Luz es de destacar el buen comportamiento de la estructura del telescopio, la suavidad de sus movimientos y la repetibilidad de apuntado y, sobre todo, la bondad del comportamiento y control de los 12 segmentos del espejo primario que cumplían puntualmente todo tipo de instrucciones de movimientos, la calidad de la imagen que producían y la estabilidad y rigidez alcanzada. Todos estos resultados auguran los mejores resultados, una vez concluyan las tareas de puesta a punto del telescopio.

una audiencia que pudo seguir en todo el mundo la retransmisión en directo del evento por televisión e Internet. Presidida por SAR el Príncipe de Asturias, Astrofísico de Honor del Instituto Astrofísico de Canarias (IAC), la sesión informativa contó con la presencia del Presidente del Gobierno de Canarias, Paulino Rivero, y de la Ministra de Educación y Ciencia, Mercedes Cabrera. En sus discursos (\*), todos dedicaron elogios al Telescopio, al equipo que lo ha hecho posible, a la calidad de los cielos de La Palma, en definitiva, al desafío tecnológico y científico que iban a presenciar al caer la noche, cuando el GTC recibiera por primera vez en sus espejos la radiación de los objetos astronómicos.

Terminada la presentación del GTC y una vez descubierta la placa conmemorativa, el Príncipe de Asturias se dirigió a la Residencia del IAC, donde se le hizo entrega de una medalla de reconocimiento por su apoyo a la iniciativa *Starlight*. Su Alteza



*SAR el Príncipe de Asturias es recibido por Paulino Rivero y Francisco Sánchez y otras autoridades a su llegada al Observatorio del Roque de los Muchachos. (Foto cedida por Juan Arturo San Gil - Novafoto).*

Real mantuvo además una distendida charla con el guitarrista del legendario grupo Queen, Brian May. El músico y astrofísico le adelantó algunos detalles del concierto que se está preparando con motivo de la inauguración del GTC, prevista para el año 2009.

Los asistentes posaron para la foto oficial de familia, que tuvo lugar en la ladera situada a los pies del



telescopio. Posteriormente una reducida comitiva acompañó a SAR hacia la cumbre del Roque de Los Muchachos, a 2.426 m desde donde presenció un espectacular ocaso, mientras el resto de invitados lo hacía desde los alrededores de la Residencia. Terminada la cena, la comitiva se dirigió al GTC y atendió a las explicaciones de los técnicos e ingenieros que han hecho posible el funcionamiento de este proyecto de "gran ciencia". El recorrido por sus instalaciones finalizó en la sala de control poco antes de la medianoche, cuando el Príncipe de Asturias introdujo el comando para apuntar el telescopio al cielo. Fue entonces cuando el Gran Telescopio CANARIAS comenzó a obtener sus primeras imágenes del Universo: La primera estrella que se observó fue una estrella más débil y más próxima al Norte que la Estrella Polar, poco tiempo después con el Príncipe rodeado de astrónomos e ingenieros en la sala de control, el Telescopio fue apuntado a UGC 10923, una galaxia en interacción con grandes zonas de formación estelar.

Los invitados al acto fueron testigos desde la carpa situada junto a la Residencia, mientras que



*Arriba: El Príncipe y distintas autoridades durante el descubrimiento de la placa conmemorativa. Izquierda: El Príncipe en el momento en el que José L. Perestelo, Presidente del Cabildo de La Palma, le hace entrega de la medalla de apoyo a la iniciativa Starlight. Derecha: con el músico Brian May. (Fotos cedida por Juan Arturo San Gil - Novafoto).*

# PRIMERA LUZ

Primera Luz del Gran Telescopio CANARIAS GTC, presentación en sociedad del mayor telescopio del mundo.



*Distintas instantaneas desde la cumbre del Roque de los Muchachos esperando el ocaso.*

*(Fotos: izquierda fotógrafo José Luís González, cedida por la sección de Cultura - La Opinión; derecha, cedida por Juan Arturo San Gil - Novafoto)*

Telescopio CANARIAS (GTC) ante los más de 300 invitados, entre los que se encontraban científicos, autoridades, representantes de las instituciones de Estados Unidos y México participantes en el GTC y el equipo de GRANTECAN S.A., congregados en el ORM y



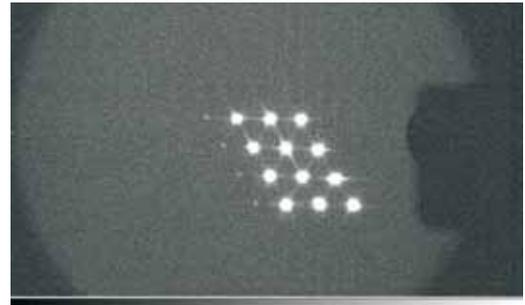
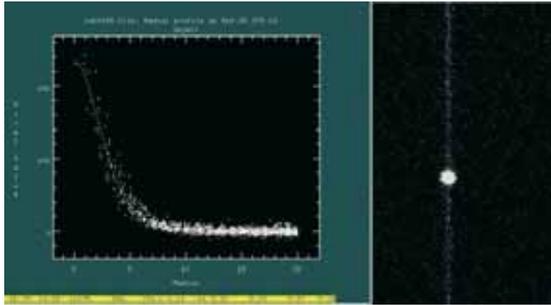
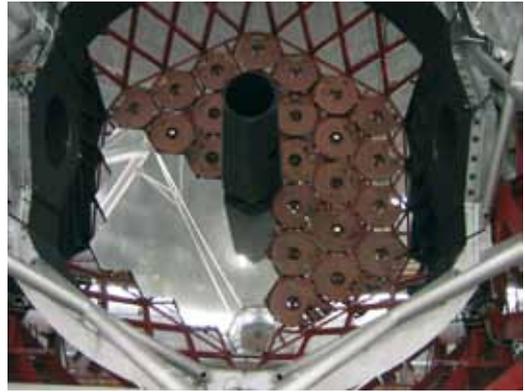
El telescopio óptico-infrarrojo de mayor tamaño del mundo recibió la noche del 13 de julio su Primera Luz desde el Observatorio del Roque de Los Muchachos (ORM), en la isla de La Palma. Por primera vez, un haz de fotones procedente de las inmediaciones de la Estrella Polar se reflejó en el espejo primario del Gran Telescopio CANARIAS. **El Príncipe de Asturias** fue testigo del éxito de las primeras observaciones de un telescopio con el que será posible captar el nacimiento de nuevas estrellas, estudiar más a fondo las características de los agujeros negros o descifrar los componentes químicos generados tras el Big Bang. El acto de Primera Luz comenzó con la presentación en sociedad del Gran



recónditos del Universo. (...)

Consideramos que es urgente hacer dos cosas: la primera es transferir las capacidades adquiridas a la industria para estimular en nuestro entorno campos que demandan última tecnología; la segunda es aprovechar estratégicamente nuestra experiencia y prestigio para estar en los grandes proyectos astronómicos para tierra y espacio que se están preparando, como el Telescopio Supergigante Europeo de más de 40 m de diámetro o el Gran Telescopio Solar".

- Pedro Álvarez, Director General de GRANTECAN S.A.



Izquierda: Primera estrella medida con el Gran Telescopio CANARIAS (GTC). La estrella Tycho 1205081, cercana a Polaris, con los 12 segmentos del GTC apilados. El gráfico de la izquierda muestra un corte a través de la imagen. Dicha técnica se utiliza en astronomía para calcular la calidad óptica, que en este caso es de 0.6 segundos de arco, un resultado que supone un logro importante para una primera luz de un telescopio segmentado.

Derecha: Configuración óptica desapilada, de modo que son visibles las imágenes de la estrella Tycho 1205081 producidas por cada uno de los 12 segmentos montados.

Demostración del sistema de control del espejo primario del Gran Telescopio CANARIAS.



Se trata de un montaje: cada una de las letras se ha obtenido utilizando, sucesivamente, las doce imágenes de Tycho 1205081 producidas por los doce segmentos instalados en el telescopio. Apenas unas horas después de la Primera Luz del Gran Telescopio CANARIAS (GTC), y en presencia de su Alteza Real, el Príncipe de Asturias, el GTC fue

MEMORIA  
2007 IAC

20



apuntado a UGC 10923, una galaxia en interacción con grandes zonas de formación estelar. Su imagen, que fue obtenida en 50 segundos de integración en cada uno de tres filtros (V, R e I), muestra el potencial futuro del GTC, pues se obtuvo con una pequeña cámara de prueba, y con todo el sistema en pruebas.

las imágenes de la Primera Luz eran difundidas también en directo a los telespectadores e internautas de todo el mundo.

En la noche de su Primera Luz, el GTC dispuso de 12 de los 36 segmentos hexagonales que conformarán su espejo primario cuando finalice la fase de montaje y ajustes. Para obtener sus primeras imágenes hubo que "poner de acuerdo" a los 12 espejos montados o, utilizando la expresión técnica, apilar la óptica del telescopio para que coincidieran en el mismo punto las 12 imágenes del objeto apuntado. Para ello se usó un dispositivo que produjo una imagen fácilmente visible del plano focal. Posteriormente, con una cámara de pruebas, se consiguió un apilado mucho más preciso. He aquí las primeras imágenes alumbradas por el GTC.



**\* Lo que dijeron: declaraciones de las autoridades**

- SAR el Príncipe de Asturias, D. Felipe de Borbón

*"Me alegra poder regresar a estas queridas Islas Canarias y, muy especialmente, poder subir una vez más aquí, al Observatorio del Roque de los Muchachos, lugar emblemático de La Palma, la "Isla Bonita", donde se aúnan los avanzados telescopios que indagan el Universo, con un patrimonio histórico-artístico único, y la más impresionante naturaleza, soporte de una importante agricultura. (...)*

*Hoy asistimos a su feliz botadura. Un acto que nos permite destacar la extraordinaria calidad técnica de este portal científico y al mismo tiempo el orgullo de las Islas Canarias en España. (...)*



(Fotografía José Luís González, cedida por la sección de Cultura - La Opinión)

*Es para el astrónomo un momento tan importante como para el marino la botadura de un buque, cuando por primera vez se adentra en el agua y flota, aunque todavía le quede zarpar en su primera navegación (...).*

*Todo ello será posible desde este bello y agreste rincón de la Villa de Garafía. Nuestros astrofísicos podrán escudriñar los cielos palmeros, no contaminados y plenos de estrellas, con este potente telescopio español en busca de lo desconocido".*

- Mercedes Cabrera, Ministra de Educación y Ciencia

*"El Gran Telescopio CANARIAS supone un paso más en el afán por hacer más y mejor ciencia, por promover el desarrollo tecnológico e industrial y ser fiel reflejo del espíritu que emana de este nuevo Plan Nacional, así como ejemplo de hacia dónde queremos ir en materia científica para situar a España en la vanguardia del conocimiento, hacer de la I+D+i un factor de mejora de la competitividad empresarial. (...)*

*Asimismo, este acto de la Primera Luz del Gran Telescopio CANARIAS y su puesta en marcha son muestra de la apuesta por acercar la ciencia a la sociedad, objetivo principal de este año 2007, declarado Año de la Ciencia".*

- Paulino Rivero, Presidente del Gobierno de Canarias

MEMORIA  
IAC 2007

21

*"La Palma es una isla feliz, y toda Canarias ve realizado este sueño. Las cumbres de La Palma se han convertido en la envidia del mundo. (...)*

## **DURANTE 2007**

*El Gran Telescopio CANARIAS será una buena señal que alumbrará nuestro camino y este acto es toda una apuesta por la ciencia, la investigación y el desarrollo tecnológico. Hoy es un buen día para demostrar de lo que es capaz Canarias cuando cuenta con los medios suficientes, mostrándose como unas islas que miran al Universo".*

- Francisco Sánchez, Director del Instituto de Astrofísica de Canarias

*"Quisiera resaltar que esta noche es la fiesta de la Tecnología. La de la Ciencia vendrá un año después, cuando los primeros descubrimientos científicos del Gran Telescopio CANARIAS lleguen. Hoy nuestras miradas son para el gran instrumento, esta máquina maravillosa hecha para llegar a los rincones más*

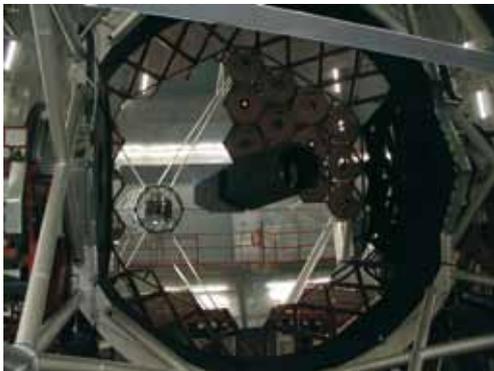
*"Hacer hoy un telescopio como el Gran Telescopio CANARIAS, el mayor hasta ahora construido, no es tarea fácil. No es algo que se puede encargar. No es algo de catálogo. Es algo único y singular. Es algo que, para llegar hasta aquí, ha requerido de mucho tiempo, esfuerzo y tesón. (...)*

*El desarrollo del GTC fue cuidadosamente planificado para alcanzar unas metas muy concretas. Pretendíamos dotar a la comunidad astronómica española de un instrumento propio muy competitivo. Y estamos próximos a lograrlo. Pretendíamos mantener a los observatorios de Canarias entre los primeros del mundo. Y está hecho. Pretendíamos estimular a la industria española hacia la tecnología avanzada. Y la hemos estimulado, y son grandes las expectativas de futuro".*

llevará a cabo un seguimiento de los vertidos en colaboración con laboratorios certificados y expertos en el tratamiento de residuos. Como ocurre en las restantes instalaciones del ORM y como ha ocurrido durante toda la instalación del telescopio, con el GTC se pretende ser muy cuidadosos con el entorno del Roque de Los Muchachos, siendo escrupulosos en el tratamiento de todos los residuos generados y en el cumplimiento de la legislación en estas materias.

En el terreno de la **instrumentación científica**:

- En los laboratorios del IAC continua la integración y pruebas del instrumento **OSIRIS**, primero que se instalará en el telescopio, a mediados de 2008;



2008 como posible nuevo instrumento del GTC.

MEMORIA  
2007 IAC

22

A lo largo del próximo año se completará la puesta a punto (o "commissioning") del GTC y se iniciarán las labores de operación científica. El "Día Uno" del GTC tendrá lugar a finales de 2008.

Está previsto ofrecer a la comunidad científica del GTC tiempo de observación para la verificación científica del telescopio y de los dos primeros instrumentos, **OSIRIS** y **CanariCam**, a lo largo del semestre 2008B, entre septiembre 2008 y febrero 2009. Esta llamada especial de propuestas de observación se realizará en el verano de 2008.

Las propuestas de observaciones a realizar en el semestre siguiente, el semestre 2009A que

En los laboratorios del Departamento de Astronomía de la Universidad de Florida (EEUU), se ha completado la integración de **CanariCam** y sus pruebas funcionales. Este año se han realizado las pruebas de aceptación y, con seguridad, a principios del próximo estas pruebas serán superadas y se procederá a su envío al ORM. **CanariCam** será el segundo instrumento a instalar en el telescopio y, junto con **OSIRIS**, serán los dos instrumentos operativos en Día Uno.

- El IAC, en colaboración con los restantes miembros del consorcio que lo respalda, avanza en la fabricación del instrumento **EMIR**, el primero de los instrumentos de segunda generación del GTC. Su instalación en el telescopio está prevista para el año 2010.

- El instrumento **FRIDA**, que diseña el Instituto de Astronomía de la UNAM, en México, en colaboración con otras instituciones como el IAC, la Universidad de Florida, la Universidad Complutense de Madrid, etc., progresa en su diseño preliminar. La revisión de este diseño (PDR) tuvo lugar en agosto de este año. **FRIDA** tiene previsto ser instalado en el telescopio en el año 2011;

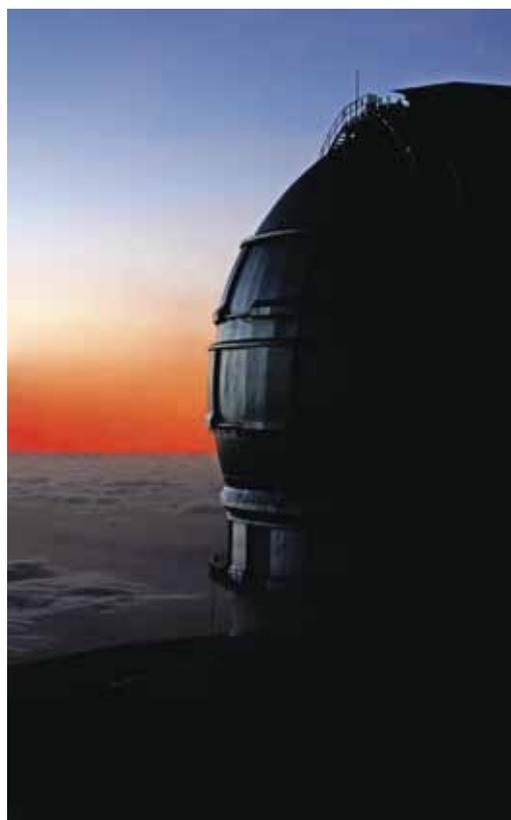
- El instrumento **CIRCE**, que fabrica la Universidad de Florida, será un instrumento visitante en el telescopio ofrecido a toda la comunidad del GTC. Su instalación está prevista para finales de 2009;

- El Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), liderando un amplio consorcio internacional, ha trabajado en la concepción de un nuevo instrumento para el GTC denominado **SIDE** que está propuesto como un espectrógrafo (realmente serán varios espectrógrafos) de baja y media resolución, en el rango visible e infrarrojo próximo, alimentados por fibras ópticas, individuales y múltiples (como unidades de campo integral o IFUs), configurables en el plano focal del GTC por un robot específico. Esta propuesta será evaluada a lo largo del próximo

Durante el resto del año, ya **con posterioridad a la Primera Luz**, se avanza en la terminación de la instalación y el avance del telescopio en las tareas de su puesta a punto:

- Para corregir un problema encontrado en la manipulación de los primeros segmentos, se diseña, fabrica e instala un sistema de rigidización de los soportes de los segmentos;
- Se preparan 12 nuevos segmentos y se instalan en el telescopio. Así, al finalizar el año, se tienen instalados dos tercios de la superficie total del espejo primario, una superficie equivalente a la de un telescopio de ocho metros de diámetro;
- Se instalan los sistemas de sensores de temperatura de los segmentos, que estaban pendientes de instalación, y que permitirán optimizar el espejo primario en función de la temperatura de cada segmento;
- Se evalúan diferentes sistemas de limpieza de la superficie aluminizada del espejo secundario (utilizando superficies simuladas de M2) y se selecciona el más adecuado para ser utilizado en la futura limpieza del mismo;
- En el control del telescopio se avanza en el software de apuntado y seguimiento para la compensación de la rotación terrestre;
- Se completa el diseño de un sistema de suministro de helio gas a presión para el suministro a instrumentos de observación infrarroja que requieren de temperaturas muy bajas, tales como **CanariCam**, **EMIR** o **FRIDA**, y se inicia su instalación en el telescopio;
- Se mejora el comportamiento de la compuerta grande de observación de la cúpula instalando un sistema de rodadura más robusto. La apertura de esta compuerta mejora sensiblemente y se alcanza ya una apertura casi completa;
- Se inicia la revisión y mejora de los carretones de rotación de la cúpula y se instala el sistema de referenciación absoluta de posición;
- Se inicia la mejora del software embebido de control de la cúpula y la instalación de un sistema de comunicación segura entre la parte fija y la rotante;
- Se completa el diseño del sistema de calibración de instrumentos y se inicia su fabricación. Se contrata a la empresa francesa SESO la fabricación del espejo de iluminación;

- Se completa el diseño del sistema de protección contra luz indirecta a instalar junto al espejo secundario y se inicia su fabricación;
- Se continúa con las actividades de diseño de detalle del sistema de Óptica Adaptativa del telescopio. La revisión de este diseño (ADR) está prevista para principios de 2008. La actual planificación prevé su instalación en el GTC a lo largo del año 2010;
- Se inicia el diseño de los elementos necesarios para la puesta en funcionamiento de los focos Cassegrain plegados o "Folded Cass";
- Se prepara el sistema de gestión de propuestas científicas de observación y las interfaces con los Comités de Asignación de Tiempos (CATs) que han de seleccionar las mejores propuestas de observación;
- Se ha instalado una nueva planta depuradora en las instalaciones del GTC para mejorar el tratamiento de aguas residuales de la instalación y disponer de un mayor control y seguimiento de este tratamiento que permita asegurar el cumplimiento de la normativa al respecto,. Su puesta en marcha está prevista para principios del año 2008. A la vez que se realice esta puesta en marcha, se



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

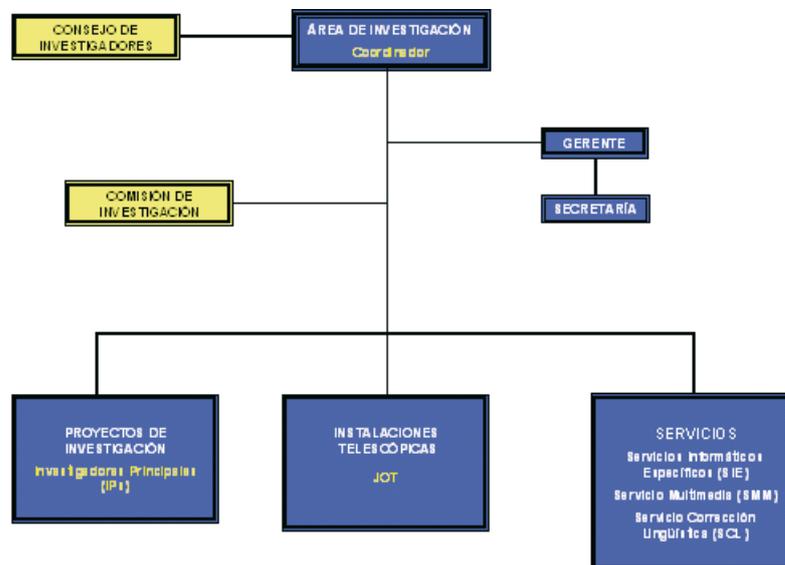
Cada uno de los 44 Proyectos individuales, actualmente vigentes, está dirigido y gestionado por un "Investigador Principal" (IP) y aglutina la dedicación formal (total o parcial) de investigadores pre y post-doctorales del IAC. Las vinculaciones y colaboraciones con investigadores de otros centros están reconocidas e incentivadas.

El personal adscrito al Área (con relación contractual) se eleva a 158 personas (99 doctores y 59 doctorandos), además de 9 Investigadores Afiliados y 10 doctores con el status de "Colaborador" adscritos al Área, quienes participan en distintos proyectos.

Durante el año 2007 se aprobaron 20 proyectos de investigación dirigidos por investigadores del IAC, dentro de los Programas Nacionales de Astronomía y Astrofísica y del Espacio del Plan Nacional de I+D+i, por un total de 4,7 M€, lo que supera ampliamente el presupuesto interno del Área de Investigación. A través de los proyectos del Plan Nacional se incorporaron al IAC 7 nuevos postdocs (incluyendo 1 Juan de la Cierva). También se aprobó la incorporación de 4 nuevos investigadores a través del Programa Ramón y Cajal. Además, se solicitaron 5 nuevos proyectos de investigación a los Planes Nacionales, por valor de 1,6 M€, que deberán ser aprobados, en su caso, a lo largo de 2008.

Igualmente ha habido una intensa actividad de Seminarios y Coloquios en el Área. A lo largo de 2007, 5 investigadores de otras instituciones han sido invitados a dar un Coloquio en el IAC (una charla con una estancia de algunos días para favorecer la discusión), y otros 72 investigadores han impartido Seminarios y Charlas.

Finalmente, cabe destacar que durante 2007 se ha alcanzado un nuevo máximo en el número de



## Actividad Investigadora

Finalmente, la actividad netamente investigadora en el IAC se estructura en **Proyectos de Investigación** que actualmente se engloban en once líneas de investigación temática y que abarcan la mayoría de campos de la Astrofísica tanto teórica como observacional o instrumental. Las Líneas de Investigación actuales en el IAC son: Estructura del Universo y Cosmología; Estructura de las Galaxias y su Evolución; Estructura de las Estrellas y su Evolución; Materia Interstelar; El Sol; Sistema Solar; Historia de la Astronomía; Óptica Atmosférica y Alta Resolución Espacial; Instrumentación Óptica; Instrumentación Infrarroja y Astrofísica desde el Espacio.

Corresponde al Área de Investigación la "elaboración y desarrollo de Proyectos de Investigación en el campo de la Astrofísica y en áreas relacionadas con ella". A fin de cumplimentar sus objetivos, el Área tiene una estructura organizativa, de gestión y de servicios enfocada a facilitar y encauzar el desarrollo de la actividad investigadora.

El Área está encabezada por el **Coordinador de Investigación** como responsable directo de las actividades de investigación del IAC. El **Consejo de Investigadores** es el órgano asambleario del Área y en él están presentes todos los Doctores que realizan su actividad investigadora en el Centro, con una antigüedad de al menos seis meses en el IAC. Tiene como máximas atribuciones el proponer el nombramiento (y, en su caso, el cese) del Coordinador, así como valorar sus informes de Gestión y los de las comisiones que de él dependen.

Para asistir al Coordinador en el desempeño de sus funciones, existe la **Comisión de Investigación**, que él mismo preside, y de la que forman parte el Director del Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna y cinco doctores del centro, uno de ellos elegido por los estudiantes de Doctorado. Si bien es éste un órgano consultivo del Coordinador, para estudiar todos los asuntos relativos a la investigación y proponer las resoluciones pertinentes a los órganos competentes, éste lleva a través de la misma una dirección colegiada del Área de Investigación.

La organización del Área se apoya en la Secretaría y cuatro Servicios. La **Gerencia**, que dirige la Secretaría, tiene como misión la de asistir al Coordinador en sus funciones y llevar a cabo, bajo sus directrices, la gestión interna del Área. La **Secretaría** (compuesta por tres administrativos) asiste al Coordinador y al Gerente en las tareas administrativas y de gestión, a la vez que ofrece apoyo al personal investigador. Los Servicios del Área comprenden la **Operación de las Instalaciones Telescópicas del IAC**, los **Servicios Informáticos Específicos**, el **Servicio Multimedia** y el **Servicio de Corrección Lingüística**.

**Operación de las Instalaciones Telescópicas.** Se lleva a cabo de modo estructurado y en colaboración con el Área de Instrumentación y la propia Administración del Observatorio. Los objetivos de esta unidad son optimizar el uso de los telescopios y la instrumentación específica, posibilitar la máxima explotación científica de las observaciones y apoyar el acceso a las instalaciones de científicos de la comunidad nacional e internacional. Se estructura en un "Jefe de Operaciones de las instalaciones Telescópicas" (JOT), astrónomo experimentado, y a su cargo están los "Operadores" de los telescopios, los "Técnicos de Operaciones Telescópicas" (en formación) y los "Astrónomos de Soporte" (AS), investigadores contratados con dedicación preferente (70%) a labores concretas relacionadas con las instalaciones telescópicas del IAC en el OT y el ORM y con las noches de servicio CAT para otras instalaciones, en telescopios, instrumentación y el apoyo a los astrónomos necesario para que obtengan el máximo partido. Los avances en este servicio pueden encontrarse en el informe del correspondiente Proyecto de Investigación.

## Servicios

- **Servicios Informáticos Específicos (SIE).** Su misión es la instalación, mantenimiento y asistencia al usuario, en lo que concierne a todo el software de uso astronómico. El Servicio cuenta con un astrónomo responsable y gestor del mismo, y la adscripción de un investigador postdoctoral y un ingeniero que dedican una buena parte de su tiempo a estas labores de soporte.

- **Servicio MultiMedia (SMM).** Ofrece apoyo a los usuarios en todo lo referente a temas gráficos, tratamiento de imágenes, elaboración de ilustraciones o pósters y trabajos de vídeo o de infografía 3D. El Servicio está compuesto por tres técnicos especializados y es coordinado por un investigador senior del Área.

- **Servicio de Corrección Lingüística (SCL).** Encargado de la revisión de textos de investigación astrofísica en lengua inglesa, destinados a ser publicados en revistas especializadas del campo. El servicio está formado por un técnico especializado.

# ESTRUCTURA DEL UNIVERSO Y COSMOLOGÍA

datos obtenidos presentan evidencia adicional de una fuerte disminución en la temperatura de la radiación de fondo hacia el centro del supercúmulo, en una región donde no se conocen cúmulos de galaxias. La disminución podría tratarse de un efecto Compton inverso de los fotones del Fondo de Microondas al atravesar una gran estructura de plasma a escalas supercumulares pero el análisis que se ha llevado a cabo de simulaciones hidrodinámicas de la estructura a gran escala del Universo asigna una probabilidad bastante baja a este fenómeno por lo que todavía se requiere encontrar una explicación al mismo. Se continúa el estudio de la población de galaxias en esta región utilizando datos de Sloan y de una exploración espectroscópica que se lleva a cabo con el telescopio WHT.

Se trabaja en la preparación para la explotación científica del satélite Planck cuyo lanzamiento está previsto para finales del 2008. Concretamente se está involucrado en los grupos de trabajo sobre desviación de la gaussianidad, anisotropías secundarias y ciencia galáctica. En el primer caso se trabaja principalmente en el estudio de los campos magnéticos primordiales como agentes causantes de fluctuaciones de carácter no gaussiano.

En colaboración con el Instituto Max Planck de Astrofísica se ha realizado una predicción teórica de cuáles son los rasgos espectrales procedentes de la época de la recombinación del helio en el Universo ( $z \sim 2500$ ) que se espera ver impresos en el Fondo Cósmico de Microondas en forma de distorsiones del espectro de cuerpo negro. Los resultados obtenidos complementan a los obtenidos en años anteriores y constituyen el cálculo más completo y detallado existente en la actualidad de las líneas espectrales generadas en la recombinación. La medida de estos rasgos constituiría un test fundamental para el modelo cosmológico y proporcionaría una determinación independiente de varios parámetros cosmológicos, en particular, de la densidad total de materia bariónica.

Se ha trabajado en la aplicación de las técnicas de exploración de parámetros que se usan en Cosmología (cadenas de Markov) al problema de la inversión de perfiles de Stokes en líneas

espectrales.

## ASTROFÍSICA RELATIVISTA Y TEÓRICA (P6/88)

**E. Mediavilla.**

**J. Buitrago, M. Serra, A. Oscoz y S. Hajjawi.**

E. Falco (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); E. Simonneau (IAP, Francia); L. Popovic, (Obs. Astronómico Belgrado, Yugoslavia); R. Gil-Merino (Univ. de Cantabria); C.S. Kochanek (Univ. de Ohio, EEUU). P. Gómez (GTC), T. Mediavilla y O. Ariza (UCA), C. González-Morcillo (UCLM); J. Jiménez (UGR).

## Introducción

### *Lentes Gravitatorias*

El estudio de las lentes gravitatorias proporciona poderosas herramientas para medir diversos parámetros cosmológicos, tales como la constante de Hubble, la densidad de materia del Universo o la constante cosmológica. La constante de Hubble se puede obtener a partir del retraso entre las curvas de luz de dos imágenes de un sistema múltiple de QSOs y de una estimación de la masa del objeto que actúa como lente. Desde 1995, el grupo de Lentes Gravitatorias está llevando a cabo un seguimiento fotométrico de varios sistemas lente para obtener estimaciones fiables de la constante de Hubble. Por otro lado, para determinar  $\lambda_0$  y  $\Omega_0$  se estudia, en colaboración con el grupo de lentes gravitatorias del CfA, la incidencia estadística de sistemas múltiples de QSOs en una muestra de radiofuentes adecuadamente seleccionada.

Otra de las aplicaciones de las lentes gravitatorias es el estudio de la materia oscura en galaxias a partir de la detección de eventos de *microlensing*. Varios de los programas que se desarrollan en este Proyecto están relacionados con la materia oscura directamente o a partir del estudio de los modelos de lente gravitatoria: detección de eventos de *microlensing* en las curvas de luz de los sistemas bajo seguimiento fotométrico, estudio teórico y observacional de la influencia del *microlensing* en las líneas de emisión de los QSOs en el óptico y

## **ANISOTROPÍA DEL FONDO CÓSMICO DE MICROONDAS (P5/86)**

**R. Rebolo.**

**J.A. Rubiño, S. Hildebrandt, C.M. Gutiérrez, S. Iglesias Groth, C. Padilla, R. Génova Santos, E. Battistelli y R Hoyland.**

R. Watson, R. Davis, R. Davies (Jodrell Bank, Reino Unido); M. Hobson, R. Saunders, K. Greinge (Cavendish Astrophys. Group, Reino Unido); J. Dellabrouille, G. Patachon (College de France, Francia); F. Atrio (Univ. de Salamanca); E. Martínez-González, J.L. Sanz (IFCA, Cantabria); R. Sunyaev (MPA, Alemania); M. de Petris, L. Lamagna (Univ. La Sapienza, Roma, Italia).

### **Introducción**

El Proyecto persigue determinar las variaciones espaciales en la temperatura del Fondo Cósmico de Microondas en un amplio rango de escalas angulares que van desde pocos minutos de arco hasta varios grados. Las fluctuaciones primordiales en la densidad de materia, que dieron origen a las estructuras en la distribución de materia del Universo actual, debieron dejar una huella impresa en el Fondo de Microondas en forma de irregularidades en la distribución angular de su temperatura. Experimentos como el COBE (galardonados dos de sus investigadores principales con el Premio Nobel de Física 2006) o el de Tenerife han mostrado que el nivel de anisotropía a escalas angulares de varios grados está en torno a  $1 \times 10^{-5}$ . La obtención de mapas del Fondo de Microondas a varias frecuencias y con sensibilidad suficiente para detectar estructuras a estos niveles es fundamental para obtener información sobre el espectro de potencias de las fluctuaciones primordiales en densidad, la existencia de un periodo inflacionario en el Universo muy temprano y la naturaleza de la materia y energía oscura. Recientemente el satélite WMAP ha conseguido mapas del Fondo Cósmico de Microondas que han permitido establecer cotas sobre múltiples parámetros cosmológicos. El Proyecto concentra sus esfuerzos en realizar medidas a más alta resolución espacial y sensibilidad que las obtenidas por este satélite utilizando para ello el experimento interferométrico Very Small Array, y en tratar de entender los agentes de emisión galáctica

que contaminan las medidas cosmológicas a grandes escalas con los datos que proporciona el experimento COSMOSOMAS.

A finales del año 2008 tendrá lugar el lanzamiento del satélite Planck de la Agencia Espacial Europea en cuya carga útil se ha participado aportando entre otras cosas, el sistema de control digital de uno de los dos instrumentos del satélite y la programación del software de abordo para control del instrumento. El equipo participará plenamente en la explotación científica de datos que van a mejorar en sensibilidad y resolución los mejores datos disponibles sobre el Fondo Cósmico de Microondas. Las nuevas medidas permitirán refinar las cotas sobre múltiples parámetros cosmológicos y quizá descubrir nuevos fenómenos en las etapas más tempranas del Universo. El satélite permitirá también realizar medidas de polarización aunque no fue el objetivo con el que fue diseñado. El Proyecto comienza una nueva fase con la que se pretende explorar el potencial de estas medidas para extraer información sobre Inflación y la amplitud de los modos tensoriales asociados con ondas gravitacionales primordiales. Se pretende desarrollar un experimento en el Observatorio del Teide (QUIJOTE CMB) que complementa al satélite Planck en un rango de frecuencias más bajo (entre 10 y 30 GHz) proporcionando medidas de carácter único para conocer la polarización de los procesos de emisión galácticos (principalmente emisión sincrotrón y anómala) y mejorar la corrección que precisa el satélite Planck para dilucidar la señal de origen cosmológico.

### **Evolución del Proyecto**

Han continuado las observaciones de varios campos con el VSA en su configuración superextendida con el fin de establecer el espectro de potencias angular del Fondo Cósmico de Microondas en multipolos más altos de 1.000. Estas medidas mejorarán las actuales restricciones sobre el índice del espectro de potencias de las fluctuaciones primordiales en densidad y por tanto los límites impuestos a varios modelos inflacionarios.

También se han realizado nuevas observaciones del supercúmulo de galaxias de Corona Borealis con esta nueva configuración del instrumento. Los

estos resultados ha habido que obtener modelos de lente para más de 20 sistemas y llevar a cabo un gran número de simulaciones de mapas de *microlensing* para obtener modelos estadísticos de magnificación para diferentes valores de la fracción de masa en objetos compactos. Se está preparando un artículo con los resultados con la intención de publicar el método y su aplicación práctica. También se ha hecho un gran esfuerzo para solicitar tiempo en grandes telescopios. Se han obtenido varios periodos de observación en MMT, Magellan y VLT y se ha comenzado con la reducción de datos.

También se ha continuado con los estudios teóricos para formalizar la técnica del *Inverse Polygon Mapping*, derivando una expresión para el error cometido en la determinación de los mapas de magnificación. Estos resultados se presentaron en un charla invitada en la *School on Gravitational Lens Modeling* de la RTN ANGLES. También se ha preparado una versión del código de cálculo de mapas de magnificación para difundirla entre la comunidad científica. Los resultados del código basado en el algoritmo desarrollado por el grupo suponen un ahorro tan grande de tiempo que no es necesaria su paralelización. Para estudios que impliquen el cálculo de un gran número de mapas de magnificación es suficiente un sistema de colas como CONDOR. Los primeros resultados del grupo basados en el estudio de *microlensing* con mapas de magnificación se han publicado recientemente. Incluyen un estudio sobre la fracción de masa en objetos compactos que explicaría la variabilidad en las líneas de emisión observada en el sistema J 1004. Por otro lado, se están aplicando los nuevos programas al estudio de la influencia de la función de masas de objetos estelares y sub-estelares en galaxias lente en la distribución estadística de la magnificación inducida por el efecto microlente.

En lo que respecta a la fotometría, este año se han hecho progresos en los tres frentes de actuación: telescopios IAC-80, NOT y HST. Se ha continuado con el seguimiento fotométrico con el telescopio IAC-80. Se han analizado las curvas de luz de 0124 (obteniéndose una estimación para el retraso temporal) y se han obtenido las curvas de luz de J 1004. En el telescopio NOT se ha observado 2237 en varias épocas diferentes con una colección de filtros estrechos que han permitido detectar la incidencia de cromaticidad en este sistema. Se ha elaborado un modelo de cruce por cáustica para explicar esta cromaticidad y estudiar el tamaño de la fuente no resuelta del continuo del quasar. Las imágenes del telescopio HST de un conjunto de 7 lentes ya están completamente reducidas y se han derivado las curvas de extinción en las galaxias lente.

Finalmente, en 2007 el grupo de lentes ha organizado, por tercera vez, los Encuentros Relativistas Españoles.

*Cúmulos de galaxias, evolución de estructuras a gran escala y Cosmología*

En 2007 se han publicado los resultados de la reformulación de la electrodinámica clásica en lenguaje spinorial. También se ha trabajado en la reformulación clásica de la QCD en términos de Spinors de Weyl obteniendo ecuaciones clásicas de movimiento de los quarks libres que pueden aplicarse a los primeros instantes del Universo cuando la materia se encontraba en un estado formado por un plasma de quarks y gluones.

## **SIMULACIÓN NUMÉRICA DE PROCESOS ASTROFÍSICOS (3I1303)**

**F. Moreno-Insertis.**

**J. Trujillo Bueno, M. Balcells Comas, A. Asensio Ramos, I Martínez Valpuesta y A. Tortosa Andreu.**

K Galsgaard (Niels Bohr Institute/Univ de Copenhagen, Dinamarca); I. Ugarte-Urra (NRL, Washington, EEUU); A. Hood (Univ. St Andrews, Escocia, Reino Unido); M Cheung (Lockheed Martin Solar Physics Lab., California, EEUU); A. Vögler (Univ. de Utrecht, Países Bajos); C. González García (Univ. Autónoma de Madrid); M. Eliche Moral (Univ. Complutense de Madrid); A. Burkert (Obs. de Munich, Alemania); L. Ciotti (Univ. de Bolonia, Italia); R. Peletier (Kapteyn Astronomical Inst., Groningen, Países Bajos).

## **Introducción**

La simulación numérica mediante códigos complejos de ordenador es una herramienta fundamental en la investigación física y en la técnica desde hace décadas. El crecimiento vertiginoso de las capacidades informáticas junto con el avance notable de la matemática numérica ha hecho accesible a los centros de investigación de tamaño medio esta rama de la investigación, a caballo entre la Física teórica y experimental. La Astrofísica no es excepción a lo anterior, habiéndose desarrollado desde finales de los años 70 una especialidad de la misma, la *Astrofísica Computacional*, que ha permitido llegar a comprender gran variedad de fenómenos inaccesibles a la investigación teórica pura y dar cuenta de observaciones hasta entonces inexplicadas. Su mayor campo de aplicación en las décadas pasadas han sido los fenómenos

en rayos X y observaciones espectroscópicas en 2D de los sistemas lente conocidos. La detección de eventos de *microlensing* y su análisis teórico constituyen, también, una herramienta poderosa para el estudio de las regiones no resueltas en los núcleos activos de galaxias y cuásares.

### *Cúmulos de galaxias, evolución de estructuras a gran escala y Cosmología*

El estudio de la abundancia relativa de los cúmulos de galaxias es muy importante para conocer el contenido de materia del Universo y determinar correctamente los parámetros relacionados con su geometría y evolución. Particularmente interesante es el estudio de sistemas de galaxias de baja masa que no pueden ser identificados a partir de la emisión en rayos X típicas de los grandes cúmulos. Se propone el uso de algoritmos innovadores, como el de Voronoi, para identificar con fiabilidad sistemas de galaxias a partir de imágenes antes de recurrir a su confirmación espectroscópica.

Otro objetivo de este programa es tratar analíticamente la evolución gravitatoria de un campo de fluctuaciones de densidad, de forma que sea posible, entre otras cosas, obtener la estadística del campo actual dado el inicial. A este fin hay que desarrollar, por un lado, aproximaciones Lagrangianas, válidas hasta la formación de cústicas, y, por otro, aproximaciones que permitan tratar la formación de cústicas.

El estudio del crecimiento de estructuras primordiales en el Universo que pueden dar lugar a las estructuras que hoy observamos, tales como supercúmulos, filamentos y vacíos, es uno de los temas de mayor interés en la Cosmología actual. El trabajo se centra en aspectos teóricos y fenomenológicos de la evolución no lineal de las fluctuaciones de densidad, intentando aplicar en lo posible métodos analíticos que puedan favorecer la comprensión de los procesos que tienen lugar en la formación de estas estructuras.

### *Altas energías*

Varios miembros del Proyecto han tenido la oportunidad de participar en el seguimiento fotométrico de objetos muy energéticos, como supernovas o GRBs. El interés del seguimiento de las supernovas radica en su papel de candelas calibrables. Por otro lado, tras la confirmación de su naturaleza extragaláctica, los GRBs presentan gran interés para la astrofísica relativista.

### **Algunos resultados relevantes**

La reformulación clásica de las teorías gauge en términos de los espinores de Weyl ha permitido hacer una descripción clásica del movimiento de los quarks que podría aplicarse a las primeras etapas del Universo cuando la materia se encontraba en un estado formado por un plasma de quarks y gluones. Un resultado con profundas implicaciones teóricas es que el formalismo espinorial permite dar a la vez una interpretación cuántica y clásica. Es decir, propiedades de las partículas de espín semi-entero que habitualmente son consideradas como intrínsecamente cuánticas pueden derivarse como un resultado clásico bajo este formalismo.

Se ha propuesto una estrategia para extender el método basado en el efecto microlente para estudiar la abundancia de *machos* (objetos compactos del halo de las galaxias) al dominio extra-galáctico. Los resultados obtenidos hasta el momento por las colaboraciones MACHOS, EROS, AGAPE y MOA en La Vía Láctea y Andrómeda son discrepantes e indican que la fracción de *machos* podría variar entre menos del 8% y el 60%. Los resultados preliminares basados en datos de la literatura indican que la fracción de *machos* es muy pequeña y que tal vez sólo estamos viendo *microlensing* por la población estelar normal de las galaxias.

### **Evolución del Proyecto**

#### *Lentes Gravitatorias*

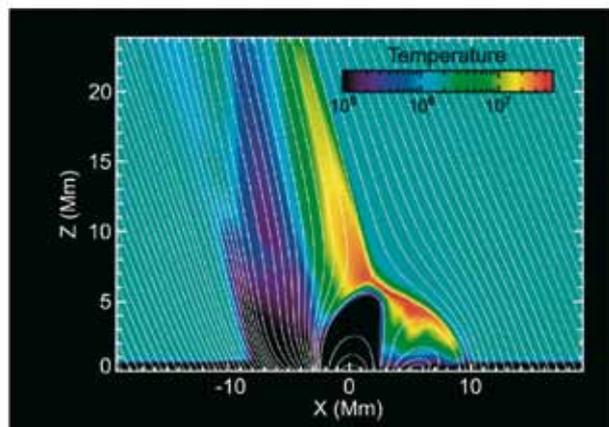
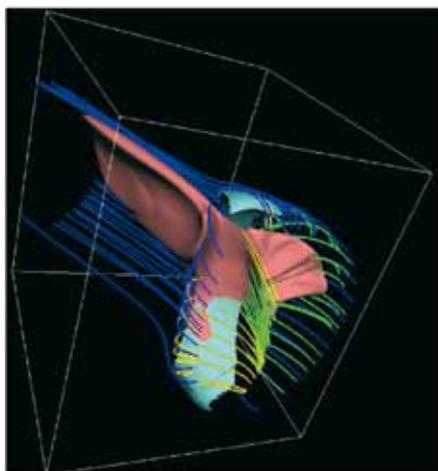
Las líneas de investigación del grupo de lentes son: Extinción en galaxias lente y *microlensing* cromático, espectroscopia 2D, seguimiento fotométrico, *microlensing* en las líneas de emisión anchas, y métodos numéricos y estadísticos para el estudio del efecto lente.

Este año se ha concentrado el esfuerzo del grupo en el estudio de la espectroscopia de líneas anchas y estrechas en sistemas lente con el objetivo de extender el estudio de los halos de galaxias basados en el efecto *microlensing* (MACHOS, EROS, AGAPE, MOA) al dominio extragaláctico. Se ha llevado a cabo (con datos propios o extraídos de la literatura) un estudio de 30 pares de imágenes de sistemas lente con espectroscopia disponible para intentar determinar el *microlensing* diferencial entre las imágenes tomando como nivel de *microlensing* nulo el cociente entre las líneas estrechas. Estas líneas se originan en una región muy extensa y se piensa que no están afectadas por *microlensing*. A partir de estos datos se ha hecho un estudio estadístico de la incidencia de *microlensing* en los halos de galaxias lente que indica que la fracción de objetos compactos es muy baja. Para llegar a

eventos de emisión de dichos chorros mediante Hinode/XRT y EIS (detectores de rayos X y EUV, respectivamente). Se ha realizado un estudio de la geometría y topología del campo magnético en la corona utilizando datos de SOHO/MDI. Por otro, en colaboración con K. Galsgaard se han realizado experimentos numéricos con parámetros propios de la corona en un agujero coronal. Estos experimentos estudian la emergencia de un tubo de flujo magnético desde el interior solar hacia la fotosfera y capas altas de la atmósfera mediante la resolución de las ecuaciones de la MHD en tres dimensiones; para su realización se necesitan instalaciones de computación masivamente paralela (en nuestro caso: hemos utilizado 512 CPUs en paralelo). Al emerger en la atmósfera y colisionar con sistemas magnéticos coronales preexistentes, se produce reconexión magnética, depósito de energía por disipación óhmica, fuerte calentamiento (hasta 30 millones de grados en los experimentos actuales) y lanzamiento de un chorro de alta velocidad y temperatura observable en rayos X. Los resultados de los experimentos muestran un acuerdo excelente con los datos de observación estudiados más arriba. La conclusión es que se está en la pista correcta sobre el mecanismo de formación de al menos parte de los chorros. Al tener el modelo teórico a punto, se puede estudiar en profundidad la física de estos fenómenos.

**Interacción convección – flujo magnético: experimentos incluyendo transporte radiativo LTE** (A. Tortosa y F. Moreno-Insertis). Se ha terminado la puesta a punto del código Chicago-Lindau para realizar las simulaciones previstas en este apartado, que incluyen capas altas de la atmósfera (o bien hasta la cromosfera alta, o bien incluyendo además varios Megametros en la corona). Se han llevado a cabo experimentos 2.5 D de emergencia de flujo magnético desde el interior hasta la corona; los resultados fueron analizados y presentados en el Congreso FEW 2007 en St Andrews. En la segunda mitad del año se han llevado a cabo los primeros experimentos tridimensionales, que requieren el uso masivo de instalaciones de supercomputación (MareNostrum, LaPalma). En primer lugar se obtuvo convección granular estadísticamente estacionaria incluyendo capas atmosféricas hasta la cromosfera alta. Después se han llevado a cabo diferentes experimentos de emergencia de flujo magnético a través de dichos gránulos, estudiando a fondo los diferentes parámetros estadísticos de la misma, realizando visualización tridimensional de diferentes cantidades y extrayendo conclusiones sobre la complicada interacción entre los flujos convectivos turbulentos, el plasma magnetizado ascendente y el campo de radiación. Se está escribiendo un artículo con los resultados de dichos experimentos.

#### Comparación con observaciones fotográficas



*Emisión colimada de materia radiante en rayos X (jet de rayos X) en la atmósfera solar causada por la emergencia de plasma magnetizado desde el interior de la estrella, según el modelo realizado en los superordenadores MareNostrum y LaPalma. Izquierda: vista del fenómeno en tres dimensiones que muestra líneas de campo magnético y superficies que indican la posición del jet y del centro de reconexión. Derecha: estructura de temperatura del jet según se ve en un corte vertical.*

**y cromosféricas de experimentos 3D de convección con flujo magnético emergente** (F. Moreno-Insertis, A. Tortosa, J.A. Bonet y R. Centeno Elliott). La observación de emergencia de flujo magnético en gránulos está sufriendo un fuerte impulso gracias a los excelentes resultados proporcionados con el satélite Hinode

(especialmente el telescopio visible, SOT) y las excelentes capacidades de imagen del telescopio solar sueco (SST) en el ORM. Las acciones concretas en 2007 han sido: se han comenzado diferentes colaboraciones con vistas a comparar resultados de nuestras simulaciones numéricas de interacción entre flujo emergente y convección con los resultados observacionales procedentes

(magneto) hidrodinámicos y de dinámica de gases en multiplicidad de entornos cósmicos, por ejemplo los interiores y atmósferas estelares y planetarios y el Medio Interestelar, incluyendo magnetoconvección y dínamo, discos de acreción, evolución de nebulosas planetarias, explosiones y restos de supernova, etc. De enorme interés reciente es la extensión masiva de las técnicas de simulación numérica a la Cosmología, primero con modelos de N cuerpos y más recientemente con modelos hidrodinámicos. La incorporación a las simulaciones numéricas de las ecuaciones del transporte radiativo, ocurrida ya en décadas pasadas, ha permitido dotar de mayor realismo a los estudios de procesos hidrodinámicos en fotosferas y cromosferas estelares.

El presente Proyecto quiere apoyar el desarrollo en el IAC de la investigación astrofísica basada en el uso de grandes códigos numéricos que requieren el uso de ordenadores masivamente paralelos. Objetivo general de este Proyecto es la realización de cálculos de física de fluidos cósmicos, de transporte radiativo y de N cuerpos con códigos de ordenador masivamente paralelos. La temática de dichos cálculos se centrará en: fenómenos de dinámica de gases magnetizados en interiores y atmósferas estelares; transporte de radiación y señales de polarización en líneas espectrales en base a modelos atómicos y moleculares realistas y los efectos Hanle y Zeeman y evolución estructural y formación estelar en galaxias.

Este Proyecto es especialmente relevante a la vista de la instalación en 2007 en el IAC de uno de los nodos de la Red Española de Supercomputación, dotado con un superordenador de más de 500 CPUs. El desarrollo extraordinario en los últimos años de las capacidades de cálculo en España y, en particular, en Canarias, permite abordar en el presente Proyecto experimentos numéricos de gran calado, impensables hasta hace tan sólo pocos años.

### **Algunos resultados relevantes**

Se ha conseguido explicar la física de los chorros de rayos X observados recientemente con el satélite solar Hinode mediante la combinación de análisis de datos observacionales y simulaciones numéricas de última generación mediante computador en tres dimensiones espaciales. Entre los resultados más espectaculares obtenidos con el satélite Hinode es la aparición de un número muy elevado de chorros (jets) rápidos (velocidades de varios cientos de kilómetros por segundo) de alta temperatura (hasta decenas de millones de grados) con forma de *Torre Eiffel*, lanzados desde la baja atmósfera solar hacia la corona en

las extensas zonas de campo abierto conocidas como agujeros coronales. Usando observaciones con los detectores de rayos X (XRT) y del Extremo Ultravioleta (EIS) a bordo de Hinode, se ha podido determinar claramente el origen de estos chorros en la emergencia de regiones magnetizadas desde el interior solar y obtener valores empíricos de la velocidad así como la geometría y topología magnéticas de los jets y regiones circundantes. Después, usando las herramientas de simulación numérica desarrolladas por el grupo en los pasados 5 años, se ha podido reproducir el lanzamiento de esos chorros y estudiar en detalle los fenómenos físicos que ocurren en esos eventos. El acuerdo entre los resultados numéricos y las observaciones es excelente, lo que indica que el experimento numérico contiene los ingredientes físicos fundamentales que determinan la generación y evolución de los chorros de rayos X en agujeros coronales. Los experimentos numéricos realizados resuelven las ecuaciones de un fluido magnetizado en un medio con fuerte estratificación como es la atmósfera solar y requieren el uso de superordenadores con cientos de procesadores actuando en paralelo.

### **Evolución del Proyecto**

*Dinámica de gases magnetizados*

#### **Proyecto SOLAIRE**

El presente Proyecto de Simulación Numérica de Procesos Astrofísicos fue el motor de la solicitud a la Unión Europea de la Red de Investigación Marie Curie (Research Training Network) SOLAIRE, que empezó el 1 de junio de 2007 y durará hasta 31 mayo 2011. La investigación del presente Proyecto interno y de varios otros proyectos del Instituto dispone así de un marco colaborativo europeo único, tanto por pertenecer a la red 13 grandes instituciones de investigación como por ser el IAC el coordinador de la misma. Varias de las colaboraciones internacionales del Proyecto interno se desarrollan en el marco de la red SOLAIRE.

**Emisión de chorros de rayos X / EUV y comparación con datos del satélite Hinode** (F. Moreno-Insertis, I. Ugarte-Urra y K. Galsgaard). El satélite Hinode, lanzado en Otoño 2006, está proporcionando resultados espectaculares sobre la emisión de chorros de rayos X en agujeros coronales, tanto por la calidad de los datos como por el hecho de que se están observando muchos más chorros de lo que se pensaba hasta el momento. Se ha llevado a cabo un acercamiento doble al estudio de este tipo de chorros: por un lado, en colaboración con I. Ugarte, de NRL, se han analizado observaciones de algunos

del plasma fotosférico creadas por la convección estelar rompen la simetría axial del campo de radiación. La aplicación a modelos tridimensionales hidrodinámicos del código de transporte radiativo que hemos desarrollado ha permitido predecir las señales de polarización que veríamos en una línea espectral si pudieran ser observadas con una resolución espacial de 0,1 segundos de arco. Se trata de señales de polarización medibles que fluctúan horizontalmente con escalas similares a la de la granulación solar. Su sensibilidad a la intensidad y distribución espacial de los campos magnéticos de la fotosfera del "Sol en calma" nos ha llevado a la conclusión de que su detección con futuros telescopios como EST (European Solar Telescope) permitiría lograr un avance sin precedentes en el conocimiento empírico del fenómeno de la magneto-convección en las atmósferas de las estrellas.

### **Evolución estructural y formación estelar en galaxias**

**Análisis de pseudo-bulbos en galaxias barradas** (I. Martínez Valpuesta y M. Balcells). En los últimos años los pseudo-bulbos han adquirido gran importancia en el estudio de la evolución de las galaxias espirales. Por un lado los pseudo-bulbos del tipo Boxy/Peanut han sido asociados a la evolución secular por medio de barras o por acreción de satélites. Mientras que para los pseudo-bulbos de tipo disco todavía no se tiene una explicación clara. El estudio comparativo de los parámetros estructurales de los pseudo-bulbos en simulaciones numéricas nos aportará un mejor entendimiento de la evolución de galaxias espirales a partir de las características de su bulbo. En colaboración con E. Athanassoula se ha realizado el estudio de los diferentes parámetros de los pseudo-bulbos formados por medio de la evolución secular de galaxias espirales barradas en simulaciones de N-cuerpos. Los resultados de estos análisis se han presentado en conferencias especializadas en bulbos, con una gran aceptación. El artículo correspondiente será enviado a la revista *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*

**Fusión y acreción de galaxias** (M. Balcells). La explotación de los superordenadores disponibles al grupo en Mare Nostrum y en el IAC, para simulaciones de fusiones y acreción de galaxias, se ha reducido sensiblemente en 2007 tras la marcha de un estudiante y de un postdoc del grupo. En este periodo la actividad se ha concentrado en la migración de códigos del MareNostrum al nodo LaPalma de la RES. Se ha instalado además el código que produce modelos de Widrow: modelos de galaxias con componentes disco, bulbo, y halo,

los tres representados por sistemas de N cuerpos gravitatorios. El modelo de Widrow representa una mejora respecto del modelo Kuijken-Dubinski, usado anteriormente por el grupo, ya que su halo sigue un perfil de densidad NFW, en lugar de perfil isoterma. Se han estudiado las propiedades de estabilidad de este código.

### **FÍSICA DE LA MATERIA OSCURA – COSMOPARTÍCULAS (3I2005)**

**J. Betancort Rijo.**

**S. Patiri, A. Enea Romano, M. López-Corredoira y E. Mediavilla Gradolph.**

A.J. Cuesta Vázquez, A.D. Montero Dorta, F. Prada y M.A. Sánchez Conde (IAA, Granada); A. Dobado (UCM, Madrid); S. Gottlöber (Astrophysical Inst. Potsdam, Alemania); A. Klypin (Univ. de Nuevo México, EEUU); J.A. Muñoz (Univ. de Valencia); A. Enea Romano (Univ. de Kyoto, Japón); S. Patiri (Univ. Case Western, Ohio, EEUU).

### **Introducción**

En la radiación cósmica de microondas (fósil de la Gran Explosión – Big-Bang) se observan pequeñísimas fluctuaciones de temperatura (desviaciones de  $10^{-5}$  en la radiación de cuerpo negro. Se piensa que estas fluctuaciones son precursoras de las estructuras que observamos actualmente. Sin embargo, si el Universo estuviera constituido únicamente por bariones, las fluctuaciones serían demasiado pequeñas y no habría habido tiempo suficiente para que las galaxias se hubieran formado. Así pues, tiene que haber otro tipo de materia no bariónica que no observamos y que interactúa con los bariones gravitatoriamente.

Para resolver este problema se estableció el concepto de materia oscura fría (CDM), que crea los pozos de potencial primigenios donde se formaron las galaxias. Los experimentos más recientes indican que vivimos en un Universo plano ( $\Omega=1$ ) compuesto en un 70% por la denominada energía oscura y en otro 30% por materia (tanto oscura como bariónica).

Actualmente, el modelo estándar de formación de estructuras se basa en un Universo Friedmann-Robertson-Walker más materia oscura fría. En los últimos años se han realizado simulaciones numéricas cosmológicas de N-cuerpos que han permitido estudiar con gran precisión las propiedades de las estructuras de materia oscura. Sin embargo, el poder computacional todavía

del satélite Hinode y del SST; en colaboración con J.A. Bonet, se han estudiado las observaciones realizadas en la SST en agosto 2006. El análisis realizado, mediante algoritmos MOMFBD, requiere el uso de instalaciones paralelas y la adaptación del código para usarlo con los medios computacionales del IAC. En la actualidad se está analizando las imágenes obtenidas.

**Interacción campo magnético emergente – convección granular en el Sol: las capas subgranulares** (F. Moreno-Insertis, M. Cheung y M. Schüssler). Se ha proseguido el estudio de la evolución temporal del campo magnético que asciende a través de celdas granulares desde profundidades de varios Megámetros pero incluyendo sólo hasta los primeros pocos cientos de kilómetros de la fotosfera. Por una parte se ha finalizado la publicación de resultados obtenidos en experimentos desde profundidades de unos 2 Mm por debajo de la superficie. Por otro lado, se ha realizado un experimento numérico cuyo dominio de integración alcanza una profundidad sustancialmente mayor que los experimentos anteriores en este campo. Los resultados están siendo analizados.

**Dinámica de tubos de flujo en la zona de convección profunda** (F. Moreno-Insertis y J. Martínez Sykora). Se ha proseguido el estudio de la dinámica de tubos de flujo magnético en la zona de convección profunda en tres dimensiones, usando el código Flash y aprovechando sus capacidades de refinamiento adaptativo de red numérica que permiten alcanzar un número de Reynolds muy superior al posible hasta ahora. Los resultados tridimensionales obtenidos por otros autores hace pocos años tenían números de Reynolds (Re) moderados o bajos; el caso solar, sin embargo, es de  $Re \gg 1$ . En el presente estudio se están revisando algunas de las conclusiones importantes alcanzadas por dichos autores, que resultan no ser válidas al utilizar elevadas resoluciones espaciales y número Re claramente superior a la unidad. Los resultados del estudio apuntan a la importancia del retorcimiento de líneas de campo magnético como factor fundamental de cohesión del tubo de flujo magnético. De este modo se generalizan a tres dimensiones los resultados obtenidos en el IAC por T. Emonet y F. Moreno-Insertis en 2D.

**Transporte de radiación y señales de polarización en líneas espectrales en base a modelos atómicos y moleculares realistas y los efectos Hanle y Zeeman**

**Desarrollo de un código de síntesis e inversión de perfiles de Stokes debidos a la acción conjunta de los efectos Hanle y Zeeman** (A. Asensio Ramos y J. Trujillo Bueno). Se ha

finalizado el desarrollo de un código de inversión y síntesis de perfiles de Stokes inducidos por la acción conjunta de los efectos Zeeman y Hanle. Esta nueva herramienta de diagnóstico dispone de una potente interfaz gráfica que permite realizar la síntesis espectral y/o la inversión de los perfiles de Stokes observados de forma sencilla y eficaz. El paquete completo será distribuido a la comunidad científica después de que la revista *Astrophysical Journal* publique el artículo correspondiente, pues se trata de uno de los códigos de síntesis e inversión de perfiles de Stokes más completos y flexibles que tienen en cuenta la influencia de la polarización atómica en el marco de la teoría cuántica de la polarización. El procedimiento de inversión está basado en una inicialización de los parámetros del modelo mediante el método DIRECT, un método numérico potente para la búsqueda eficiente de mínimos globales de funciones de mérito, junto con un método Levenberg-Marquardt para el refinamiento de la solución obtenida como inicialización. Asimismo, el código permite tener en cuenta los efectos de transporte radiativo en plasmas ópticamente gruesos con campos magnéticos, incluyendo los términos magneto-ópticos de la matriz de propagación.

**Simulación numérica de la polarización producida por procesos de scattering en modelos tridimensionales de la atmósfera solar** (J. Trujillo Bueno y N. Shchukina). La observación y simulación numérica de las señales de polarización lineal producidas por las coherencias cuánticas que la iluminación anisótropa induce en los átomos y moléculas de los plasmas astrofísicos proporciona la posibilidad de obtener información sobre la presencia de campos magnéticos «ocultos» en las atmósferas del Sol y de otras estrellas. Mediante el efecto Hanle tales señales de polarización son sensibles a la presencia de campos magnéticos que no pueden detectarse mediante el efecto Zeeman, bien porque son muy débiles o porque están retorcidos por debajo del límite de resolución de los telescopios actuales. Por el momento, tales señales de polarización lineal han sido observadas con una resolución espacio-temporal que no permite distinguir los detalles de la granulación solar. Su interpretación física mediante cálculos de transporte radiativo en modelos hidrodinámicos de la atmósfera solar llevó hace unos años a la conclusión de que las regiones aparentemente no magnéticas de la fotosfera solar están inundadas por un campo magnético «oculto» de considerable intensidad (con una intensidad media del orden de 100 gauss). Recientemente se ha logrado resolver el problema de la generación de este tipo de señales de polarización teniendo en cuenta el hecho de que las inhomogeneidades horizontales

## Algunos resultados relevantes

- Obtención de una expresión cerrada para la función de masa condicional como función de los parámetros cosmológicos, el radio de la región condicionante y la densidad dentro de ella.

- Determinación de la masa de los halos que tienen las mismas propiedades de clustering que catálogo de galaxias dado.

- Inferencia de los valores de Omega de la materia y Sigma 8 a partir de las estadísticas de grandes huecos en el 2DF.

- Explicación teórica de la dependencia del clustering de los halos en su edad de formación (assembly bias).

- Haber establecido, por primera vez, el alineamiento del momento angular de los halos de materia oscura con las paredes de los grandes huecos en la estructura a gran escala en simulaciones de N-cuerpos.

- Obtención de una cota superior para la acreción de materia oscura producida por una barra galáctica.

## Evolución del Proyecto

Se ha completado el desarrollo de un formalismo analítico para la determinación de las dependencias de las estadísticas de los grandes huecos en la estructura del Universo a gran escala en los parámetros cosmológicos. A este efecto se ha desarrollado un procedimiento para la determinación de la función de masa cósmica (distribución de masa de los halos de materia oscura) condicionada (a entornos de densidad dada) de gran precisión, imprescindible para obtener las predicciones para las estadísticas de huecos con la precisión requerida, y se han incorporado al formalismo las peculiaridades observacionales (distorsión de redshift, fluctuaciones de completitud, efectos de borde, variación del redshift con la distancia), de forma que se puedan obtener predicciones para las estadísticas de voids directamente observadas. También ha sido necesario elaborar un modelo teórico de la relación entre las galaxias y los halos de materia oscura y calibrarlo mediante simulaciones numéricas. Una vez completado el formalismo se le ha usado para obtener las primeras inferencias para los parámetros cosmológicos Omega de la materia y Sigma 8 a partir de las estadísticas de huecos en el catálogo 2DF, encontrándose valores para dichos parámetros en buen acuerdo con los determinados usando el Fondo de Microondas.

Por otro lado, se ha estudiado en una simulación numérica de gran volumen y resolución

(MareNostrum) el alineamiento de los halos de materia oscura con las paredes de los grandes huecos, encontrándose, por primera vez, que el momento angular de los halos muestra una tendencia a alinearse paralelamente a dichas paredes. También se ha desarrollado el formalismo necesario para el tratamiento del problema de la dependencia de las propiedades de los halos de materia oscura en su historia formativa, y se ha usado para explicar la dependencia del clustering de los halos de masa dada en dicha historia, que se había encontrado previamente en simulaciones numéricas, pero que no había podido explicarse hasta ahora mediante el uso de los formalismos disponibles.

## EXPERIMENTO QUIJOTE CMB (3I2607)

**J.A. Rubiño.**

**R. Rebolo López, C. Gutiérrez de la Cruz, S. Hildebrandt, M. Tucci y R.J. Hoyland.**

**Colaboradores del IAC: J.M. Herreros y F. Gómez Reñasco.**

L. Piccirillo, R. Watson, R. Davis y R. Davies (Jodrell Bank, Reino Unido); M. Hobson, R. Saunders y K. Grainge (Cavendish Astrophys. Group, Reino Unido); E. Martínez-González, J.L. Sanz, P. Vielva y D. Herranz (IFCA, Cantabria).

## Introducción

Se pretende desarrollar un experimento denominado QUIJOTE-CMB (QUIJOint TENERIFE CMB experiment), con el objetivo de caracterizar la polarización del Fondo Cósmico de Microondas (FCM) y otros procesos de emisión galáctica y extra-galáctica en el rango 10-30 GHz y a grandes escalas (1 grado de resolución).

Las medidas de QUIJOTE complementarán a baja frecuencia y corregirán de contaminación galáctica las que obtenga el satélite Planck (lanzamiento en octubre de 2008). Serán las más sensibles obtenidas para caracterizar la polarización de la emisión sincrotrón y anómala de nuestra Galaxia.

El experimento constará de dos fases. Una primera fase, ya financiada y en construcción, en la que se instalará un primer telescopio y un instrumento en su plano focal. El primer instrumento será multifrecuencia, con un total de 8 canales en cada una de las cuatro frecuencias 11, 13, 16 y 18 GHz, más cuatro canales de detección a 30GHz. La segunda fase, que constará de un telescopio equipado con 20 receptores a 30GHz (80 canales), ha sido diseñada para alcanzar la sensibilidad necesaria para detectar una componente de ondas

no es suficiente para resolver directamente la componente bariónica de las galaxias (la evolución del gas), lo cual ha forzado a utilizar ciertos "atajos" para abordar este problema. Los métodos utilizados se denominan modelos semi-analíticos, ya que utilizan prescripciones analíticas para el tratamiento del gas (enfriamiento del gas, retroalimentación por supernovas, enriquecimiento químico, etc.) y para "poblar" los halos de materia oscura. De todas formas, estas técnicas se encuentran en pleno desarrollo y sólo en los últimos meses se han publicado predicciones robustas de estos modelos. Por otro lado, se han desarrollado códigos numéricos que tratan directamente la evolución del gas.

A nivel cosmológico, la materia oscura se manifiesta únicamente a través de su efecto gravitatorio. Sin embargo, la cuestión de su naturaleza íntima constituye la otra cara de la moneda en una teoría completa de la estructura del Universo.

En las últimas décadas se ha propuesto un gran número de candidatos para constituir esta materia no bariónica. En particular las teorías Supersimétricas de la Física de Partículas, predicen la existencia de un nuevo tipo de partículas de entre las cuales hay varias que podrían ser candidatos a constituir la mayor parte de la materia oscura. El neutralino es una de ellas y, aunque todavía no se tiene evidencia experimental directa de su existencia, es uno de los candidatos a materia oscura más estudiados en los últimos años. Sin embargo existen muchos otros tales como axiones, neutrinos pesados de cuarta generación, neutrinos, gravitinos, estados Kaluza-Klein, branones y muchos otros que se proponen continuamente.

Como regla general, todos estos candidatos a materia oscura son tipo WIMP (Weak Interacting Massive Particle) a los que corresponden modelos de CDM para la estructura a gran escala. Además, pueden interaccionar entre ellos en entornos de alta densidad, como los centros de las galaxias, y aniquilarse produciendo rayos gamma. Estos fotones de alta energía podrían ser observados por la nueva generación de telescopios Cherenkov, como por ejemplo el telescopio MAGIC en el ORM.

En este Proyecto, se hará uso del mencionado telescopio para detectar la señal gamma procedente de la posible aniquilación de los diferentes WIMPs candidatos a materia oscura.

Para ello el grupo desarrollará técnicas de reducción de datos apropiadas a al problema, así como modelos detallados de la predicción

de tales eventos, que involucran el estudio de la interacción entre bariones y materia oscura en los diferentes modelos propuestos en la literatura. De esta manera se pretende delimitar cuáles de estos modelos darían lugar a materia oscura con propiedades compatibles con la observaciones del telescopio MAGIC y además acotar el espacio de parámetros correspondiente.

Para todo ello es necesario dedicar un gran esfuerzo al estudio tanto teórico como observacional de la distribución de la materia oscura en galaxias. Desde el punto de vista teórico, se estudiará en detalle el perfil de densidad obtenido a través de las simulaciones numéricas de alta resolución tanto de N-cuerpos como hidrodinámicas realizadas por colaboradores, incluyendo todos los efectos del gas, formación estelar, etc. Por otro lado, también se puede obtener información de las observaciones de sistemas lente gravitatoria. El campo gravitatorio de la materia (visible u oscura) curva la trayectoria de los rayos de luz.

Este fenómeno proporciona un método para estudiar la distribución de materia a partir de las desviaciones de los rayos de luz. El estudio de los sistemas de imágenes múltiples de cuásares ha aportado ya las primeras medidas directas de la dependencia radial de la densidad de materia en una galaxia. Estos resultados son aun preliminares y no abarcan todo el rango de distancias necesario. El objetivo del grupo será obtener estimaciones robustas de la ley de densidad a partir de modelos de los sistemas lente conocidos intentando extenderla a las zonas más internas de las galaxias. Este estudio es vital para acotar las posibilidades de detección de la materia oscura.

Por otro lado, se trabajará con las propiedades de la estructura a gran escala del Universo y en diferentes entornos para poder entender precisamente como influye la materia oscura en la formación y evolución de las diferentes estructuras. Los entornos extremos son especialmente útiles para discriminar entre los modelos de formación de galaxias, pues tanto la abundancia de estos entornos como sus propiedades internas dependen fuertemente de lo parámetros que caracterizan a esos modelos. Históricamente se han utilizado profusamente los cúmulos de galaxias (sobredensidades extremas) con este propósito, pero las bajo-densidades extremas (grandes vacíos) son igualmente útiles y complementarias. El desarrollo de modelos analíticos y su comparación con las simulaciones y grandes surveys permitirán entender algunos aspectos de los procesos físicos que determinan el agrupamiento de la materia bariónica.

gravitacionales primordial si ésta tuviera una razón tensorial a escalar de 0.1. Dicha componente de ondas gravitatorias deja su impronta en el espectro de potencias de la polarización del FCM en forma de los denominados "modos-B". La detección de dichos modos-B con esa amplitud abriría un camino extraordinario para esclarecer la física de la época de inflación.

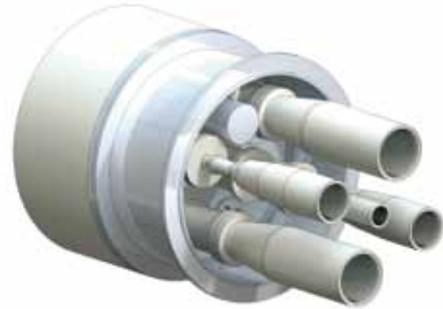
Para alcanzar esos objetivos científicos, los mapas finales del experimento cubrirán un área de unos 10.000 grados cuadrados, y alcanzarán un nivel de sensibilidad de 3-4 micro-K por haz tras un año de operación en el Observatorio del Teide en las bajas frecuencias (11-18GHz), y 1 micro-K por haz tras dos años de observación con el segundo instrumento en la frecuencia de 30GHz.

Además del IAC, en el Proyecto QUIJOTE también participan el IFCA (Santander), el Departamento de Ingeniería de Comunicaciones (DICOM, Santander) y las universidades de Manchester (y Cambridge (Reino Unido)). Una información actualizada del Proyecto puede encontrarse en la página Web <http://www.iac.es/project/cmb/quijote>.

### **Evolución del Proyecto**

Durante el año 2007, se ha realizado el diseño detallado del primer telescopio QUIJOTE, y ha empezado la fase de construcción por parte de la empresa IDOM. Está prevista la entrega del telescopio en la sede del IAC a mediados de junio de 2008, para llevar a cabo su instalación en el OT durante el mes de julio.

Respecto al primer instrumento que ocupará el plano focal del primer telescopio, durante este año se han adquirido todos los amplificadores de bajo ruido necesarios para su construcción. En este periodo también se ha trabajado en completar el diseño conceptual de éste primer instrumento. El nuevo concepto, más ambicioso que el que se proponía hace un año, incluye al menos una



bocina (es decir, 4 canales de recepción) a cada una de las frecuencias que se pretenden explorar. El diseño conceptual, ya finalizado, ha superado la fase de revisión crítica y ha entrado en la fase de diseño detallado (Ver Figura).



# ESTRUCTURA DE LAS GALAXIAS Y SU EVOLUCIÓN

**ESTUDIOS CINEMÁTICOS, ESTRUCTURALES Y DE COMPOSICIÓN, DE LOS MEDIOS INTERESTELARES E INTERGALÁCTICOS (P3/86)**

**J.E. Beckman.**

**K. Fathi, V. Buenrostro Leiter, R. Azzolini y S. Comeron.**

**Colaboradores del IAC: E. Casuso y R. Génova.**

A. Zurita (Univ. de Granada), M. Relaño (Univ. de Cambridge, Reino Unido) E. Brinks (Univ. de Hertfordshire, Reino Unido), A. Cardwell (Open Univ. Reino Unido/ING, La Palma), I. Shlosman (Univ. de Kentucky, EEUU), C. Giammanco (Univ. de Berna, Suiza), F.J. Lockman (NRAO, EEUU), P. Erwin (Inst. Max-Planck, Garching, Alemania), M. Pohlen (Univ. de Cardiff, Reino Unido), M. Rosado (UNAM, México), O. Hernandez, C. Carignan y M.M. de Denus (Univ. de Montreal, Canadá), P. Amram, P. Balard y J.L. Gach (Obs. de Marsella, Francia), J. Blasco (Univ. de Estocolmo, Suecia), G. Hensler (Obs. de Viena, Austria).

## Introducción

El objetivo principal de este Proyecto es estudiar la evolución de las galaxias y de su estructura, con énfasis en el papel desempeñado por el medio interestelar, e intergaláctico, y su interacción con la población estelar de la galaxia. Empezando hace más de 20 años con estudios muy detallados del medio interestelar cerca del Sol, el Proyecto ha ido ampliando su alcance progresivamente hasta llegar ahora a las galaxias distantes. En la actualidad el Proyecto abarca estudios sobre el propio medio interestelar, la física estelar y su contribución a la física de galaxias, la estructura de las galaxias cercanas, el medio intergaláctico, y aspectos cosmológicos relacionados al progreso de la formación estelar durante escalas de tiempo cosmológicas. Las líneas guías del Proyecto se pueden definir como: el uso de fotometría, tanto en líneas espectrales como en el continuo, para dilucidar la estructura interna de las componentes bariónicas de las galaxias, y el estudio dinámico y morfológico de las componentes de gas y de estrellas mediante técnicas cinemáticas.

La primera línea proporciona información sobre

el medio interestelar y sobre la distribución del gas, mas polvo, dentro y fuera de las galaxias. También más recientemente hemos explorado la estructura de las partes más exteriores de las galaxias mediante fotometría de alta precisión, un estudio que sigue dando resultados que van en contra a partes de la sabiduría convencional sobre la estructura de las galaxias, y arroja dudas sobre los conceptos básicos de esa estructura. Estamos llevando esta línea de investigación hacia galaxias en el Universo más lejano, encontrando pistas cuantificables y de bastante interés sobre la historia del ensamblaje de las galaxias con disco.

La segunda línea trata el problema de la construcción progresiva de las galaxias en el marco de los modelos cosmológicos mediante la adquisición de material por un progreso de agregación. Lo habitual es dar peso a las fusiones de las galaxias en este contexto, pero en este Proyecto tomamos muy en serio la posibilidad que la evolución de las galaxias en los últimos 7-10 Gaños se haya impulsado más por el acrecimiento de masa en la forma nubes subgalácticas, con sus correspondientes halos de materia oscura.

Para mejorar las posibilidades de adquirir datos relevantes durante el año 2007 se ha colaborado con colegas en la Universidad de Montreal y del Observatorio de Marsella para construir y posteriormente usar un nuevo instrumento de espectroscopia bidimensional. El uso de este instrumento (GHaFaS) permite obtener campos cinemáticos del gas ionizado en galaxias completas. Esta posibilidad está ampliando el alcance de la parte cinemática del Proyecto, con aplicaciones como la interacción de las estrellas masivas con su gas placental, el flujo de gas hacia los agujeros negros en los centros de las galaxias, y el desarrollo de estructura (barras, brazos, bulbos) con las pistas dinámicas relevantes.

## Algunos resultados relevantes

Se ha llevado a cabo la construcción y la puesta a punto de un nuevo instrumento "GHaFaS" ("Galaxy H $\alpha$  Fabry-Perot Spectrometer"), en el telescopio WHT del ORM. GHaFaS es el sucesor, pero con propiedades técnicas mucho más avanzadas, del antiguo TAURUS. Usando un detector de tipo IPCS, con cero ruido de lectura y una respuesta muy rápida, se puede hacer mapas tridimensionales,

que hacer por sus dueños, aunque el ING siempre presta los servicios complementarios necesarios), con lo cual las observaciones siempre tienen que realizarse con el apoyo del grupo de GHaFaS, que tiene el compromiso de prestar ese apoyo.

En los tres meses siguientes a las observaciones se han escrito y aceptado tres publicaciones en las revistas internacionales. El primero, un *Astrophysical Journal Letter* sobre la alimentación del agujero negro masivo y un brote de formación estelar en el centro de la Galaxia M83, usa la potencia del instrumento (su resolución espectral y espacial y su campo grande) para cartografiar el flujo de gas ionizado en trayectorias espirales hasta 10 pc del centro de la galaxia. La calidad de los datos permitió descartar la existencia de más

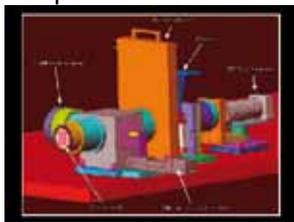


Diagrama CAD de la configuración del GaFaS.

Imágenes en HI y cortes en posición-velocidad de un juego de las galaxias del cartografiado THINGS, con las identificaciones de las HVC en posición y en velocidad.

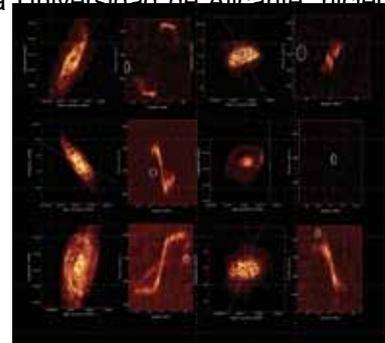


Imagen de dos galaxias en interacción (izquierda) y el campo de velocidad de ambas obtenida con dos horas de la contribución de observaciones Fabry-Perot

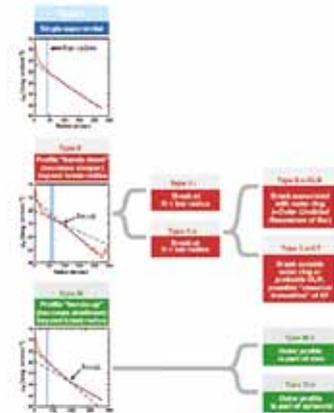
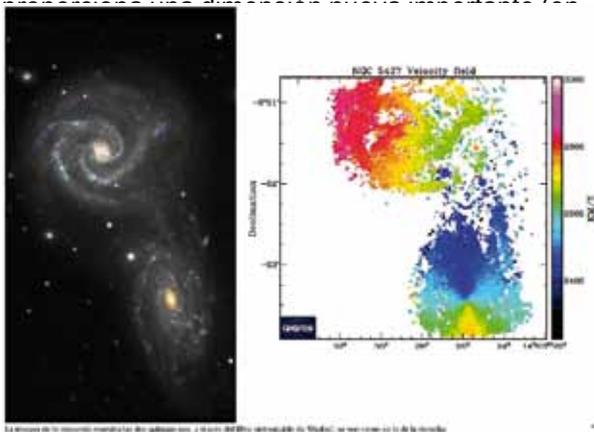


Diagrama esquemático con la nueva clasificación general de los perfiles de brillo de las galaxias espirales basado en los trabajos del grupo dentro del Proyecto P3/86.

supliendo datos obtenidos anteriormente en el telescopio CFHT de 2.2 m). También se han aceptado durante 2007 tres publicaciones de Congresos.

Se están llevando a cabo dos trabajos de interés basados en las observaciones con GHaFaS: un grupo de medidas de la velocidad del patrón en las barras de las galaxias barradas, para distinguir entre barras "rápidas" y barras "lentas" frenadas por el halo de materia oscura; y medidas de campos de velocidad de galaxias en interacción. Los investigadores del IAC que han participado en el Proyecto GHaFaS han sido K. Fathi y J.E: Beckman. Dos estudiantes visitantes, D. Toonen de la Universidad de Leiden (Países Bajos) y N. Piñol de la Universidad de Alicante, hicieron

38 de un agujero negro masivo en el centro de ese objeto, sugerido en publicaciones recientes que usaron espectroscopia con fibras con un campo 400 veces más pequeño que el del grupo. El segundo artículo, en *Publication of the Astronomical Society of the Pacific* es una descripción detallada del instrumento y sus prestaciones en el telescopio WHT, y en el tercero, aceptado en *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.* es un cartografiado cinemático muy completo de galaxias cercanas previamente observadas con otras técnicas, donde

contribuciones de valor. S. Toonen contribuyó con un trabajo muy fino usando datos Fabry-Perot pre-GHaFaS donde se consiguió medir dos velocidades de patrón de dos barras (una grande, la otra circunuclear) en la misma galaxia, resultado que dio lugar a otra *Astrophysical Journal Letter*. También, colaborando con M. Relaño (Univ. de Granada y Univ. de Cambridge, Reino Unido) se analizó un juego de datos Fabry-Perot de regiones HII en galaxias externas, y comparando esas observaciones con otras de la literatura en

en intensidad y campo de velocidad, a través de galaxias completas, en las líneas de emisión de su gas ionizado, notablemente en H $\alpha$ . GHaFaS se usó por primera vez en julio de 2007, y funcionó de forma normal dentro de 1 hora de arrancar. Obtuvimos campos de velocidad de pares de galaxias en interacción, de flujos de gas nutriendo los núcleos de galaxias aisladas, de regiones HII y su cinemática interna, y de una nebulosa planetaria, como muestra. Antes del final de 2007 teníamos tres artículos con los resultados aceptados en las revistas internacionales. Este proyecto se lleva a cabo en conjunto con la Universidad de Montreal, Canadá, y el Observatorio de Marsella, Francia (K. Fathi y J.E. Beckman).

Se ha encontrado la evidencia directa del hidrógeno neutro que "riega" las galaxias espirales y las mantiene vivas. Se trata de la primera medición sistemática de las HVC, las nubes de alta velocidad de HI, alrededor de las galaxias en nuestro entorno, usando el cartografiado THINGS, hecho con el VLA, el radiotelescopio más grande del mundo. Se han detectado HVC con más de 100.000 masas solares de HI cerca de 1/5 de las galaxias de la muestra. Comparando con la masa y la distribución de densidad de la HVC de la Vía Láctea, este resultado es consistente con la presencia de como mínimo una HVC con masa mayor que 1 millón de masas solares cerca de cada galaxia grande, suficiente de surtir los discos al ritmo de cerca de una masa solar al año (V. Buenrostro, E. Brinks y J.E. Beckman).

Se ha comprobado que la mayoría de las galaxias espirales no se truncan en el borde de su disco. Esa ausencia relativa de truncamientos se ha sospechado a partir de los trabajos aquí en el IAC de M. Pohlen y P. Erwin entre 2002 y 2005, y un artículo por M. Pohlen e I. Trujillo en 2006 estableció que en las galaxias tardías, aunque casi la mitad muestran truncamientos (en ningún caso son abruptos, sino exponenciales con mayor pendiente en la parte exterior que en la parte interior) la otra mitad no los muestran. Durante 2007 mostramos en un artículo (P. Erwin, J.E. Beckman y M. Pohlen) que en las galaxias espirales tempranas con barras una mayoría importante de los discos no muestran truncamientos, y en otro trabajo elaborado pero todavía no publicado L. Gutiérrez, J.E. Beckman, Aladro y P. Erwin mostraron que en otra muestra de tamaño similar de galaxias no barradas, una fracción incluso mayor no está truncada. Los discos bariónicos estelares extienden hasta donde las medidas pierden su sensibilidad. Los límites a esos discos están todavía por definir. Estas medidas

marcan un hito en los elementos de entendimiento de la evolución de estructura en las galaxias. Mas recientemente R. Azzollini ha mostrado que el radio del truncamiento, donde el perfil en brillo muestra un cambio claro de pendiente, ocurre a radios mas pequeños en galaxias con mayor z (desplazamiento al rojo), y que el color de la población estelar en el radio del cambio es el más azul de toda la galaxia (L. Gutiérrez, J.E. Beckman, R. Aladro P. Erwin y M. Pohlen).

## **Evolución del Proyecto**

### *Desarrollo de un instrumento para el telescopio WHT y sus primeros resultados*

El desarrollo más importante durante 2007 ha sido la construcción y la puesta a punto del instrumento GHaFaS, para el telescopio WHT. GHaFaS es un interferómetro Fabry-Perot de la última generación, capaz de cartografiar en velocidad objetos extensos como galaxias, regiones HII, restos de supernovas, y nebulosas planetarias. Se empezó el trabajo en 2006, en conjunto con colegas de la Universidad de Montreal y del Observatorio de Marsella. En julio de 2007 se llevó una versión inicial de GHaFaS al telescopio WHT para sus observaciones de "commissioning". La característica que distingue a GHaFaS de los Fabry-Perot más antiguos es su cámara IPCS, basada en la técnica de amplificación de una placa de multicanales.

La IPCS no solamente detecta los fotones individuales, sino tiene una respuesta mucho más rápida que un CCD convencional, y además no necesita ruido de lectura. Es ideal para la detección y la medición de las fuentes más débiles, y en transparencia atmosférica variable con el tiempo. Durante el primer periodo de observación hubo suerte con el tiempo, y se obtuvo "cubos" de datos útiles de 18 objetos, sobre todo de galaxias, individuales o en pares interactivos, además de una nebulosa planetaria y una región HII. Se describirán los primeros resultados astronómicos más adelante.

Durante este primer periodo de observación, casi la mitad de la óptica de GHaFaS todavía pertenecía a la Universidad de Montreal. Antes de terminar el año 2007 se había adquirido una cámara IPCS propia. En el 2008 GHaFaS logrará una configuración permanente como instrumento del IAC visitante en el telescopio WHT. Todos los investigadores que tienen proyectos de observación que se puedan beneficiar con este tipo de datos podrán solicitar su uso. Sin embargo hay que hacer notar que el Issac Newton Group ING no apoya GHaFaS como instrumento (es decir es un instrumento visitante típico, cuya instalación en el telescopio se tiene

Trabajos en marcha por R. Azzollini, I. Trujillo y J.E. Beckman.

*Usar el cartografiado THINGS para la detección de nubes de alta velocidad alrededor de galaxias hasta unos 10 Mpc de nosotros*

Se han detectado 8 casos, en la quinta parte de las galaxias observadas. Con la sensibilidad en THINGS este resultado es consistente con la presencia de, como mínimo, una HVC con masa del orden de un millón de masas solares alrededor de cada galaxia del tamaño de la Vía Láctea. (V. Buenrostro, E. Brinks y J.E. Beckman).

*Examinar en detalle no logrado anteriormente el presupuesto de los fotones ionizantes en las regiones HII de una galaxia cercana*

El uso de una galaxia externa es más fiable que el uso de las regiones HII en la Vía Láctea, porque se puede controlar mejor la extinción por polvo. Se ha elegido M51 porque los datos necesarios están disponibles en el archivo del telescopio HST. Mediante imagen en banda ancha se puede inferir la luminosidad absoluta de cada cúmulo OB en una región HII, efectuar la corrección por el enrojecimiento por polvo, y estimar bien la luminosidad en fotones ionizantes. Comparando con la luminosidad de la región en Ha, se puede estimar el factor de pérdida de fotones ionizantes, por una combinación de extinción y escape. Usando decenas de regiones se ha comprobado que la extinción interior de una región HII de sus fotones ionizantes casi no varía con el tamaño de la región, un resultado que confirma la extrema inhomogeneidad de densidad de las regiones. Combinando esos datos con observaciones complementarias con Spitzer pretendemos, durante 2008, hacer un paso decisivo en la cuantificación de los parámetros necesarios para estimar el ritmo de formación estelar en galaxias externas. (L. Gutiérrez y J.E. Beckman).

Herschel/SPIRE; Herschel/PACS; SPICA Far-Infrared Instrument (SPICA/SAFARI), Far-Infrared Interferometer (FIRI), The Herschel Thousand Degree Survey Open Time Key Project, Spanish Virtual Observatory (SVO) y red temática de cartografiados extragalácticos.

## Introducción

El grupo desarrolla varios proyectos extragalácticos en diferentes rangos del espectro electromagnético utilizando satélites espaciales y telescopios en tierra para estudiar la evolución cosmológica de las galaxias y el origen de la actividad nuclear en galaxias activas. Los proyectos principales son: a) «The Spitzer Wide-Area InfraRed Extragalactic Survey (SWIRE)», uno de los mayores proyectos del telescopio espacial infrarrojo Spitzer de NASA, b) estudios de gran campo y profundos con el Observatorio Espacial Herschel utilizando tiempo garantizado de los consorcios SPIRE y PACS y un "Key Project" en tiempo abierto, y c) observaciones de seguimiento espectroscópico con el telescopio GTC y otros grandes telescopios de galaxias distantes seleccionadas en el infrarrojo y en ondas mm/submm. Se participa en el desarrollo de instrumentación para el Observatorio Espacial Herschel de la Agencia Espacial Europea (ESA) y para el telescopio espacial infrarrojo japonés SPICA, recientemente seleccionado como una de las posibles misiones de tamaño medio del programa Cosmic Vision de ESA.

## Algunos resultados relevantes

La preparación de los "Key Projects" del Observatorio Espacial Herschel en tiempo garantizado y abierto. El grupo Herschel del IAC participa en los 4 "Key Projects" extragalácticos del consorcio SPIRE y en el cartografiado extragaláctico PEP del consorcio PACS, así como en el "The Herschel Thousand Degree Survey" (PI: S. Eales, Universidad de Cardiff, Reino Unido), que ha sido seleccionado recientemente por el Comité de Asignación de Tiempo del Observatorio Herschel y es el mayor de los "Key Projects" en tiempo abierto que se llevarán a cabo con Herschel.

La participación en el consorcio que ha propuesto a la Agencia Espacial Europea (ESA) la participación europea en el nuevo observatorio espacial japonés SPICA, en el marco del programa Cosmic Vision de ESA, y la construcción de uno de los instrumentos, la cámara y espectrómetro para el infrarrojo lejano SAFARI.

*El Telescopio Espacial Infrarrojo para Cosmología y Astrofísica (SPICA), una misión espacial conjunta de las*

## **FORMACIÓN Y EVOLUCIÓN DE GALAXIAS: OBSERVACIONES INFRARROJAS Y EN OTRAS LONGITUDES DE ONDA (P10/86)**

**I. Pérez Fournon.**

**A. Afonso Luis, A. Hernán Caballero y N. Castro Rodríguez.**

European Large Area ISO Survey (ELAIS); Spitzer Wide-area Infrared Extragalactic Survey (SWIRE);

HI, se demostró que las cáscaras expansivas en el gas ionizado dentro de las regiones HII son las precursoras de las burbujas en escalas de kpc que se encuentran en los discos de las galaxias espirales. (Relaño et. al. *Astronomy & Astrophysics*, 467, 1.117). Otro trabajo relevante a los movimientos dentro de las regiones HII se hizo por L. Gutierrez (UNAM y IAC), usando imágenes del telescopio HST obtenidas en dos épocas, que permitían derivar los movimientos propios debidos a los vientos de estrellas muy jóvenes dentro de la nebulosa de Orión. Otro trabajo usando el campo de velocidad de una galaxia en su gas ionizado descubrió evidencia del flujo de gas que nutre el brote de formación estelar en NGC 628, y que el gas ionizado difuso sobre el disco de la galaxia tiene una dispersión de velocidad igual o un poco mayor que la de las regiones HII, una conclusión a simple vista sorprendente. (Fathi et al. *Astronomy & Astrophysics*, 466, 905, 2007).

*Comprobar que las cáscaras de hidrógeno atómico neutro (HI) de tamaños del orden de 1 kpc en los discos de las galaxias pueden originarse en las ondas expansivas alrededor de los cúmulos de estrellas calientes (estrellas OB)*

La base de la prueba son las propiedades de las cáscaras de gas ionizado descubiertos dentro de las regiones HII que rodean los cúmulos OB (Relaño et al. 2005) en el contexto de este Proyecto. Ahora con un modelo de dinámica del gas, que incorpora los efectos de los vientos estelares y las supernovas (Relaño & Beckman 2007) han demostrado que las burbujas y las cáscaras de HI que se observan en los discos de galaxias forman una secuencia evolutiva, con casi toda seguridad, con las ionizadas. El hecho de que observaciones en los centros de las cáscaras de HI a menudo no muestran estrellas OB se explica en el modelo porque el tiempo que necesita el gas para alcanzar los radios observados con las velocidades observadas es mayor que la vida de las estrellas que dan el empuje inicial a la cáscara.

*Deducir la función de masas de las nubes de gas en el Medio Interestelar*

En un modelo muy simple y general, basado en la fusión y la fisión de las nubes bajo condiciones sencillas de colisión entre si se ha podido reproducir de forma estable, y poco dependiente de las condiciones iniciales, la función de masas observada de las nubes en el medio interestelar (Casuso y Beckman 2007). Eso es un paso previo importante en la deducción de una teoría universal de la función inicial de masas de las estrellas.

*Indagar en la estructura de los discos exteriores de las galaxias espirales*

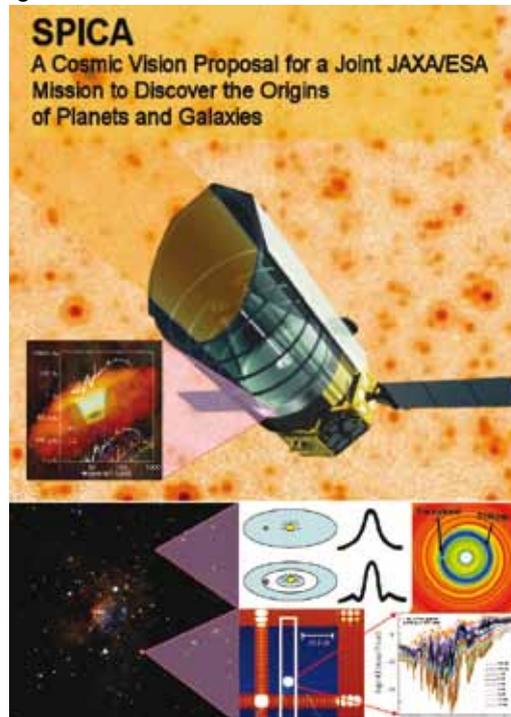
Se ha consolidado y extendido los resultados acumulados previamente para mostrar que:

- Los truncamientos en las poblaciones estelares en los bordes de los discos de las galaxias no son abruptos, sino marcan un cambio del gradiente de brillo superficial en un radio nítidamente determinado.

- La mayoría de los discos no muestran truncamientos. Alrededor de la mitad de las galaxias tardías (de Sbc a Sd) tienen discos con truncamientos. Menos de la tercera parte de las galaxias tempranas (S0 a Sb) están truncadas.

- Hay tres tipos de perfiles, las con un único gradiente en el perfil de brillo (Tipo I), los con dos gradientes, el externo mas fuerte que el interno, es decir la generalización de un perfil truncado (Tipo II), y las con dos gradientes, el externo siendo mas gradual que el interno (Tipo III), los antitruncamientos. Estos resultados se englobaban en varios artículos cuyos autores incluyen M. Pohlen, P. Erwin, L. Gutiérrez, R. Aladro, I. Trujillo, y J.E. Beckman.

- El radio promedio de los truncamientos (medido en unidades de la longitud de escala del disco) decrece progresivamente al extender las observaciones



hasta valores de  $z$  (redshift) 1, el límite práctico de las imágenes del telescopio HST. Muestra una secuencia progresiva de crecimiento de estructura galáctica con época ("desde dentro hacia fuera").

por el grupo que ha sido publicada en *Astronomy & Astrophysics* en 2007. A partir de este trabajo se han podido estudiar correlaciones entre parámetros estructurales y luminosidad, contenido gaseoso, tamaño del brote, así como presentar por primera vez una relación Tully-Fisher tanto estelar como bariónica. A partir de esta relación de escala se ha podido concluir que en esta muestra las galaxias con mayor contenido gaseoso en relación a su masa estelar son menos eficientes formando estrellas que si fueran galaxias de discos de mayor masa, como las espirales. Este resultado será enviado a *Astronomy & Astrophysics* (Amorín et al.).

La existencia de regiones HII compactas alrededor de cúmulos estelares masivos es un enigma; Son estructuras tipo cáscara que deberían haber sido barridas por la energía de las estrellas. Se ha identificado una solución que se deriva de la propia evolución del supercúmulo estelar. Si las condiciones son las adecuadas se produce la retroalimentación positiva de la formación estelar que se traduce en que mucha de la energía y la masa se reutiliza para formar más estrellas. De ese modo se puede producir una estructura nebular muy compacta. El modelo explica satisfactoriamente los observables en el supercúmulo M82 A1 (publicado en *Astrophysical Journal* y presentado en congresos en 2007).

## Evolución del Proyecto

Los resultados del Proyecto se enmarcan en los tres aspectos siguientes

- El impacto de los starbursts nucleares: disparo y confinamiento.
- Los parámetros estructurales de galaxias y la formación estelar.
- Starbursts en galaxias con núcleo activo.

MEMORIA  
2007 IAC

42

A continuación y desglosados en varios apartados se comentan algunos de los aspectos del desarrollo del Proyecto.

### *Morfología de la galaxia anfitriona*

La prominencia relativa de los bulbos galácticos con respecto a sus discos es importante en la definición de los tipos de galaxias. Además, ~25% de las estrellas presentes en galaxias residen en este tipo de estructuras. Los estudios sobre las propiedades de los bulbos generalmente no han tenido en cuenta la forma intrínseca de los mismos. El estudio que se realizó consistió en medir, mediante una técnica nueva, la forma de una

muestra amplia de bulbos de galaxias tempranas 148 galaxias no barradas de tipo temprano (S0-Sb) seleccionadas del survey Two Micron All Sky Survey (2MASS).

Los resultados que se obtuvieron indican que ~80% de los bulbos de las galaxias tempranas y no barradas son elipsoides triaxiales, teniendo como razón axial en el plano ecuatorial:  $\langle B/A \rangle = 0.85$ . Estos resultados han sido publicados en *Astronomy & Astrophysics*.

### *Análisis de la componente subyacente de una muestra de BCDs*

Como parte del análisis de la componente subyacente en galaxias compactas azules, se desarrolló una nueva metodología que fue aplicada primero a una submuestra de control de 8 galaxias, y luego extendida a las 28 galaxias de la muestra completa del proyecto (28 galaxias).

Los resultados obtenidos confirman los ya presentados para la muestra de control, mostrando que todas, salvo dos galaxias, muestran perfiles de Sérsic compatibles con objetos tipo disco. El primer artículo fue publicado (Amorín et al. 2007) y el segundo, donde se presentan las propiedades estructurales para toda la muestra así como el estudio del diagrama Tully-Fisher, comparándolos con otras enanas, será enviado también al *Astronomy & Astrophysics*.

En el marco de una colaboración con miembros del Astrophysikalisches Institut Potsdam se está realizando un análisis espectrofotométrico con resolución espacial de una muestra de BCDs. Dicho análisis permite separar las diferentes componentes responsables de la emisión en las BCDs (gas y componentes estelares vieja y joven). En particular, la necesidad de dicho análisis se ha demostrado en un trabajo reciente utilizando rendija larga e imagen profunda en varias bandas ópticas e infrarrojas, en el que se estudia en detalle Mrk35 (Cairós et al. 2007).

Desde el punto de vista técnico, se ha ido un paso más allá, con la utilización de instrumentos de espectroscopia de campo integral, que permiten obtener una información similar de una forma mucho más eficiente. Hasta ahora se dispone de una muestra de ~20 galaxias observadas con diferentes instrumentos (INTEGRAL, PMAS, VIMOS y VIRUS). Los resultados para una submuestra de las galaxias observadas con INTEGRAL están en proceso de impresión (García-

agencias espaciales japonesa (JAXA) y europea (ESA).

## Evolución del Proyecto

Las actividades principales del proyecto durante 2007 han sido:

- Explotación científica de los cartografiados infrarrojos SWIRE y ELAIS.
- Preparación de los programas científicos de tiempo garantizado de los consorcios SPIRE y PACS del Observatorio Espacial Herschel.
- Presentación de propuestas de "Key Projects" en tiempo abierto a realizar con el Observatorio Espacial Herschel de las cuales fué seleccionado el proyecto "The Herschel Thousand Degree Survey" que con 600 horas de observación es el mayor de los "Key Projects" de tiempo abierto de Herschel.
- Preparación de propuestas de nuevas misiones espaciales infrarrojas (SPICA y FIRI) para el programa Cosmic Vision de ESA, de las cuales SPICA ha sido una de las misiones seleccionadas por ESA como posible misión de tipo medio. Se participa en el consorcio internacional (formado por varios países europeos, Japón, Canadá y EEUU) que está diseñando el instrumento SAFARI de SPICA, que operará en el infrarrojo lejano.
- Preparación de proyectos extragalácticos a realizar con el GTC, principalmente relacionados con cartografiados extragalácticos infrarrojos.

## GRUPO DE ESTUDIOS DE FORMACIÓN ESTELAR "GEFE" (P1/92)

**C. Muñoz-Tuñón.**

**R. Amorín Barbieri, C. Ramos Almeida, I. Martínez Delgado, A. Monreal Ibero, J.M. Rodríguez Espinosa, J.A. López Aguerri, N. Caon, A.M. Varela y M. Prieto.**

**Colaborador del IAC: V. Melo.**

A. Monreal (ESO, Alemania) L.M. Cairós (Postdam, Alemania); G. Tenorio Tagle y S. Silich (INAOE, México); J. Palous (Academia de Ciencias, República Checa), P. Planesas (OAN, Madrid), E. Simmoneau (IAP, Francia); E. Telles y P. Lagos (Obs. de Rio de Janeiro, Brasil), E. Cossini (Univ. de Padua, Italia), A. Moiseev (SAO-Rusia), M.L. García Vargas (Fractal SLNE, Madrid), V. Debattista (Univ. Washington, EEUU) y equipo

ESTALLIDOS.

## Introducción

El Proyecto interno GEFE se encuentra totalmente enmarcado en el proyecto coordinado, ESTALLIDOS, financiado por el plan nacional desde el año 2001. El equipo en el IAC fue impulsor y coordina la colaboración desde el principio, ahora estallidos está en su tercera edición.

El objetivo central del Proyecto es el estudio observacional y teórico de brotes masivos de formación estelar, o *starbursts* o *estallidos*, y su impacto en galaxias. Se trata de definir el alcance de estos eventos y encontrar los parámetros que llevan a la realimentación, o "feedback", y así a la formación de futuras generaciones de estrellas. Para ello ha sido seleccionada una muestra de *starbursts* que cubre un amplio rango, desde los nucleares en galaxias espirales grandes cercanas a los encontrados en galaxias enanas, pasando por las regiones HII Gigantes en espirales y galaxias irregulares y los que suceden en galaxias que además tienen un núcleo activo. Diferenciamos objetos aislados y que por tanto constituyen un ecosistema de aquellos que se encuentran en entornos más densos, galaxias en cúmulos o en grupos, que ciertamente pueden ser determinantes en la formación y evolución de los cúmulos de estrellas masivas (*starbursts*). Cada uno de los apartados que planteamos tiene su muestra de objetos característicos. Hemos definido también una muestra común que comprende ejemplos típicos de cada clase y que será estudiada por todo el equipo con observaciones multifrecuencia. Se harán observaciones en Rayos X, UV, visible, IR medio y lejano y radio usando tanto telescopios en tierra como satélites. Nos proponemos además ampliar la muestra de objetos sustancialmente para realizar, además de los estudios detallados en las muestras propias, un uso masivo de bases de datos que nos permitirán alcanzar resultados muy robustos estadísticamente.

## Algunos resultados relevantes

Se ha caracterizado una muestra de AGN de alto *z* separando aquellos objetos con mayores incidencias de formación estelar nuclear. De este modo se han encontrado objetos altamente oscurecidos.

Se han estudiado las propiedades estructurales de la galaxia anfitriona de las BCDs a partir de una muestra representativa de 28 objetos. Se ha utilizado una metodología desarrollada y testeada

Se han realizado observaciones en el telescopio VLT con FLAMES para estudiar las condiciones físicas y de ionización de la zona nuclear de NGC5253. Con el mismo propósito, se han realizado observaciones de NGC1569 con OASIS.

Se han realizado observaciones en el 3,5 m de CAHA con PMAS para el estudio de la región HII NGC595 en colaboración con otros miembros del grupo ESTALLIDOS en Granada. El propósito es comparar los diferentes indicadores de polvo y extinción en el óptico (PMAS) e infrarrojo (Spitzer) en regiones HII de M33.

Se ha elaborado una propuesta para observar con VIMOS en el telescopio VLT galaxias del UDF. La propuesta fue valorada bien aunque no obtuvo tiempo. Se volverá a solicitar tiempo para el mismo caso científico en el telescopio VLT y en Gemini.

AMI ha colaborado con el grupo de astrofísica extragaláctica del Instituto de Estructura de la Materia en la elaboración de dos propuestas para observar con VIMOS y SINFONI en el telescopio VLT un muestra de galaxias infrarrojas luminosas.

Se han realizado observaciones con PMAS, VIMOS y VIRUS de una muestra de BCDs con el propósito de analizar la estructura de cinemática, extinción e ionización así como para caracterizar las diferentes componentes presentes en estos sistemas.

## **POBLACIONES ESTELARES EN GALAXIAS (P3/94)**

### **A. Aparicio.**

**C. Gallart Gallart, A. Rosenberg González, I. Drozdovsky, M. Monelli, N. Noel, E. Bernard, I. Meschin y A. Marín Franch.**

R. Carrera y E. Pancino (Bologna, Italia); S. Cassisi (Teramo, Italia); E. Costa y R. Méndez (Univ. de Chile); P. Demarque (Univ. de Yale, EEUU); K. Exter (ESO); E. Hardy (NRAO); S. Hidalgo y E. Skillman (Univ. de Minnesota, EEUU); M. Mateo (Univ. de Michigan, EEUU); G. Piotto, (Padua, Italia), A. Recio Blanco (Niza, Francia); A. Sarajedini (Univ. de Florida, EEUU); I. Saviane (ESO, Chile); P. Stetson (Victoria, Canada); N. Tikhonov (SAO, Rusia); R. Zinn (Univ. de Yale, EEUU); M. Zoccali (PUC, Chile).

### **Introducción**

El objetivo general del Proyecto es el estudio

de la estructura, historia evolutiva y proceso de formación de galaxias a través de las poblaciones estelares, de su luz integrada y de su cinemática. La investigación del grupo se centra en los objetos más próximos, incluyendo a la propia Vía Láctea y a las Nubes de Magallanes. Parece razonable suponer que son una buena representación de por lo menos todas las galaxias de su tipo, y pueden considerarse como una buena referencia para entender cómo éstas se forman y evolucionan. El Proyecto puede dividirse en cuatro líneas principales:

### *Galaxias enanas: poblaciones estelares y estructura primordial*

Las galaxias enanas surgen de forma natural como los primeros objetos en formarse en las teorías sobre la materia oscura fría. Como consecuencia de la condición para la pérdida de gas y enfriamiento existiría un sesgo en la formación de galaxias: Las enanas se originarían de los picos de densidad de  $1\sigma$  y trazarían la distribución real de masa del Universo primigenio. El estudio de sus propiedades tanto integradas como a través de sus estrellas resueltas, aportaría una información valiosa no sólo de la forma en la que surgen y evolucionan las galaxias, sino también de las condiciones iniciales del universo en las que se formaron.

El objetivo de esta línea es la caracterización de la estructura espacio-temporal de las galaxias enanas. Un objetivo fundamental es la determinación de historias de la formación estelar (HFE) detalladas y extendidas a toda la historia evolutiva de la galaxia. En este contexto, se están analizando una serie de diagramas color-magnitud (DCM) muy profundos obtenidos con la cámara ACS en el telescopio HST para seis galaxias enanas aisladas del Grupo Local (Proyecto LCID; P. ID: 10505, IP C. Gallart: 97 órbitas). Otro, es el estudio de los registros fósiles de su formación inicial, tales como estructuras extendidas constituidas por una población estelar vieja, la distribución de velocidades de sus estrellas individuales, o los gradientes de sus poblaciones estelares.

### *Formación de la Vía Láctea: cúmulos globulares y estructura del halo*

El hecho de que los cúmulos globulares (CG) sean los objetos más viejos del Universo hace de ellos verdaderos fósiles que contienen información sobre el proceso de formación de la Vía Láctea y, por extensión, de otras grandes galaxias. En este contexto, se ha establecido un grupo internacional (liderado por A. Sarajedini, Univ. de Florida, EEUU)

Lorenzo et al.). Los datos correspondientes al resto de la muestra están en proceso de análisis o de reducción.

#### *Detección de CO en galaxias BCDs*

Se ha observado una muestra de 10 galaxias BCDs con la antena de Pico de Veleta en las bandas de 3 mm y 1,3 mm. El fin primero fue detectar la presencia de gas molecular en las zonas nucleares (donde se localiza la formación estelar) y medir su masa y otros parámetros físicos (ej. dispersión de velocidades o tasa de formación estelar). Se han reducido las observaciones y actualmente se está en proceso de análisis de los resultados. Además dos de las diez galaxias, las que presentaban mayor señal en los apuntados nucleares, han sido cartografiadas. Los mapas de CO ya han sido construidos y se ha comenzado su análisis. Este apartado dará resultados y publicaciones a lo largo de 2008.

#### *Super Stellar Clusters (SSCs) como elementos claves en la retroalimentación de la formación estelar*

Se han analizado los datos obtenidos con PMAS durante el pasado año para M82 y NGC1569. En el caso de M82, se ha obtenido el mapa de extinción de la región nuclear de M82 más detallado hasta la fecha. Este mapa muestra que la extinción está distribuida en una manera no uniforme, con valores más elevados a lo largo de la línea de polvo ( $A_v \sim 4 - 6$ ) y con valores más moderados a lo largo de la región A ( $A_v \sim 3$ ). La densidad electrónica es elevada en todo el campo ( $\sim 700 \text{ cm}^{-3}$ ) especialmente en la zona de mayor densidad de cúmulos estelares, donde alcanza valores de  $\sim 1800 \text{ cm}^{-3}$ . Se están interpretando el resto de los observables derivados.

La parametrización de las condiciones físicas del gas próximo a los SSCs (de los que conocemos todas sus coordenadas tras el trabajo de Melo et al, 2005) está siendo parte del trabajo de maestría de A. Torres (del INAOE) codirigida por el equipo en el IAC (C. Muñoz-Tuñón y A. Monreal). Para ello, A. Torres estuvo en el IAC en una visita de tres meses, trabajando con los datos de PMASS de M82.

En cuanto a NGC1569, se ha estudiado la región centrada en el cúmulo más masivo de la Galaxia. Entre los resultados más relevantes de este trabajo, destaca la detección de una cavidad alrededor de dicho cúmulo trazada por una baja emisión en  $H\alpha$  y una extinción prácticamente nula. Además, la cinemática derivada indica

que hay material ionizado fluyendo hacia dicha cavidad. El conjunto de los observables analizados parece indicar que la formación estelar actual y la estructura observada no son los responsables del material caliente que presente en el halo y que ha sido detectado por Chandra e identificado como un superviento galáctico. Seguramente este material es el resultado de un starburst anterior. Se complementará el análisis y publicarán los resultados en el año 2008.

Se han hecho avances importantes en el modelizado teórico de la evolución de un supercúmulo estelar. Las condiciones iniciales (masa, densidad, tamaño) definen un parámetro clave, la eficiencia de termalización que define el enfriamiento en la región del supercúmulo. Los resultados a los que lleva las condiciones extremas son muy diferentes. En un caso se evoluciona de un modo adiabático (Chevalier & Clegg, 1985) mientras que, si el factor de enfriamiento es muy alto se fuerza la formación estelar, inhibiéndose la solución viento y pudiéndose llegar a cúmulos de masas de hasta  $10^8 M_{\text{sun}}$  (la llamada retroalimentación positiva). Los resultados aplicados a uno de los SSCs de M82 se resaltan en el apartado de hitos de esta Memoria.

#### *Formación estelar y actividad en galaxias*

Se han estudiado 57 AGN con datos de archivo de ISOCAM. La resolución espacial de las imágenes ha permitido separar la emisión nuclear de la emisión extensa. Dicha emisión extensa es en la mayoría de los casos un disco exponencial, necesitando, adicionalmente, en otros casos un bulbo, una barra o un anillo. El resultado se ha publicado en el *Astrophysical Journal* (Ramos-Almeida et al. 2007).

Se obtuvo tiempo de observación en el Observatorio del Roque de los Muchachos con LIRIS en el WHT (4 m) para la observación de una muestra de AGN detectados en rayos-X duros, con espectroscopia multiobjeto en el infrarrojo cercano. El mal tiempo impidió sacar provecho a estas observaciones, pero se nos ha vuelto a conceder tiempo para observar una muestra similar durante el próximo mes de marzo de 2008. Además, se concedió una noche compartida en Tiempo de Director para la obtención de un espectro infrarrojo necesario para completar una muestra de galaxias Seyferts observadas con LIRIS. Hay un artículo en preparación con estos datos.

#### *Observaciones con grandes telescopios y complementariadas*

Se han desarrollado una serie de herramientas de cálculo de poblaciones sintéticas, básicamente constituida por dos elementos: cálculo de diagramas color-magnitud sintéticos para cualquier batería de parámetros de entrada (IAC-star), y resolución de la historia de la formación estelar mediante diagramas color-magnitud, basada en un algoritmo genético (IAC-pop). Un tercer elemento, es una librería de síntesis de poblaciones estelares para fluctuaciones de brillo superficial. Para poblaciones no resueltas, esta última constituye una alternativa muy interesante a la síntesis de poblaciones fotométrica habitual porque rompe parcialmente la degeneración edad-metalicidad.

### Algunos resultados relevantes

Se ha descubierto la presencia de estrellas extramareales alrededor del cúmulo globular M92.

Se ha descubierto que la población estelar de la Pequeña Nube de Magallanes se extiende más allá de 6.5 kpc de su centro y que, a esta distancia, existe incluso una población estelar de edad intermedia.

Se ha descubierto que la población estelar de la Gran Nube de Magallanes se extiende hasta más allá de 9 kpc de su centro.

Se han observado gradientes de edad y metalicidad en la población vieja de Tucana, lo que indica que estos gradientes aparecieron muy temprano en la evolución de esta galaxia.

Se han realizado estudios en una muestra de 50 galaxias con disco cercanas que permiten confirmar la presencia de discos gruesos en todas ellas y también la de halos estelares en las más masivas.

Se ha descubierto la existencia de dos poblaciones diferenciadas de cúmulos globulares en la Vía Láctea. Una población vieja, sin relación edad-metalicidad, y una población más joven, con una clara relación edad-metalicidad.

46 Se ha estimado la dispersión de edad de la población vieja de cúmulos globulares de la Vía Láctea en +/- 300 millones de años, lo que representa también una estimación del tiempo de colapso de nuestra galaxia.

### Evolución del Proyecto

Se finalizó el estudio de una muestra de cúmulos de la Nube Pequeña de Magallanes (SMC) observados, usando fotometría de Washington, en

los telescopios de 0,9 m de CTIO y el telescopio danés de 1,54 m en La Silla. Los resultados se presentaron en dos artículos publicados en *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.* En Piatti et al. (2007a) se presentaron por primera vez diagramas color-magnitud en el sistema de Washington para cinco cúmulos estelares en la parte externa de la SMC. A partir de la superposición de isocronas de  $Z=0.004$ , se determinaron para ellos edades en el intervalo 0.1 a 1.0 Ga. Con esto, se incrementa sustancialmente el número de cúmulos jóvenes con parámetros bien determinados en la parte externa de la SMC. Asimismo, se presentaron (Piatti et al. 2007b) resultados sobre la edad y la metalicidad, de los cúmulos L110, L112 y L113. Se confirmó que L113 es un cúmulo bastante viejo y pobre en metales, y que L110 y L112 son también relativamente viejos ( $t \sim 6.5$  Ga). Estas edades y metalicidades refuerzan la idea de que los cúmulos de la SMC son más viejos y pobres en metales hacia las partes más externas, con una cierta dispersión.

Se finalizó el estudio espectroscópico, usando FORS en el telescopio VLT, de una nebulosa planetaria descubierta en la galaxia de Grupo Local Phoenix. Se envió un artículo a la revista *Astronomy & Astrophysics* (Saviane et al. 2007). Para aquellos elementos que se consideran más fiables para medir la metalicidad del medio interestelar a partir del cual se formó la nebulosa planetaria se obtuvo que la relación O/H es un factor 2,5 más bajo que la solar ( $[O/H] \sim -0.39$ ) y que Ar/H es casi 10 veces más bajo ( $[Ar/H] \sim -0.97$ ). Teniendo en cuenta las alteraciones en las abundancias que pueden tener lugar durante la evolución de la estrella progenitora y la formación de la nebulosa planetaria, y los errores en la determinación de las abundancias, se concluyó que el medio interestelar a partir del cual se formó la estrella progenitora hace 1.5-5 Ga (la edad que se estimó para ella) tenía una metalicidad  $Z=0.002-0.008$ .

Se desarrolló una "pipeline" para el estudio del nivel de completud de los datos fotométricos de Proyecto de HST LCID sobre la caracterización de la historia de formación estelar en galaxias enanas del Grupo Local. Con ésta se finalizaron las pruebas de «crowding» para cuatro galaxias (Cetus, Tucana, LGS3, IC1613).

Se ha avanzado sustancialmente en el análisis cuantitativo de la historia de formación estelar de las galaxias del proyecto HST Cetus y Tucana, usando distintas librerías de evolución estelar. Se han mostrado resultados preliminares en varios

en el que participan miembros del grupo (Aparicio, Marín Franch y Rosenberg). Se está llevando a cabo un ambicioso programa de investigación que está permitiendo la determinación por primera vez o con un grado de precisión sin precedentes de las propiedades de una muestra de 66 CG. Se ha dispuesto para ello de un total de 134 órbitas con la ACS del telescopio HST. Las propiedades que se pretende determinar se refieren a las edades relativas y absolutas, función de masas estelares, binariedad, dinámica y cinemática interna de los cúmulos y potencial de la Vía Láctea. El grupo en el IAC se centra en la determinación de edades relativas y absolutas, función de masas y binariedad.

La escala de edades absolutas está siempre afectada de un error de cero dependiente de la calibración y la elección de parámetros internos de los modelos de evolución estelar. Esto hace que sea interesante recurrir a las edades relativas, que proporcionan una medida precisa de la dispersión de edades de los CG en función de metalicidad, posición y otros parámetros. La dispersión de edades da información sobre el proceso de formación de la Vía Láctea que, a su vez, está estrechamente relacionado con las condiciones iniciales del Universo que dieron lugar a la formación de estructuras. La determinación de las edades requiere de la correcta localización del «turn-off» en el DCM de cada CG, para lo que resulta imprescindible disponer de una muestra homogénea. Rosenberg et al. dedicaron el mayor esfuerzo en este campo, presentando un catálogo homogéneo de 52 CG cercanos observados desde tierra. Este trabajo dio al grupo del IAC-Padua el liderazgo en este tema, extendido recientemente con una nueva publicación (De Angelis et al 2005) en la que se aumenta la muestra, especialmente en el rango de alta metalicidad y las medidas (procedentes de observaciones «snap-shot» con la WFPC2 del telescopio HST) se extienden a 55 cúmulos. Los trabajos del grupo han mostrado que la Vía Láctea, al menos es su parte central e intermedia se formó mediante un proceso rápido, similar al que se observaría en un colapso monolítico (una sola edad, Eggen et al. 1962), y en contra de lo que resultaría de un proceso de «acreción» generalizada (amplio rango de edades, Searle y Zinn 1978). Sin embargo, queda aún mucho trabajo por hacer, en particular por lo que se refiere a las propiedades de los distintos grupos de metalicidad y de los cúmulos del halo más externo (ej. Zinn 1996; Bellazzini et al. 2003).

#### *Formación y evolución de las Nubes de Magallanes*

Entre el sistema de galaxias satélites de la Vía

Láctea, hay dos tipos bien diferenciados de objetos representantes de sendos grandes tipos de galaxias en el Universo Local: las galaxias enanas esferoidales, caracterizadas por su bajo o nulo contenido en gas y la falta de formación estelar en el momento presente (a pesar de lo extendida de la historia de la formación estelar en algunas de ellas), y las Nubes de Magallanes, que son galaxias irregulares con un alto contenido en gas y una formación estelar actual activa.

Esta actividad de formación estelar y el alto contenido en gas, unido a su gran proximidad, hace de las Nubes de Magallanes un laboratorio astrofísico especialmente interesante. Además, su rico sistema de cúmulos globulares de todas las edades constituye el sistema de cúmulos extragaláctico más cercano y es además clave para comprobar la teoría de evolución estelar de estrellas de edad intermedia y joven, y relativamente pobres en metales, que no existen en la Vía Láctea. Además, la Vía Láctea, la Gran Nube de Magallanes (LMC) y la Nube Pequeña de Magallanes (SMC) constituyen un sistema de galaxias en interacción que puede aportar información muy detallada sobre los efectos de las interacciones y fusiones en la historia de la formación estelar de las galaxias.

En esta línea se usan las Nubes de Magallanes como laboratorios para el estudio de diferentes aspectos de la formación y evolución de galaxias. En particular, actualmente nos estamos concentrando en la determinación de historias de la formación estelar en función del radio galactocéntrico, a partir de DCM muy profundos, y en la determinación de su historia de enriquecimiento químico a partir de observaciones espectroscópicas usando el triplete del CaII.

#### *Diagrama color-magnitud sintético y síntesis de poblaciones*

Una herramienta fundamental en el estudio de las poblaciones estelares en galaxias la constituyen los diferentes algoritmos de cálculo de poblaciones sintéticas. En particular, el DCM sintético es la herramienta más poderosa para el análisis de las galaxias más cercanas, donde las estrellas individuales son resolubles. En este caso, el DCM, constituye un auténtico registro fósil de la historia de la formación estelar de la galaxia. Para galaxias más lejanas, en las que las estrellas no son ya resolubles, sólo se puede obtener información de la luz integrada, que puede analizarse mediante fotometría o espectroscopía.

se detectaron estrellas pertenecientes a la galaxia aún a 9 Kpc de su centro.

Se han analizado las poblaciones estelares en 4 campos de la LMC situados entre 3 y 7 kpc de su centro, a través de la superposición de isócronas y del análisis de sus funciones de color. Se ha encontrado que la población estelar vieja es de una edad similar en todos los campos, mientras que la población estelar más joven presenta un gradiente de edad, en el sentido que su edad aumenta a medida que nos alejamos del centro de la galaxia. Estos resultados se presentan en un artículo que será enviado en breve a *Astrophysical Journal Letters*, en el que se concluye que esta evidencia podría contradecirse con el escenario generalmente aceptado de formación de los discos de galaxias desde dentro hacia fuera.

Se han determinado las edades relativas de 64 cúmulos globulares galácticos, observados durante un total de 134 órbitas con la ACS del telescopio HST en el contexto de un proyecto internacional en el que participan integrantes del grupo. Se ha encontrado, por primera vez, la existencia de dos poblaciones diferenciadas de cúmulos globulares. Una población vieja, sin relación edad-metalicidad, y una población más joven, con una clara relación edad-metalicidad. Este resultado sugiere que los cúmulos del halo galáctico se formaron en dos fases bien diferenciadas: un rápido colapso disipativo seguido de un periodo de acreciones de galaxias enanas.

## ESPECTROSCOPIA BIDIMENSIONAL CON FIBRAS ÓPTICAS DE GALAXIAS ACTIVAS (P4/94)

**E. Mediavilla.**

**B. García Lorenzo, J.A. Acosta y L. López Martín.**

S. Arribas (CSIC), V. Motta (Univ. de Montevideo, Uruguay); R. Díaz (OAC, Argentina); M. Roth (IAP, Francia); E. Battaner, A. Castillo, A. Guijarro, E. Florido y J. Jiménez (Univ. de Granada), Pedro Gómez-Álvarez (ESAC).

### Introducción

El primer objetivo de este Proyecto es el estudio de la cinemática y de las condiciones físicas que afectan al gas y a las estrellas en las regiones centrales de galaxias. La muestra de galaxias se ha ido extendiendo progresivamente. En la actualidad incluye objetos muy activos (QSOs, Seyferts), de actividad intermedia y baja (LINERS, starburst), y objetos no conceptuados habitualmente como

activos (galaxias de tipo temprano y bulbos de espirales). También se están estudiando las propiedades de las galaxias infrarrojas ultraluminosas y de las galaxias compactas azules (BCD).

Estos estudios se fundamentan en el uso de una nueva técnica experimental basada en la utilización de fibras ópticas, que permite obtener espectros distribuidos en 2D. Para el desarrollo de esta técnica se han construido varios instrumentos que operan en los telescopios del ORM. En el marco de este Proyecto, se pretenden introducir nuevos desarrollos instrumentales, tales como la extensión al infrarrojo cercano, el uso de microlentes, o el diseño de nuevos sistemas.

### Algunos resultados relevantes

ESO ha aprobado los estudios de fase A de HARMONI, un espectrógrafo 3D para el telescopio Gigante Europeo, E-ELT. Este instrumento está pensado para estudiar objetos extensos en el visible y el infrarrojo. Está planeado como uno de los primeros instrumentos del E-ELT.

Se ha descubierto un viento galáctico en la región central de M100. Según los estudios cinemáticos realizados, parte del gas abandonaría la galaxia y alcanzaría el medio intergaláctico. Si este resultado inesperado se extendiera a otras galaxias de baja actividad, las estimaciones actuales del enriquecimiento del medio intergaláctico se verían drásticamente subestimadas.

### Evolución del Proyecto

En lo que respecta a los resultados científicos, este año ha destacado la colaboración con las universidades de Granada y Complutense en la investigación, basada en espectroscopia 2D, de centros de galaxias cercanas. El descubrimiento más notable ha sido la detección de un viento galáctico en la región central de M100, un resultado inesperado en una galaxia con poca actividad (2007 *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc. Lett.*, 382, L16). Este resultado complementa otros estudios más generales sobre la cinemática del gas y de las estrellas y sobre la detección y estudio teórico, usando líneas estelares de absorción, de la barra interna en M100 (2007, *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, 380, 489).

También se ha seguido aplicando la espectroscopia integral a otros campos de investigación como las galaxias enanas compactas (2007 *Astrophysical Journal*, 669, 251), los cúmulos estelares (2007 *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, 382, 481), los objetos Herbig-Haro las galaxias ultraluminosas

congresos internacionales.

Se envió una propuesta de observación con el telescopio HST (ciclo 16) con el objetivo de añadir al Proyecto LCID la galaxia enana extremadamente aisladas DDO 210 y SagDIG. El Proyecto aunaba los esfuerzos de 14 investigadores de 8 países. Desafortunadamente, el día siguiente a la fecha límite del envío de proyectos al HST, la ACS, que era el instrumento que debíamos usar, se averió, haciendo imposible el desarrollo observacional ulterior de nuestro Proyecto.

Se ha empezado un nuevo proyecto con colegas de la Universidad de Sydney para explorar la historia de formación estelar integrada en galaxias cercanas y compararla con la historia de formación estelar cósmica medida a través de muestreos en galaxias lejanas.

Se ha participado en el equipo científico SMART-MOS, que está diseñando la próxima generación de instrumentos de imagen directa y espectroscopia multiobjeto en el IR cercano para el ELT (Telescopio Extremadamente Grande) europeo.

Se ha participado en el análisis de datos fotométricos de gran campo del cúmulo globular M92, con imágenes de archivo del telescopio CFHT en Hawai. Se han detectado por primera vez estrellas extra-mareales hasta una distancia de 20 minutos de arco del centro.

Se ha participado al estudio de la única galaxia *starburst* del Grupo Local (IC10), con datos de archivo de HST.

Se obtuvieron DCM para tres campos de la Pequeña Nube de Magallanes, localizados a distancias de 4,7 kpc, 5,6 kpc, y 6,5 kpc del centro del cuerpo principal de dicha Galaxia. Se superpusieron isocronas teóricas y se obtuvieron los detalles del contenido estelar en estos tres campos. Se encontró que, no sólo todavía existen estrellas pertenecientes a la Pequeña Nube de Magallanes a 6,5 kpc del centro, sino que hay una cantidad importante de estrellas de población intermedia a estas distancias. Se hizo un estudio del brillo superficial, encontrándose que sigue una ley exponencial. Estos resultados implicarían que la galaxia es significativamente más extendida y, por tanto, más masiva, de lo que se pensaba hasta el momento.

Se realizó un estudio detallado de la historia de formación estelar (HFE) en 12 campos de la Pequeña Nube de Magallanes, basados en DCM de gran profundidad. La HFE en los campos del este (enfrentando a la Gran Nube de Magallanes)

muestran una tasa de formación estelar continúa a lo largo de la historia de la galaxia. Esta zona de la galaxia está formando estrellas activamente en la actualidad. Los campos localizados en la zona oeste de la galaxia han estado formando estrellas activamente hasta hace unos 3 Giga-años atrás, cuando su actividad cayó casi un orden de magnitud hasta ser casi nula en el presente. La HFE de los campos del sur muestra que la población joven pierde importancia a partir de los ~3 kpc desde el centro de la Pequeña Nube. El campo más cercano al centro en esta parte sur, presenta formación estelar joven hasta hace unos 0,5 Giga-años atrás, coincidente con la existencia de HI en esa región. Al recuperar la HFE para nuestros campos en la Pequeña Nube, IAC-pop también provee una determinación independiente de la ley de enriquecimiento químico. Para los campos del este, se encontró que la metalicidad ha crecido a un ritmo relativamente lento hasta hace unos 4,5 Giga-años atrás, cuando se produjo un crecimiento más abrupto, hasta alcanzar el valor que posee en la actualidad de  $[Fe/H] \sim -0.4$ . En el caso de los campos del oeste, ocurrió algo similar, aunque en el caso del sur, el crecimiento fue relativamente lento durante toda la historia.

Se realizó el estudio de estrellas variables en Cetus, Tucana, LGS3 y IC1613. Se encontraron casi 900 variables en estas galaxias, principalmente de tipo RR Lyrae y Cefeidas anómalas. Usando las RR Lyrae, se observaron gradientes de edad y metalicidad en la población vieja de Tucana. Se usaron también las propiedades de las variables para calcular la distancia de la galaxia en cual se encuentran.

Se amplió y terminó el estudio sobre variables Cefeidas en la galaxia enana de Pegasus. Se identificaron 21 cefeidas clásicas obteniendo sus curvas de luz. Se determinó su distancia en  $920 \pm 30$  Kpc y se interpretaron las características de las 21 cefeidas en el contexto de la historia de formación estelar (HFE) de esta galaxia concluyendo que la población estelar de cefeidas es un indicador complementario muy útil para el estudio de la HFE de una galaxia. Los resultados se enviaron a una revista especializada para su publicación.

Se ha completado la fotometría de todos los campos externos de la LMC (campos al norte). Se trabajó con los 3 campos más alejados (8, 9 y 10° del centro de LMC), obteniendo sus diagramas color-magnitud (DCM) a los cuales se le han superpuesto isócronas con el fin de obtener detalles de la estructura en edad de su población estelar. Se encontró la presencia de una importante población de edad intermedia (> 4.5 Gaños y algunas estrellas de  $H \approx 1.5$  Gaños) y

nuevos modos de lectura, además de ser miembro del grupo de astronomía y participar en labores de AIV. Además, los tres citados son miembros del grupo de Astronomía de EMIR (Cogollo) que ha realizado una intensa labor en 2007, que se va a prolongar hasta la entrega del instrumento a la comunidad de usuarios, definiendo y controlando el correcto funcionamiento de EMIR desde el punto de vista astronómico. Tras la defensa de su tesis, A. Cabrera es miembro del equipo de astrónomos de soporte del telescopio GTC, con lo que su dedicación al Proyecto ha disminuido sustancialmente.

Se ha avanzado en la consecución de los objetivos propuestos, que se describen a continuación. Se ha continuado con la explotación de la base de datos TCS–CAIN, calibrada fotométrica y astrométricamente. Se ha completado la descripción global del proyecto observacional y sus características principales, y se ha continuado con la explotación científica del mismo lo que ha dado lugar a varias publicaciones durante 2007. El Proyecto sigue centrado, desde el punto de vista observacional, en dos aspectos: de un lado, complementar el cartografiado CAIN con imágenes más profundas y con mejor resolución espacial, utilizando la cámara NOTCAM; de otro, la caracterización espectrofotométrica de fuentes en el interior galáctico constituye la base del Proyecto GALEP, que formará parte del programa central de EMIR, y cuyo trabajo preparatorio se lleva a cabo con los medios observacionales de los que se dispone actualmente.

## **GOYA: EVOLUCIÓN COSMOLÓGICA DE GALAXIAS (P5/00)**

**M. Balcells.**

**M. Prieto, L. Domínguez Palmero, D. Abreu, C. López, M. Vallbé, A. Hempel, I. Trujillo y T. Tapia.**

E. García Dabó (GTC); D. Cristóbal Hornillos (IAA); R. Guzmán (Univ. de Florida, EEUU); J. Gallego, N. Cardiel, J. Gorgas, J. Zamorano y A. Gil de Paz, (UCM, Madrid); R. Pelló (LAOMP, Francia); R.F. Peletier (Univ. de Groningen, Países Bajos); J. Falcón (ESTEC, Países Bajos); A. Graham (Univ. de Swinburne, Australia); D. Carter (Univ. Liverpool-John Moores, Reino Unido); C. del Burgo (Dublín Inst. for Advanced Studies, Irlanda); P. Erwin (MPI Extraterrestrial Physics, Alemania); E. Salvador Solé (UB); G. González Casado (Univ. Politécnica de Cataluña).

### **Introducción**

Este Proyecto está centrado en estudios de galaxias a alto  $z$ , con estudios complementarios de galaxias en el Universo local.

Los estudios a alto  $z$  se enmarcan en el Proyecto GOYA, una colaboración dirigida por astrónomos del IAC, de la Univ. Complutense de Madrid, del Obs. de Midi-Pyrenées (Toulouse, Francia), y de la Univ. de Florida (EEUU), y que incluye a más de 30 colaboradores en once centros españoles, franceses, holandeses e ingleses. El objetivo central del Proyecto GOYA es utilizar EMIR en GTC para realizar un censo de las galaxias a desplazamientos al rojo entre  $z=1.5$  y  $z=3$  y estudiar sus propiedades con el mismo conjunto de parámetros y diagnósticos que se emplean en el estudio de galaxias en el Universo local, es decir aquellos obtenidos en el rango visible del espectro. Más allá de  $z=1.5$ , el rango visible del espectro de las galaxias se observa en longitudes de onda superiores a 1,6 micras, lo que impide su detección con cámaras y espectrógrafos no criogénicos. Para permitir la observación eficiente de grandes muestras de galaxias en estas longitudes de onda, el equipo de GOYA propuso e impulsa actualmente la construcción de EMIR, una cámara-espectrógrafo multiobjeto criogénica, actualmente en construcción para el telescopio GTC por un Consorcio liderado por el IAC (ver Proyecto EMIR). Además de las tareas de especificación y seguimiento del desarrollo de EMIR, el Proyecto GOYA se concentra en la preparación para la explotación científica de EMIR. Para ello, está completando y analizando un amplio cartografiado del cielo en bandas que van del ultravioleta hasta el infrarrojo cercano (2,2 micras), a profundidades suficientes para la selección y caracterización de las muestras de galaxias a observar en su momento con EMIR en el telescopio GTC.

El Proyecto prosigue diversas líneas de estudio de galaxias en el Universo cercano, principalmente en bulbos centrales de galaxias de disco de tipos tempranos.

### **Algunos resultados relevantes**

L. Domínguez, como parte de su investigación de tesis, ha completado el análisis de los colores de bulbos de galaxias en el campo de Groth, cubriendo desplazamientos al rojo desde  $z=0.1$  hasta  $z=1.2$ . Ha definido muestras de galaxias de disco con y sin bulbos, y determinado colores centrales y globales para ambas muestras. Dos resultados han salido de este estudio. Primero, que los colores centrales de galaxias con bulbos tienden a ser rojos: se concentran a lo largo de la secuencia roja

o la detección de planetas extrasolares.

Pero el resultado quizás más relevante del proyecto es instrumental. Este año se ha presentado, junto con la Universidad de Oxford, el CRAL, y el UK-ATC, una propuesta para hacer el diseño conceptual de un espectrógrafo integral para el E-ELT, en respuesta a un anuncio de oportunidad de ESO. La propuesta ha sido aprobada y ya han comenzado los primeros pasos de HARMONI, que es el nombre del instrumento. La participación en el diseño conceptual de un instrumento del Telescopio Gigante Europeo confirma que el trabajo pionero del IAC en espectroscopia 2D sigue manteniendo una proyección notable en programas instrumentales de primera línea.

Dentro de la implicación general en programas instrumentales hay que destacar también el diseño y construcción de dos nuevos haces ecualizados con filtros variables para llevar a cabo pseudo-coronografía con INTEGRAL y la participación en el Instrument Design Team de SIDE.

## **DISTRIBUCIÓN Y DINÁMICA DE POBLACIONES ESTELARES EN GALAXIAS (P5/94)**

**F. Garzón.**

**P.L. Hammersley, A. Cabrera, M. López-Corredoira, C. González, A. Di Cesare y T. Mahoney.**

M. Cohen (Univ. de Berkeley, EEUU); E. Battaner (Univ. de Granada); A. Robin (Obs Besançon, Francia); O. Gerhard (Obs. de Basilea, Suiza); C. Evans (ROE, Reunio Unido).

### **Introducción**

El Proyecto de cartografiado IR del plano y bulbo galácticos se enmarca dentro de la investigación en Astrofísica observacional destinada a proveer una base de datos de distribución estelar en las regiones más alejadas y extintas de nuestra Galaxia, con el fin de avanzar en el conocimiento de la estructura estelar a gran escala de la Vía Láctea, mediante el desarrollo de modelos semiempíricos a partir de la información contenida en dichos catálogos. Los catálogos profundos y extensos de cielo son una herramienta fundamental de partida para una amplia variedad de investigaciones posteriores. En particular, el grupo está trabajando sobre poblaciones estelares específicas en el plano ecuatorial de la Vía Láctea. Se cuenta con información detallada de la distribución estelar de las poblaciones dominantes en una amplia zona

de cielo, que contiene las líneas de visión de más interés por abarcar diferentes componentes estructurales: bulbo interno, bulbo externo, disco, brazos espirales, etc. Esta base de datos tiene unas características superiores a la de los catálogos 2MASS y DENIS, tanto en resolución espacial como en sensibilidad, lo que resulta muy conveniente para el análisis de las estructuras más profundas de las regiones centrales de la Galaxia. De hecho, se ha utilizado de forma muy conveniente la combinación de datos propios, más profundos, con los catálogos públicos, que ofrecen una mayor cobertura espacial. A lo largo de 2007 se han realizado, utilizando datos combinados de nuestro catálogo y 2MASS, diversos estudios sobre la distribución vertical y horizontal de la población estelar de la Vía Láctea.

Actualmente el trabajo observacional se centra en el estudio espectrofotométrico detallado de grupos de objetos seleccionados que permitirá avanzar en el estudio del contenido estelar específico de la Galaxia. Se pretende, además, añadir información cinemática a nuestras bases de datos para introducirnos en el estudio de la dinámica a gran escala de la Galaxia. Este trabajo es de gran importancia, en sí mismo, y en lo que significa en cuanto a la preparación de parte del programa central de observaciones de EMIR (Proyecto GALEP), en el que se participa. Adicionalmente, se está obteniendo información fotométrica más detallada de la que se dispone, con mayor resolución espacial y sensibilidad, en aquellas áreas más densamente pobladas del interior galáctico. Esta parte ha constituido el grueso de la labor del grupo en 2007.

### **Evolución del Proyecto**

El Proyecto ha continuado su evolución durante 2007, si bien al ritmo lento que se va convirtiendo en habitual debido a las mismas circunstancias que en el año anterior. La primera, que ya se prolonga desde hace varios años, es la fuerte dedicación a proyectos relacionados con el telescopio GTC de los dos investigadores más veteranos del grupo: P. Hammersley es científico asociado de GTC, y muy involucrado en el comisionado del mismo, aspecto que ha merecido toda su atención durante 2007 debido al arranque de la tarea. F. Garzón es IP de EMIR, el espectrógrafo infrarrojo multiobjeto del telescopio GTC, que ha pasado un año muy intenso durante 2007, lanzando la fabricación y el ensamblado y verificación, bien vía contratos o en el IAC, de la mayoría de sus sistemas. C. González comparte su dedicación al Proyecto con un trabajo intenso dentro del grupo instrumental EMIR, donde está encargado de realizar la calibración del detector y pruebas del sistema de lectura, lo que se completó en 2006 en su versión básica y se adaptó a lo largo de 2007 con la inclusión de

vieja (E) o población enrojecida por polvo (DSF), la densidad del entorno muestra una evolución con  $z$  distinta para cada submuestra. Las galaxias E muestran una sobredensidad moderada, hasta distancias de unos 50 kpc, que no varía en el rango de  $z$  explorado (de  $z$  0.5 a 1.3). Mientras que, para las galaxias DSF, a  $z$  altos ( $1.0 < z < 1.3$ ) muestran un exceso notable de compañeros, y a  $z$  bajos ( $0.5 < z < 1.0$ ), un déficit de compañeros. Teniendo en cuenta el resultado del grupo de que las galaxias DSF a  $z > 1$  son tan masivas como las E, y que a  $z < 1$  las DSF son menos masivas que las E (una muestra de *downsizing*), el resultado indica que la formación estelar está afectada por interacciones a  $z > 1$ , y por procesos internos a  $z < 1$ . Se está preparando un artículo con estos resultados.

El grupo ha seguido efectuando mejoras en el catálogo fotométrico del campo de Groth con errores fotométricos mejorados, y con la obtención de nuevos desplazamientos al rojo fotométricos. D. Abreu y C. López organizaron y llevaron a cabo simulaciones masivas de inyección de fuentes en las imágenes J y K de Groth, usando el *software* CONDOR en la red del IAC. De ellas se han deducido barras de error fotométrico en función de la magnitud y el tamaño de la fuente, que se han trasladado a los catálogos. D. Abreu, con M. Balcells y R. Pelló (Univ. de Toulouse, Francia), ha estudiado mecanismos para reducir las leves discontinuidades sistemáticas encontradas en la distribución de desplazamientos al rojo fotométricos usando el código público HYPERZ. Se ha concluido que las discontinuidades no son fruto de una limitación en los templates espectrales, ni son consecuencia de una inadecuación de los perfiles de los filtros. Los catálogos mejorados están listos ya para su explotación.

El estudio de las masas fotométricas de todo el catálogo Groth ha proseguido. M. Vallbé ha colaborado con D. Cristóbal (IAA) en la aplicación del código de masas de éste último a todo el catálogo. Se ha estudiado el rango de parámetros poblacionales útiles para la estimación de masas.

Organizativamente, el grupo GOYA se ha reorganizado, creándose la figura del Investigador Principal (IP); hasta la fecha la dirección del proyecto era colegiada, con una coordinación por M. Balcells. Con la reorganización, el puesto de IP recae en R. Guzmán.

Fuera del Proyecto GOYA, M. Balcells ha completado su estudio de la estructura nuclear de bulbos galácticos en el Universo cercano, en colaboración con R. Peletier y A. Graham, con la

publicación de dos artículos y la presentación de resultados en dos conferencias internacionales. Usando observaciones ópticas e infrarrojas con el telescopio HST, el estudio concluye que una fracción importante (60%) de galaxias de tipo temprano e intermedio contienen componentes nucleares de alta densidad, y forma discoidal, de tamaño de algunos centenares de pársec, que podrían ser discos, anillos o barras nucleares. Estructuras parecidas se han detectado en prospecciones de cinemática bidimensional con SAURON. Asimismo, han detectado fuentes no resueltas espacialmente por HST, probablemente cúmulos estelares nucleares, en aproximadamente 60% de las galaxias. Estos cúmulos tienen las propiedades características de los llamados *Central Massive Objects* (CMO), y proporcionan ejemplos donde investigar la conexión entre cúmulos estelares centrales y agujeros negros supermasivos centrales, establecida en estudios en galaxias masivas del cúmulo de Virgo a esferoides de masa menor.

M. Balcells ha seguido su participación en el proyecto de legado Coma-ACS, proyecto liderado por D. Carter que incluye a 32 investigadores de 9 países. Durante 2007 se tomaron las observaciones con HST, las cuales quedaron truncadas por el colapso de la cámara ACS. El muestreo ha quedado reducido a un 30% del área prevista inicialmente, si bien los datos existentes son de altísima calidad. Un primer artículo describiendo el muestreo ha sido aceptado para su publicación en 2008. M. Balcells lidera el grupo de trabajo sobre análisis estructural, dentro del que se llevaron a cabo simulaciones dirigidas a comparar códigos existentes para el modelado fotométrico y estructural de las galaxias del cúmulo. En colaboración con C. Hoyos (UAM) y R. Guzmán, ha llevado a cabo asimismo una determinación de los errores del catálogo fotométrico de Coma-ACS, mediante simulaciones que siguieron la metodología desarrollada por el grupo GOYA para sus catálogos.

## **EVOLUCIÓN DE GALAXIAS EN CÚMULOS (3I2404)**

**J.A. López Aguerri,  
C. Muñoz-Tuñón, R. Sánchez Janssen e I. Martínez Valpuesta.**

J.M. Vilchez, M. Moles Villamate, J. Iglesias Páramo, B. Ascaso (IAA, Granada); M. Membrado (Univ. de Zaragoza); C. Gonzalez García (UAM); M. Arnaboldi (ESO, Alemania); O. Gerhard (MPIA, Alemania); V. Debattista, E. Maria Corsini (Univ

del diagrama color-magnitud, mostrando asimismo una cola hacia colores más azules. Mientras que los colores centrales de las galaxias sin bulbos no muestran una secuencia roja, y cubren un amplio rango de colores típicos de galaxias con formación estelar. Existe pues una dicotomía en los colores nucleares de galaxias según haya o no haya bulbo central en la galaxia. En segundo lugar, se ha observado que los colores nucleares de las galaxias están altamente correlacionados con los colores globales: las galaxias con núcleos más rojos son globalmente más rojas. Esto indica que la estructura de color de las galaxias de disco a  $z$  altos es independiente de la presencia o no de un bulbo central: todas las galaxias, con o sin bulbo, tienen gradientes de color similares. Dos artículos presentando estos resultados están enviados para su publicación. Los resultados se han presentado asimismo en el simposio IAU 245 sobre bulbos galácticos.

## Evolución del Proyecto

M. Prieto ha avanzado significativamente en el estudio de las galaxias rojas del muestreo fotométrico GOYA. El estudio está completo a falta de la actualización de los catálogos para la presentación definitiva de los resultados y su publicación.

Ha mejorado la selección de las galaxias rojas del catálogo fotométrico GOYA considerando en el método modelos de síntesis evolutiva de población de galaxias más realista y adaptado a nuestro conocimiento actual de las mismas. Ha definido un índice novedoso basado en la forma de la SED fotométrica UBVIJK y función de tres colores dependiente del redshift para la separación de las galaxias rojas en aquellas cuya población estelar dominante es evolucionada de las de formación estelar con polvo. Ha elaborado catálogos para estos dos tipos de galaxias rojas y para tres intervalos de redshift. Se ha realizado el estudio morfológico de todas las galaxias con GALFIT y se han estimado sus masas y edades con el código de masas de D. Cristóbal-Hornillos y R. Guzmán. Los resultados preliminares permiten establecer una relación evolutiva entre los dos tipos de galaxias rojas, pero se está esperando la confección definitiva de los catálogos para considerar fiables los resultados y hacerlos públicos.

M. Prieto en colaboración con C. Eliche ha continuado el estudio sobre evolución de galaxias basado en modelos de cuentas de galaxias en función de la magnitud ajustados a las distribuciones de cuentas observadas. Se ha iniciado una tercera aproximación del modelo de cuentas, modelo III. La primera, modelo I, ajustado

a las cuentas observadas en la banda K, reveló que las galaxias más tempranas se formaron más eficientemente a  $z \sim 1.5$  (Cristóbal et al. 2003, *Astrophysical Journal*, 595, 71). La segunda aproximación, modelo II, ajustado a las cuentas U,B y K, además de confirmar los resultados del modelo I, apuntó a que el mecanismo de formación principal de estas galaxias es el de fusión de discos (Eliche et al. 2006, *Astrophysical Journal*, 639, 644). Se ha perfeccionado el modelo en varios aspectos, incluyendo el uso de una Función de Luminosidad dependiendo de un mayor número de tipos de galaxias; la mejora del tratamiento de la extinción interna de las galaxias; y el uso de formas más realistas para la receta de fusiones. Con este modelo III se pretende estimar la época de formación de los distintos tipos de galaxias en función de su luminosidad, así como los posibles mecanismos de formación.

M. Prieto ha colaborado con G. Barro y C. Eliche (UCM) en el estudio de las cuentas K en el Extended Groth Strip en el marco del modelo de cuentas II (Eliche et al. 2006) estudiando entre otros aspectos el origen del cambio de pendiente en K en las cuentas observadas y la influencia de la varianza cósmica en las cuentas.

M. Prieto ha colaborado con A. López Aguerri y A. Aragón-Salamanca en el estudio del origen y formación de las galaxias lenticulares. El principal aspecto que se ha tratado es la distribución de estas galaxias en los diagramas V-R y Tully-Fisher en comparación con las espirales.

C. López ha proseguido su estudio de la evolución con  $z$  de la fracción de fusiones de galaxias. Usando diagnósticos de asimetría de las imágenes, con aplicación de métodos de máxima verosimilitud, ha mejorado determinaciones anteriores homogeneizando la profundidad y resolución espacial de las imágenes. Un primer artículo desarrollando la metodología de máxima verosimilitud está enviado. Otro artículo con resultados está listo para enviar, a la espera de retoques en los catálogos de desplazamiento al rojo fotométricos que el grupo ha realizado este año (ver más abajo). Se ha extendido este trabajo a dos campos, el de Groth y el CDFS usando catálogos puestos a punto por el grupo GOYA de la UCM. López ha extendido su estudio de fracción de fusiones con el uso de diagnósticos basados en estadística de pares, en los campos Groth y CDFS.

C. López, en colaboración con M. Prieto, ha estudiado el entorno de galaxias rojas en el campo de Groth. Dividiendo la muestra de galaxias rojas en dos submuestras según sean de población

cartografiado que se realizó en el cúmulo de Virgo para el estudio de la luz difusa. Este cartografiado cubrió 3,5 grados cuadrados del cúmulo de Virgo utilizando la gran capacidad de imagen que proporcionan las cámaras de gran campo del telescopio INT del ORM, y la del telescopio de 2,2 m del Obs. de La Silla (Chile). Las imágenes fueron tomadas en dos filtros: uno estrecho que contenía la línea de [OIII]5007A, y otro filtro ancho. Con este tipo de observaciones se detectaron nebulosas planetarias que se encontraban en la región intracumular del cúmulo de Virgo, no ligadas gravitacionalmente con ninguna galaxia del cúmulo. Los resultados obtenidos indican que la luz difusa se encuentra confinada en la región central del cúmulo (~300 kpc) ligada a las galaxias más brillantes (M87, M84, M86) que tiene este cúmulo. Además, presenta una distribución espacial muy inhomogénea, representando hasta el 10% de la luz total en algunas posiciones del centro de Virgo. Fuera de la región central de Virgo no se ha encontrado luz difusa. Estos resultados indican que la región central de Virgo es dinámicamente joven, debido a que la componente intracumular no está bien mezclada con el potencial gravitatorio del cúmulo. Además, la luz difusa está ligada a la formación de los grandes halos de las galaxias más brillantes de Virgo. El mecanismo de formación de esta componente cumular es la fusión de galaxias que dan lugar a las galaxias más brillantes del cúmulo. Estos mecanismos son más activos en las regiones centrales del cúmulo, pero no en las partes externas donde dominan otros como las interacciones rápidas entre miembros del cúmulo.

## **Evolución del Proyecto**

Durante el 2007 nos hemos centrado en los siguientes aspectos en el estudio de las galaxias en cúmulos:

### *Propiedades globales de galaxias en cúmulos*

El estudio de los cúmulos de galaxias ha cobrado nueva importancia durante los últimos años, debido principalmente a la aparición de grandes bases de datos como los cartografiados 2dF y SDSS. Durante los años 2006-2007 hemos estado estudiando las propiedades globales de una amplia muestra de cúmulos de galaxias presentes en SDSS. En el año 2007 se han publicado los resultados.

Esta muestra consiste en 88 cúmulos de galaxias cercanos ( $z < 0.1$ ) con información de redshift. El estudio que se ha realizado se ha centrado en estudiar la distribución morfológica de las galaxias, sus perfiles de velocidad de dispersión y la fracción de galaxias azules presentes en estos cúmulos. Además hemos puesto especial interés en el

estudio de las propiedades de las galaxias enanas.

La muestra total de galaxias consistió en 10.865, siendo una de las muestras mayores de galaxias que se conocen en la literatura. La fracción más alta resultaron ser galaxias tempranas (62%), localizadas a distancias menores al centro del cúmulo y mostrando una dispersión de velocidades menor que las galaxias azules tipo tardío. Las galaxias tempranas también muestran perfiles de dispersión de velocidades constantes dentro del radio virial de los cúmulos. Estos perfiles decrecen conforme se incrementa la distancia al centro del cúmulo en las partes externas situadas a distancias mayores de 1 radio virial. Por el contrario, las galaxias tardías presentan perfiles de dispersión de velocidades siempre decrecientes con la distancia al centro del cúmulo. Además no se ha encontrado correlación alguna entre la fracción de galaxias azules presentes en los cúmulos y sus propiedades globales, como velocidad de dispersión o concentración de galaxias. Sin embargo, si se ha encontrado correlación entre la luminosidad de rayos X y la fracción de galaxias azules.

Estos resultados expuestos anteriormente indican que las galaxias tempranas y tardías pueden tener diferentes evoluciones en los cúmulos de galaxias. Así, las galaxias azules están localizadas en órbitas más anisótropas y radiales que las galaxias tempranas. Su formación estelar parece ser independiente de las propiedades globales de los cúmulos para aquellos que tienen poca masa, pero no para los más masivos. El entorno global sería capaz de producir la evolución de las galaxias en los cúmulos más masivos. Sin embargo, el entorno local podría jugar un papel importante en la evolución de galaxias en los cúmulos de menor masa. Estos resultados fueron publicados durante el año 2007 en el artículo: Aguerri et al. 2007, *Astronomy & Astrophysics*, 471, 17.

### *Galaxias enanas en cúmulos*

Las galaxias enanas (sobre todo las enanas rojas) son las galaxias más abundantes en entornos de alta densidad. Estas galaxias pueden contener importante información sobre cómo se ha producido en ensamblaje de la masa en los cúmulos de galaxias. Es por ello que durante el año 2007 se han estudiado algunas de sus propiedades.

- Propiedades globales de las galaxias enanas: Se han estudiado las propiedades observacionales de las galaxias enanas correspondientes a la muestra de galaxias en cúmulos que hemos seleccionado del cartografiado de SDSS. Se ha observado que las galaxias enanas rojas comparten el mismo entorno cumular que los miembros más brillantes. La razón

de Padua, Italia).

## Introducción

Las galaxias pueden encontrarse aisladas, formando la llamada población de campo, o bien pueden formar parte de asociaciones de galaxias que van desde pequeños grupos hasta cúmulos y supercúmulos de galaxias muy masivos. Uno de los retos de la Astrofísica moderna es conseguir una teoría que explique satisfactoriamente la evolución de las galaxias. Dicha teoría debe de explicar la relación entre la evolución galáctica y el entorno. Los cúmulos de galaxias son entornos de alta densidad donde las galaxias interactúan unas con otras y con el potencial gravitatorio del cúmulo. Estas interacciones hacen que la evolución de dichas galaxias sea muy diferente que la de las galaxias de campo.

Es bien conocido desde las primeras observaciones de cúmulos, que las propiedades de las galaxias que se encuentran en entornos de alta densidad son diferentes de las que se encuentran aisladas. Así, la población de galaxias presentes en cúmulos está dominada por galaxias de tipo temprano, principalmente elípticas y S0. Estas galaxias residen sobre todo en las partes centrales de los cúmulos donde la densidad de galaxias es mayor y forman una familia homogénea que siguen fuertes relaciones observacionales como: plano fundamental o relación color-magnitud. Por el contrario, las galaxias de tipo tardío son menos abundantes en los cúmulos, siendo dominantes en la población de campo. Aún así no están ausentes en los cúmulos, encontrándose en las regiones más externas de los mismos, donde la densidad de galaxias no es muy alta. Además su número presenta una evolución con el redshift. Siendo más abundantes en cúmulos a alto redshift.

Estas diferencias observacionales entre las galaxias de campo y en cúmulos se conocen desde las primeras observaciones que se hicieron en cúmulos hacia mitad del siglo XX. Esto sugirió desde un principio que dichas diferencias entre galaxias de campo y cúmulos eran debidas a diferentes procesos de formación. Sin embargo, desde la aceptación general de las teorías jerárquicas como los modelos preferidos que explican la formación de estructuras, en los cuales las galaxias brillantes se forman por fusiones e interacciones, se ha puesto toda la atención en los mecanismos que pueden transformar galaxias de tipo tardío en tipo temprano.

Durante los últimos años, el desarrollo tanto de ordenadores como de herramientas de computación

ha permitido simular la evolución de galaxias en cúmulos. Estas simulaciones obtienen que las galaxias evolucionan rápidamente debido a las interacciones que sufren unas con otras así como con el potencial global del cúmulo, produciendo drásticas transformaciones morfológicas en las galaxias presentes en cúmulos. Este escenario es el que se conoce como teoría de "harassment".

Estas interacciones hacen que parte del material estelar de las galaxias sea arrancado de las mismas y quede ligado al potencial cumular formando la llamada luz difusa o luz intracumular. El estudio de la distribución de esta componente y su cinemática puede dar información directa sobre cómo se ha ensamblado la masa en los cúmulos de galaxias.

Además las interacciones de las galaxias con el medio intracumular caliente presente en los cúmulos producen que gran cantidad de gas galáctico es arrancado de los discos de las galaxias espirales, produciendo una disminución de su formación estelar. Una evidencia observacional directa de este mecanismo es la deficiencia de HI que presentan los discos de las galaxias localizadas en cúmulos frente a las de campo.

Todos estos mecanismos transforman galaxias tardías en tempranas. El objetivo principal de este Proyecto es saber cuál o cuáles de estos mecanismos de transformación galáctica es el que domina la evolución de las galaxias en cúmulos. Su determinación es difícil debido a que todos ellos actúan a la vez y lo hacen según escalas de tiempo muy diferentes. Pero hay una serie de evidencias observacionales que pueden directamente contrastadas, como son: distribución morfológica de las galaxias del cúmulo; función de luminosidad; luz difusa (cantidad y distribución). Estas son las cantidades que se quieren medir en este Proyecto para una muestra de cúmulos de galaxias cercanos.

El Proyecto es parte de uno de mayores dimensiones titulado "Estallidos de formación estelar: el poder de las estrellas", el cual tiene financiación del Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica durante el trienio 2008-2010. Estallidos es un proyecto coordinado, cuya Coordinadora es C. Muñoz-Tuñón, y que cuenta con la participación de otras instituciones además del IAC, como son IAA, LAEFF, CIEMAT, UAM. Se estructura en varios subproyectos, uno de los cuales tiene como fin el estudio de la influencia del entorno en la formación estelar galáctica, siendo aquí donde se encaja el presente Proyecto.

## Algunos resultados relevantes

Durante el año 2007 se ha terminado el

Para realizar este trabajo existe una colaboración con el proyecto internacional WINGS. Este proyecto dispone de imágenes fotométricas de 70 cúmulos de galaxias cercanos, los cuales nos proporcionará un total de unas 15.000 galaxias en cúmulos. Esta será la muestra más grande sobre la que se habrá realizado este tipo de estudios. Durante los 2 últimos años, se ha estado desarrollando un código de ajuste bidimensional de las componentes estructurales de las galaxias disco. Este código ha sido ultimado durante el año pasado y ya se ha corrido a las 2.500 galaxias localizadas en los 5 cúmulos más masivos. Los primeros resultados que se han obtenido indican que los discos de las galaxias presentes en cúmulos presentan unas escalas más cortas que los de galaxias similares que están en campo. Esto se ha interpretado como claras evidencias de que estas galaxias han sufrido interacciones de marea que han arrancado las estrellas de las partes externas de los discos.

#### *Luz difusa en cúmulos: Virgo y más allá*

Durante el año 2007 se ha completado el estudio de la luz difusa en el cúmulo de Virgo. Esto se realizó gracias a la defensa de la tesis doctoral de N. Castro Rodríguez. El título de la tesis fue "Luz difusa en grupos y cúmulos de galaxias" siendo defendida en la Universidad de La Laguna en 19 de Abril de 2007.

La luz difusa es una componente cumular de muy bajo brillo superficial que se conoce desde hace más de cinco décadas. Sin embargo, ese bajo brillo superficial que presenta ha hecho que durante todo este tiempo haya sido una componente muy difícil de medir, siendo su naturaleza desconocida hasta fechas muy recientes. Nuestro grupo lleva 7 años estudiando esta componente en el cúmulo de Virgo mediante la detección directa de estrellas intracumulares, es decir no ligadas con el potencial gravitatorio de ninguna galaxia del cúmulo. En concreto la luz difusa se ha estudiado gracias a la detección de una clase muy particular de estrellas: las nebulosas planetarias. Debido a su peculiar emisión las hace observables a grandes distancias.

Se concluyó el estudio de la luz difusa en el cúmulo de Virgo. Se estudiaron 11 campos cubriendo un área total de 3,5 grados cuadrados localizados a diferentes distancias al centro del cúmulo. Es la primera vez que se realiza un estudio como este. Se han obtenido los siguientes resultados: la luz difusa en la región central del cúmulo constituye hasta ~10% de la luz total; la distribución de la luz difusa en las partes centrales del cúmulo es altamente inhomogénea; y fuera de la región central (~300 kpc) no se ha encontrado luz difusa.

Estos resultados indican que la luz difusa está asociada a los mecanismos de formación de galaxias elípticas brillantes. Estos mecanismos serían principalmente fusiones de galaxias. La parte central del cúmulo de Virgo es dinámicamente joven, debido a que la luz difusa no está mezclada con el potencial de Virgo. Esto indica que los mecanismos de formación de las galaxias centrales de Virgo han estado activos hasta etapas muy recientes. Estos resultados se van a publicar en el artículo Castro-Rodríguez et al.

Se ha estado investigando posibles extensiones de este Proyecto para observar luz difusa en cúmulos de galaxias situados a distancias mayores que el cúmulo de Virgo. Para esto se requiere de nuevas técnicas de observación, las cuales se han estado evaluando como se pueden implementar para observaciones futuras con el telescopio GTC y sus instrumentos OSIRIS y ELMER. Así, durante el año 2007 se han comprado 2 filtros estrechos centrados en la línea de [OIII]5007A, para la observación de nebulosas planetarias en cúmulos de galaxias hasta una distancia de ~100Mpc. También se ha formado un grupo de investigadores internacionales para realizar este tipo de estudios en el telescopio GTC y poder solicitar propuestas ESO-GTC durante el año 2008.

#### **OTELLO: OSIRIS TUNABLE EMISION LINE OBJECT SURVEY (310506)**

**J. Cepa Nogué.**

**J.A. Acosta Pulido, A. Bongiovanni, H. Castañeda, C. Esteban, M. Fernández Lorenzo, J.M. González Pérez, S. Iglesias Groth, M.A. Lara, E. Mediavilla, A.M. Pérez García, M. Povic y J.M. Rodríguez Espinosa.**

E. Alfaro (IAA, Granada); B. Altieri (ESAC), N. Benítez (IEM, CSIC), J. Bland-Hawthorn (Univ. de Sydney, Australia), S. Charlot (IAP, Francia), D. Coia (ESAC), J.G. Cuby (OAMP, Francia), J. Fynbo (Univ. Københavns, Dinamarca), J. Gallego (UCM, Madrid), I. González-Serrano (IFCA-UNICAN, Cantabria), J. González (UNAM, México), R. Guzmán (Univ. de Florida, EEUU), L. Metcalfe (ESAC), K. Nilsson (Inst. Max-Planck, Heidelberg, Alemania), I. Parry (Inst. de Astronomía, Reino Unido), R.M. Pérez, M. Sánchez-Portal e I. Valtchanov (ESAC), L. Stangellini (NOAO, EEUU).

#### **Introducción**

OSIRIS proporcionará a la comunidad astronómica española un instrumento de uso común multipropósito para el telescopio GTC que

enana/brillante resulto variar con la distancia al centro de los cúmulos, esencialmente debido a la población de galaxias enanas azules. Además se ha visto que el color u-r de las galaxias enanas rojas es independiente del entorno, mientras que se observó un importante enrojecimiento para las galaxias enanas azules que se encuentran situadas a distancias más cercanas que el radio virial. Esos resultados indican que la población de enanas rojas presentes en las partes internas de los cúmulos cercanos proceden de la evolución de las galaxias enanas azules que se observan en las mismas regiones cumulares a  $z \sim 0.8$ . Estos resultados se han presentado en el artículo Sánchez-Janssen et al. 2007, *Astrophysical Journal*.

- Dinámica de galaxias enanas barradas: Las simulaciones numéricas sobre la evolución de galaxias en entornos de alta densidad muestran que las galaxias brillantes pueden sufrir importantes transformaciones y convertirse en galaxias enanas. En este proceso de transformación se inducen estructuras galácticas tipo barra. Es por ello que el estudio de galaxias barradas enanas nos puede dar información de las transformaciones sufridas por las galaxias en cúmulos. Durante el año 2007, se estudió la dinámica de una de estas galaxias situada en el cúmulo de Virgo y se comparo con la de galaxias barradas brillantes.

En concreto, se presento el estudio de la fotometría superficial y la cinemática estelar de la galaxia enana barrada NGC4431, situada en el cúmulo de Virgo y que presenta una interacción gravitatoria con la galaxia vecina NGC 4436. Los datos necesarios para estas observaciones fueron obtenidos en el telescopio VLT del Obs. de Paranal (Chile). La dinámica de una galaxia barrada está determinada por la medida del patrón de velocidades de la barra. El grupo ha realizado durante los últimos 5 años un estudio muy amplio de patrones de velocidad en galaxias barradas brillantes. Nunca hasta ahora se habían hecho este tipo de medidas en galaxias enanas. El patrón de velocidad de la galaxia enana barrada se determinó mediante el método de Tremaine-Weinberg, derivando la razón entre el radio de corrotación y la longitud de la barra. Esta cantidad es lo que determina de manera unívoca el tipo de barra y su dinámica. Para la galaxia observada se encontró que esta razón resulto ser igual a 0.6, lo cual implica que se trata de una barra rápida similar a las encontradas en galaxias barradas brillantes. Además el hecho de que la barra sea rápida pone restricciones observacionales importantes a la cantidad de materia oscura que estas galaxias presentan en las partes centrales, estando éstas dominadas por materia bariónica. Este estudio se publicó en el artículo Corsini et al. 2007, *Astrophysical Journal Letters*, 659, L121. Este tipo de medidas se quieren

repetir para una muestra más amplia de galaxias barradas utilizando espectroscopia bidimensional.

- Plano fundamental de las galaxias enanas: Los sistemas calientes como las galaxias elípticas, bulbos de espirales y galaxias enanas tempranas se localizan en un plano que se define en el espacio determinado por su brillo superficial efectivo, radio efectivo y dispersión central de velocidades. Este plano se llama plano fundamental y está íntimamente ligado con el teorema de virial. Una de las visualizaciones de dicho plano es la que Bender diseño en los años 90. En ella, este plano se visualiza de cara o de canto. Es bien conocido que en la visualización de canto del plano fundamental las galaxias enanas se localizan en el mismo plano que las elípticas brillantes pero con un mayor ruido. Sin embargo, cuando el plano fundamental se ve de cara las galaxias elípticas brillantes y las enanas tempranas están situadas en zonas diferentes. Esta diferencia puede ser debida a que sus procesos de formación son diferentes.

Durante el año 2007, en colaboración con C. González García, se han realizado simulaciones numéricas utilizando el ordenador Mare Nostrum para determinar si interacciones gravitatorias fuertes que transformen una galaxia espiral brillante en una enana pueden explicar esta localización de las enanas en el plano fundamental. Se están interpretando los resultados de estas simulaciones. Los primeros resultados indican que las galaxias enanas más masivas se podrían explicar mediante este mecanismo. Sin embargo, las galaxias enanas menos masivas no se consiguen explicar mediante la destrucción de galaxias más brillantes. Para explicar la posición de estas en el plano fundamental hay que aludir a otros mecanismos internos de las galaxias, como la pérdida de masa mediante vientos producidos por supernovas. Se está preparando un artículo sobre estos resultados que será publicado durante el 2008.

#### *Morfología de galaxias en cúmulos*

Uno de los objetivos del Proyecto es estudiar la morfología cuantitativa de una muestra amplia de galaxias en cúmulos cercanos. Este tipo de morfología consiste en realizar una descomposición fotométrica de las diferentes estructuras que forman las galaxias, principalmente bulbo y disco. Se puede así medir sus escalas y magnitudes y comparalas con las de galaxias similares que se encuentre en campo. Esto proporciona una forma de determinar si ha habido evolución en las galaxias presentes en cúmulo con respecto a las de campo. Este trabajo es la base de una tesis doctoral que la esta realizando R. Sánchez Janssen y que será defendida durante el año 2008.

El grupo de estudios de AGN de OTELO ha seleccionado una muestra de objetos emisores en rayos X con contrapartidas ópticas en los datos de banda ancha en el campo GROTH-WESTPHAL. Se ha realizado la clasificación morfológica de estos objetos, comparando los tipos morfológicos obtenidos mediante parámetros estructurales, mediante ajustes y por clasificación visual. Los resultados indican que para objetos débiles los programas basados en parámetros estructurales son superiores a los programas de ajuste. Asimismo, con los flujos ópticos y en rayos X se han confeccionado diagramas de diagnóstico para discriminar las galaxias con núcleo activo de las galaxias con brotes de formación estelar intensa, así como distinguir entre distintos tipos de AGN. No se ha encontrado una relación clara entre tipos nucleares y morfológicos, pero se ha descubierto una correlación inversa entre el índice de concentración y el cociente de flujos rayos X sobre óptico, lo que sugiere una mayor tasa de acrecimiento en los objetos tardíos, compatible con un entorno más rico en gas y por tanto una alimentación más intensa del motor central del núcleo activo.

El análisis detallado de la correlación a 2 puntos, hasta magnitud  $I = 24$ , de los objetos extragalácticos medidos en el mismo campo, muestra evidencias de una evolución desde  $z = 0.9$  hasta  $z = 0.4$  consistente con el crecimiento de estructuras espaciales. También se detecta una dependencia de las propiedades de agrupamiento con respecto al color: las galaxias más azules o más rojas muestran una amplitud de agrupamiento diez veces mayor que la muestra total, y las más rojas el doble que las más azules. El incremento de amplitud en el azul es probablemente debido a la mezcla de galaxias locales de baja luminosidad con galaxias luminosas a elevado desplazamiento al rojo y con intensa formación estelar. El incremento observado en la población más roja sería debido a galaxias de baja formación estelar en el intervalo  $0.3 < z < 1.8$ , probablemente el equivalente local de elípticas y lenticulares.

MEMORIA  
2007 IAC

58 También se ha participado en el cartografiado piloto de cúmulos de galaxias utilizando el filtro sintonizable del telescopio de 2.2 m del Obs. de Calar Alto, explorando distintas técnicas de observación con resultados muy satisfactorios.

Finalmente se ha avanzado en la definición del cartografiado OTELO. En cuanto a su diseño, se han determinado los parámetros de observación (anchura e intervalo de muestreo) que permiten obtener la máxima precisión fotométrica en la determinación de los flujos de líneas de emisión, con respecto al tiempo de observación

empleado. Para ello se han realizado simulaciones numéricas con espectros reales, mediante la variación multiparamétrica de la anchura del filtro sintonizable, el intervalo de muestreo, el desplazamiento al rojo y la señal a ruido. Uno de los condicionantes de partida es que la configuración adoptada permita separar la línea de Balmer  $\alpha$  de las del [NII] para una determinación precisa de la tasa de formación estelar y de la metalicidad en objetos de bajo desplazamiento al rojo. A mayor desplazamiento al rojo la precisión fotométrica se mantiene mediante el procedimiento de síntesis de banda.

Bajo un punto de vista más teórico se ha determinado el alcance de OTELO mediante la extrapolación de funciones de luminosidad de distintos tipos de objetos, la evaluación del volumen comóvil explorado en un universo concordante, así como la estimación de anchuras equivalentes mínimas detectables. Los resultados indican que OTELO será tan profundo que se podrán medir por primera vez líneas de emisión en todas las espirales hasta  $z = 1.5$ , e incluso la mayor parte de elípticas en emisión hasta  $z = 0.8$ , lo que superará ampliamente al cartografiado en emisión más profundo que existe en la actualidad, obtenido utilizando el foco primario del telescopio de 8 m Subaru.

## **FORMACIÓN ESTELAR EN GALAXIAS A $z=1$ (3I2006)**

**A. Manchado.**  
**N. Rodríguez Eugenio.**

F. Prada (IAA); D. Koo, K. Noeske (CfA, EEUU), S. Faber (UCSC, EEUU); A. Klypin (NMSU, EEUU).

## **Introducción**

La determinación de la evolución con el desplazamiento al rojo cosmológico (redshift),  $z$ , de la Tasa de Formación Estelar (SFR) global, la masa estelar y la metalicidad de las galaxias, permite determinar la evolución de la formación estelar en el Universo, imponiendo importantes restricciones observacionales sobre la fase bariónica en simulaciones numéricas y modelos semi-analíticos de formación y evolución de galaxias.

Debido a las discrepancias existentes entre las estimaciones de la SFR global de una galaxia obtenidas con distintos indicadores, un estudio fiable de la evolución con el tiempo cósmico de la SFR requiere el uso de un mismo indicador de formación estelar en todo el rango de redshifts estudiado, o la obtención de buenas calibraciones

incorpora características únicas, como es el uso de filtros sintonizables en telescopios de la clase 8-10 m. El objetivo primordial del Proyecto que aquí se presenta es el estudio de la formación y evolución de las galaxias. Sin embargo también se incluye la implementación en OSIRIS de espectroscopía 3D mediante IFUs, una mejora que ampliará los modos de observación y las prestaciones, tanto para el estudio de galaxias próximas como lejanas.

El cartografiado "Evolución", del cual forma parte OTELO, es un cartografiado único, que no puede ser llevado a cabo con ningún otro instrumento existente o del futuro próximo en telescopios de la clase 8-10 m, puesto que exige el uso de filtros sintonizables. Evolución se compone de varios cartografiados coordinados y complementarios de las mismas áreas del cielo, que serán desarrollados por el mismo equipo. Constituirá el cartografiado en líneas de emisión más profundo y de mayor cobertura, y permanecerá imbatido durante varios años. Evolución proporcionará no solamente flujos de las líneas de emisión y el continuo óptico, sino también flujos NIR, FIR y Rayos-X, de decenas de miles de galaxias desde desplazamientos al rojo de 0.24 hasta 7.0. Los datos FIR se obtendrán a partir del cartografiado extragaláctico que se llevará a cabo con el tiempo garantizado de HERSCHEL, mientras que los datos NIR y rayos X se obtendrán de propuestas de observación en distintos telescopios. Se complementa con un cartografiado de cúmulos de galaxias utilizando las mismas técnicas, y en los mismos rangos espectrales, a fin de comparar la evolución de galaxias de cúmulo con las de campo.

Entre los objetivos que se espera cubrir con el cartografiado "Evolución" está el estudio de la evolución de:

- Emisores Lyman- $\alpha$  desde  $z = 3$  hasta 7
- La densidad comóvil de formación estelar desde  $z = 0.24$  hasta 7
- La metalicidad del gas desde  $z = 0.24$  hasta 1.5
- Las galaxias elípticas con líneas de emisión desde  $z = 0.24$  hasta 0.85
- Las galaxias compactas azules desde  $z = 0.24$  hasta  $z = 0.85$
- Las galaxias activas desde  $z = 0.24$  hasta  $z = 1.5$
- Cuásares a alto  $z$  ( $z > 5$ )
- La relación Tully-Fisher hasta  $z = 1.5$
- Los cúmulos de galaxias y las galaxias en cúmulos hasta  $z = 1.5$

En resumen, "Evolución" permitirá atacar una gran variedad de problemas astrofísicos de la mayor actualidad en el campo de la evolución de galaxias. Este cartografiado, que se desarrollará principalmente durante los tres primeros años

de operación del telescopio GTC, y que estará disponible para la comunidad astronómica española, constituirá una poderosa herramienta para abordar una gran variedad de estudios astrofísicos.

## Algunos resultados relevantes

Se ha descubierto por primera vez una relación entre la luminosidad del AGN y la morfología de la galaxia huésped. Según esta relación, los objetos con un cociente mayor entre el flujo en rayos X y en el óptico tienen un índice de concentración menor. El cociente de flujos X y óptico es una medida de la luminosidad del núcleo activo con respecto a la luminosidad total de la galaxia, y permite estimar la eficiencia del AGN, que está relacionada con la tasa de acrecimiento sobre el agujero negro central. Según esto, los objetos tardíos podrían tener una mayor tasa de acrecimiento, compatible con una mayor alimentación del agujero negro central debida a un entorno más rico en gas.

## Evolución del Proyecto

El año 2007 ha representado un punto de inflexión muy importante en el Proyecto. Se han ampliado considerablemente tanto los objetivos como el grupo científico que los va a abordar, consolidando asimismo el grupo inicial.

El grupo científico de OTELO, junto con otros investigadores, y utilizando los filtros sintonizables de OSIRIS, va a abordar un conjunto de cartografiados que van a cubrir no solamente el rango rojo del espectro óptico, como se pretende con OTELO, sino también el rango azul en los mismos campos, para la búsqueda de emisores Lyman Alpha. Además, mediante barridos adicionales de todo el espectro óptico en algunos de los campos de OTELO, se podrá determinar con precisión casi espectroscópica el desplazamiento al rojo de todos los objetos detectados hasta magnitud 26. Finalmente, se llevarán a cabo observaciones de cúmulos de galaxias situados a desplazamientos al rojo similares, que permitirán estudiar la evolución de los cúmulos de galaxias y de las galaxias que éstos contienen, para una comparación cúmulo-campo. Este conjunto de cartografiados, denominado "Evolución" se ha presentado como proyecto coordinado al Plan Nacional de I+D+i en la convocatoria 2008.

En el ámbito de resultados científicos fruto del Proyecto, cabe destacar el análisis de los datos de banda ancha obtenidos a partir del cartografiado auxiliar del Proyecto OTELO, principalmente en el estudio de AGN y de las propiedades de agrupamiento (*clustering*) de las galaxias.

presente muestra de galaxias a  $z \sim 1$  es menor que la correspondiente metalicidad de las galaxias locales, y mayor que la metalicidad media de las galaxias a  $z \sim 2$ . Sin embargo, al dividir la muestra de este estudio en dos subrangos de redshift,  $z \leq 0.9$  y  $z > 0.9$ , se encuentra una tendencia de evolución inversa: la submuestra de mayor redshift tiene en promedio mayor metalicidad que la submuestra de menor redshift. En la actualidad se están analizando posibles explicaciones para este resultado.

## **CENTROS DE GALAXIAS A ESCALAS DE PARSECS Y TÉCNICAS DE ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL (3I2106)**

**A.M. Prieto.**

**J.A. Fernandez Ontiveros, J. Acosta Pulido, C. Martínez, A. Marín, C. Alvarez y M. Orienti.**

G. Bruneti, K.H. Mack, (CNRS, Bolonia, Italia); J. Reunanen (Obs. Tuorla, Finlandia); I. Agudo, O. Gonzalez Martin, I. Marquez y J. Masegosa (IAA, Granada); G. Weigelt, Th. Beckert, S. Honig y K. Tristram (Inst. Max-Planck, Bonn, Alemania); N. Haering, R. Siebenmorgen (ESO, Alemania); A. Rodríguez-Ardila (LNA, Brasil).

### **Introducción**

Este Proyecto esta enfocado al estudio en el IR del núcleo de las galaxias más cercanas con resoluciones espaciales en el rango de 1 a 10 pc. Estas resoluciones espaciales, accesibles con los grandes telescopios en tierra usando técnicas frontera de observación, son por primera vez comparables a las que se obtienen rutinariamente con el telescopio HST en el óptico y VLBA en radio. La ventaja adicional de realizar el estudio propuesto en el IR es que la extinción por polvo en el IR es 10 mag menos que en el óptico.

Los objetivos de este Proyecto son:

- Desarrollar un grupo fuerte en el IAC especializado en técnicas de alta resolución espacial en el IR, tales como Adaptive Optics, Laser-guide Star, Speckle and Optical Interferometry. Para ello, este equipo esta involucrado en el desarrollo del primer instrumento de Óptica Adaptativa para el telescopio GTC, Frida.

- Utilizar estas técnicas para el estudio de centros de galaxias, y sus manifestaciones energéticas, con resoluciones espaciales por debajo de 100mas. Para ello, el equipo dispone de dos grandes programas de observación ya establecidos, cuyos

objetivos científicos son los siguientes:

- Estudio del centro de galaxias: extracción del espectro nuclear de las galaxias más cercanas y brillantes accesibles desde el Hemisferio Sur, utilizando por primera vez datos con resolución espacial comparable: radio (VLBI), IR (OA e interferometría) e óptico (HST). Este estudio se basa en la explotación del programa "The Central Parsec of Galaxies" establecido por A. Prieto en 2003 en MPIA, y está basado en la explotación de instrumentos de alta resolución espacial accesibles en ESO.

- Manifestaciones energéticas en núcleos de galaxias: estudio de jets y hot-spots. El programa explora los procesos físicos que dan lugar a emisión óptica en jets y hot-spots, usando datos con alta resolución espacial procedentes de los telescopios VLA, HST y VLT. Este estudio está basado en el programa "Particle Accelerators in Space (PAIS)", establecido por A. Prieto y K.H. Mack en 2002 en ESO.

### **Algunos resultados relevantes**

NGC 253 es la galaxia starburst más cercana en el Hemisferio Sur. Imágenes en el IR con el telescopio VLT NACO han permitido descubrir una constelación de nuevas regiones de formación estelar, de diferentes edades, dentro de los 100 pc centrales de la Galaxia. Ninguna de estas regiones podría a priori asociarse con el núcleo de la Galaxia, el análisis de sus respectivas distribuciones espectrales, desde radio hasta IR, demuestra la no existencia de un AGN en esta galaxia, contrariamente a lo que hasta ahora se había pensado.

La resolución espacial de los datos ha permitido determinar el tamaño de estos cúmulos estelares, alrededor de 2 pc. La luminosidad y tamaño de esta regiones se ha utilizado para establecer el patrón de referencia de una región extragaláctica de formación estelar (J.A. Fernández Ontiveros; Fernandez-Ontiveros, Prieto & Acosta).

### **Evolución del Proyecto**

*Proyecto "The Central Parsec of Galaxies"*

Los progresos realizados dentro de este programa son los siguientes:

- Se esta elaborando un artículo donde se describen las primeras imágenes obtenidas en 11 y 20  $\mu\text{m}$  al límite de difracción del telescopio VLT de la region nuclear de las galaxias más cercanas en el Hemisferio Sur (J. Reunanen y A. Prieto).

entre distintos indicadores. En los últimos años ha habido una convergencia hacia el uso de la luminosidad en la línea de emisión H corregida de extinción, como uno de los indicadores de formación estelar más adecuados para este tipo de estudios. Otro indicador robusto de la SFR se obtiene al combinar la luminosidad IR total que traza la formación estelar oscurecida por el polvo en la galaxia, con la luminosidad en  $H\alpha$  o en el continuo UV (no corregidas de extinción), que trazan la formación estelar no oscurecida.

Este Proyecto pretende estudiar las propiedades de galaxias con formación a  $z \sim 1$ , a partir de una muestra representativa de galaxias extraída del sondeo "DEEP2 Galaxy Redshift Survey", que ha obtenido espectros ópticos y un conjunto de datos en distintas longitudes de onda para unas 40.000 galaxias en el rango de redshifts  $0.7 < z < 1.5$ . Los objetivos concretos del Proyecto incluyen dos líneas de investigación: el estudio de la SFR de las galaxias, su relación con la masa estelar, y las calibraciones entre distintos indicadores de formación estelar a redshifts intermedios; y la determinación de la metalicidad de las galaxias, y su relación con la luminosidad y la masa estelar de las mismas. Además, se persigue determinar la evolución con el redshift de estas relaciones, mediante la comparación con muestras similares de galaxias a redshifts menores y mayores. Para la estimación de la SFR, se usa como indicador de referencia la luminosidad en  $H\alpha$  o de las galaxias obtenida a partir de espectros multirendija tomados con el espectrógrafo infrarojo LIRIS. La comparación de estos resultados observacionales con las predicciones de modelos de formación y evolución jerárquica de galaxias, permitirá acotar los parámetros libres de dichas simulaciones.

### Algunos resultados relevantes

Se han obtenido medidas robustas de la luminosidad en la línea  $H\alpha$  para 31 galaxias en el rango de redshift  $0.8 \leq z \leq 1.0$ . Además, se ha determinado la metalicidad de 17 de estas galaxias usando el indicador  $N2 = \log([NII](6583/H\alpha))$ , lo que constituye la mayor muestra de estas medidas a  $z \sim 1$ .

Se ha encontrado que la metalicidad del conjunto de galaxias a menor redshift ( $z \leq 0.9$ ) es menor que la metalicidad de la submuestra a mayor redshift ( $z > 0.9$ ), resultado similar al presentado en el reciente estudio de Liu et al. (2008) para galaxias con formación estelar a  $z \sim 1.0 - 1.4$ .

### Evolución del Proyecto

Durante 2007 el trabajo se centró en la

reducción, calibración y análisis de los resultados observacionales. Se finalizó la reducción y calibración de los espectros tomados con LIRIS en 2006, y se aplicó una corrección de la calibración en flujo para reducir los efectos de las variaciones de "seeing" y desplazamientos de los objetos en las rendijas durante las observaciones. Se determinó qué galaxias presentaban detección de alguna línea de emisión (fundamentalmente  $H\alpha$  [NII] (6583), H(y[OIII] (5007)), y se midió el flujo integrado en dichas líneas. De las 48 galaxias observadas, para 31 de ellas se ha encontrado detección clara de la línea  $H\alpha$  y 17 presentan también detección de la línea NII 6583. La luminosidad en las líneas detectadas se obtuvo a partir del flujo medido adoptando la cosmología estándar ( $M=0.3, H_0=70 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ ).

Estas detecciones alcanzan un flujo límite de  $10-16 \text{ erg/s/cm}^2$  a  $z \sim 1$ , que corresponde a una luminosidad de  $10-41 \text{ erg/s}$ .

Para las galaxias con detección robusta de  $H\alpha$  se derivaron las correspondientes SFRs a partir de la luminosidad en la línea  $\alpha$ . Se obtuvieron también estimaciones de las SFRs a partir de la luminosidad en el continuo UV y en el IR, usando las magnitudes B obtenidas por DEEP2, y los flujos en 24 micras de MIPS/Spitzer para las galaxias con detección en esa banda, respectivamente. Se realizaron comparaciones entre los distintos indicadores de formación estelar, encontrándose que las SFRs ( $H\alpha$  sin corregir de extinción) son en promedio 5 veces menores que las SFRs obtenidas con el indicador combinado SFR (UV) + SFR (IR). Sin embargo, cuando se añade a la luminosidad en  $H\alpha$  la parte oscurecida por el polvo,  $SFR(H\alpha) + SFR(IR)$ , los indicadores siguen una relación 1:1, con una pequeña diferencia en el punto cero. Además, se analizó la relación entre la SFR y la masa estelar de las galaxias, encontrándose que las galaxias con mayor extinción interna por polvo y, por tanto, mayor luminosidad IR total, son más masivas en promedio que las que presentan menor extinción.

Se determinó la abundancia de oxígeno nebular en las galaxias con detecciones claras de las líneas H( y [N II](6583, usando el indicador  $N2 = \log([NII](6583/H\alpha))$  y la calibración de Pettini & Pagel (2004):  $12 + \log(O/H) = 8.70 + 0.57 N2$ . Se analizaron las relaciones entre metalicidad, masa estelar y luminosidad de las galaxias, comparando la presente muestra con muestras similares de galaxias con formación estelar a redshifts  $z \sim 0.1, 1.0, 1.4$  y  $2.0$ . En la relación masa-metalicidad se encontró una tendencia a abundancias de oxígeno mayores al aumentar la masa estelar de las galaxias. En términos de evolución, para una masa estelar fija, la metalicidad media de la

Aloisi (Space Telescope Science Inst., EEUU); M. Pohlen (Univ. de Cardiff, Reino Unido), N. Martin (MPIA, Alemania); M. A. Gómez-Flechoso (Univ. Autónoma de Madrid); R. Jay Gabany (BlackBird Obs., Nuevo México, EEUU).

## Introducción

La teoría cosmológica de la Materia Oscura Fría (*Cold Dark Matter*) predice que los halos de las galaxias más masivas similares a la Vía Láctea se formaron a partir de la destrucción por marea y posterior aglutinamiento de un gran número de fragmentos de baja masa similares a las galaxias enanas. Los restos de estas galaxias satélites pueden observarse en la actualidad en forma de corrientes de marea gigantesca o subestructuras estelares en torno a las galaxias espirales mayores. El descubrimiento de estas corrientes de marea en las galaxias espirales de nuestro entorno ofrece una oportunidad única para estudiar estos procesos de fusión con una resolución sin precedentes, a partir de la lectura de los fósiles de su evolución dinámica escritos en la distribución espacial, cinemática y abundancias químicas de sus estrellas resueltas.

Este Proyecto está dedicado al estudio de los restos de marea asociados a los procesos de fusión de galaxias enanas con la Vía Láctea y otras galaxias espirales cercanas. Sus principales objetivos son la caracterización de las dos corrientes de marea mayores conocidas (Sagitario y Monoceros), la búsqueda de nuevas subestructuras en los halos de las galaxias espirales del Universo Local. El análisis de estas corrientes, apoyado con simulaciones teóricas de N-cuerpos realistas, proporcionará importante información acerca de la historia dinámica de sus galaxias progenitoras, su impacto en la evolución química de nuestra Galaxia, el papel de estos procesos de fusión en la formación de las componentes de las galaxias espirales (halo, disco grueso) y la distribución de materia oscura en estos sistemas. Por último, el censo de corrientes de marea de la Vía Láctea propuesto en este Proyecto permitirá comparar directamente el grado de subestructura estelar encontrado en el halo externo con las predicciones de las simulaciones cosmológicas de la formación jerarquizada de nuestra Galaxia, estableciendo una conexión directa entre los estudios de la estructura Galáctica y la cosmología.

## Algunos resultados relevantes

Se ha descubierto una corriente de marea gigantesca en la galaxia espiral NGC4013, cuya estructura y edad es muy similar a la corriente estelar de Monoceros que orbita la Vía Láctea. Esta galaxia es conocida por su "alabeo prodigioso"

de gas en la parte externa de su disco, y había sido considerada aislada durante décadas. Este descubrimiento es importante para la comprensión del papel que juega la interacción de galaxias enanas satélites en la formación de los alabeos galácticos ("warps") de las galaxias espirales.

Se han obtenido las imágenes más profundas hasta la fecha de una corriente de marea en una galaxia externa (NGC5907), que muestran con un detalle exquisito el dramático proceso de disolución de una galaxia enana en el halo de una galaxia espiral del Universo Local. El modelo de N-cuerpos de esta corriente indica que los restos detectados fueron depositados en el halo de esta galaxia hace más de 4 mil millones de años, siendo los restos de marea más antiguos detectados hasta la fecha.

Se ha descubierto una población estelar que se extiende varios grados en el cielo en las proximidades de los cúmulos globulares de la Vía Láctea NGC1851 y NGC1904. Esta población estelar está asociada a un sistema estelar muy antiguo destruido por la fuerza gravitatoria de la Vía Láctea en el pasado, y cuya identidad se desconoce por el momento.

## Evolución del Proyecto

El desarrollo más importante del Proyecto en 2007 ha sido extender el estudio de las corrientes de marea a galaxias espirales cercanas similares a la Vía Láctea. La detección de estas estructuras estelares fuera del Grupo Local era muy difícil, debido a que su brillo superficial es muy inferior ( $\sim 30$  magnitudes/segundo de arco<sup>2</sup>) a los límites de detección de incluso los telescopios de clase 8-m en tierra ( $\sim 28.5$  magnitudes/segundo de arco<sup>2</sup>). Los resultados han mostrado una visión inédita y espectacular de estos fenómenos, que hasta ahora sólo era disponible a través de las predicciones de los modelos de N-cuerpos de las corrientes de la Vía Láctea. En concreto, la imagen obtenida de la galaxia espiral NGC5907 muestra una compleja estructura de restos de marea procedentes de la destrucción de una galaxia satélite, que se distribuyen en diferentes arcos alrededor de su disco. Por otra parte, se ha descubierto una corriente de marea en la galaxia espiral NGC4013, cuyas características son muy semejantes a las observadas en la corriente de Monoceros en la Vía Láctea. La existencia de la corriente de Monoceros había sido puesta en duda por algunos grupos de investigación debido a que su órbita es casi circular (lo que es muy poco probable para un satélite según los modelos cosmológicos). Sin embargo, estos resultados en NGC4013 demuestran que este tipo de corrientes

- J. A. Fernandez Ontiveros bajo la dirección de A. Prieto y J. Acosta, continúa la realización de su tesis doctoral basada en el análisis de un subconjunto de las galaxias cercanas que se estudian en este Proyecto. J.A.F.O. Está preparando una letter sobre los resultados en NGC253, y continúa en la finalización del artículo NGC 7582 (hitos de este trabajo se dan en A-6).

- J. A. Fernandez Ontiveros presenta la DEA en octubre de 2007 en la Univ. de La Laguna.

- Se continúa la preparación de un artículo sobre la distribución espectral de energía del núcleo de las galaxias que se estudian en este Proyecto (A. Prieto, J. Reunanen, K. Tristram et al.).

- Se está preparando un artículo sobre el análisis de la distribución espacial y cinemática de H molecular en la región central - 100 pc- de las galaxias bajo estudio en este Proyecto (A. Prieto, J. Reunanen, K. Tristram).

- Se finaliza el estudio de la distribución espectral de energía del núcleo de la galaxia activa NGC1068, sobre datos, radio, IR y óptico, con resolución espacial inferior a 2 pc. Se realiza el primer modelo de la distribución de energía de la región central de una galaxia activa con la inclusión de tres mecanismos básicos: emisión del torus, synchrotron y bremsstrahlung (S. Honig, A. Prieto, T. Beckert et al.).

- Se ha concluido un estudio de la emisión en el rango infrarrojo medio de una muestra de galaxias Seyfert pertenecientes al catálogo CfA. En este estudio se han utilizado imágenes obtenidas usando el instrumento ISOCAM a bordo del satélite ISO. Se ha realizado la descomposición del perfil radial en componentes morfológicas (disco, bulbo, barras, anillos). De esta manera se ha conseguido separar la componente central, asociada con el núcleo activo e identificada como la componente central no resuelta. Se ha encontrado que la contribución de la componente nuclear relativa a la emisión total de la galaxia es superior en el caso de galaxias Seyfert de tipo 1, apoyando la existencia de una estructura nuclear cuya emisión es anisótropa en el rango estudiado. Los resultados han sido publicados en *The Astronomical Journal* (Ramos Almeida, et al, incluye J.A. Acosta-Pulido).

- Se ha continuado el análisis de espectros obtenidos con el instrumento LIRIS en aquellas galaxias Seyfert que presentan indicios de interacción entre el gas ionizado y el plasma radio. Se han estudiado 5 galaxias cuyos espectros se están analizando y se prepara una publicación de los resultados. Se estudiará el origen de la

excitación de las líneas observadas así como la naturaleza de la población estelar subyacente (C. Ramos Almeida, J. Acosta-Pulido y A. Pérez García).

- Se realizaron observaciones de una muestra de AGN - LINERs con ESO- NTT-SOFI. Se están investigando los espectros con el fin de encontrar indicios de actividad nuclear en forma de líneas espectrales características de núcleos con mayor actividad (O. Gonzalez Martin, I. Marquez y J. Masegosa y J. Acosta-Pulido).

#### *Proyecto PAIS "Particle Accelerators in the Space"*

Se finaliza las campañas de observación con los telescopios VLA y HST (K.H Mack y A. Prieto) de la muestra de radio galaxias con hot spots detectados en el óptico. M. Oriente (CNRS, Bolonia, Italia), nuevo postdoc del proyecto, cuya incorporación al IAC fue en septiembre 2007, ha terminado el análisis de los datos obtenidos en este Proyecto. En la actualidad, se están elaborando dos artículos con las nuevas detecciones de radio hot-spots en el óptico (Mack et al.), y la descripción y modelado de los dos casos más relevantes, 3c105 y 3c445 (M. Oriente et al.).

M. Oriente continúa el estudio de radio fuentes jóvenes en colaboración con M. Dellacasa (CNRS).

J. Acosta Pulido ha colaborado en el estudio de la radio galaxia NRAO 150 liderado por I. Agudo (IAA). Basado en observaciones de muy alta resolución, obtenidas con interferometría radio, se ha detectado la rotación más rápida conocida del ángulo de posición de su emisión tipo chorro. Gracias a los espectros obtenidos usando el instrumento LIRIS, se ha podido conocer por primera vez su distancia, que corresponde a un corrimiento al rojo de 1.5. Los resultados se han publicado en *Astronomy & Astrophysics* (Agudo et al, incluye J.A. Acosta-Pulido).

### **CORRIENTES ESTELARES DE MAREA EN LA VÍA LÁCTEA (3I2306)**

**D. Martínez-Delgado.  
J.A. Carballo Bello.**

E.J. Alfaro (IAA-CSIC, España), H.-W. Rix (MPIA, Alemania); B. Carney (Univ. de Carolina del Norte, EEUU); M. Juric (Univ. de Princeton, Nueva Jersey, EEUU); S.R. Majewski (Univ. de Virginia, EEUU), M. Mateo (Univ. de Michigan, EEUU); J. Peñarrubia (Univ. Victoria, Canadá); D. Zucker (IoA, RU), D. Valls-Gabaud (Obs. de Meudon, Francia); A.

## Introducción

El paradigma actual, que sitúa la formación y evolución de galaxias en un contexto cosmológico, predice que las galaxias mayores se forman a partir de otras menores en un proceso que se extiende desde las primeras fluctuaciones iniciales hasta aproximadamente la mitad de la edad del Universo. Sin embargo, los modelos semi-analíticos que predicen las propiedades espectrofotométricas de las galaxias a partir de este escenario jerárquico, el cual explica la mayor parte de las observaciones en distintas áreas de la Astronomía, comienzan a chocar frontalmente con algunos resultados de los análisis de las poblaciones estelares. Ello es debido a que éstas constituyen un registro fósil de la historia de formación y evolución química de las galaxias. La confrontación de observaciones con las predicciones de los modelos de síntesis de poblaciones estelares nos permiten inferir los parámetros relevantes de las poblaciones estelares a partir de su luz integrada. Pese a que en la última década estos estudios han experimentado un fuerte avance al incluirse en el análisis ciertas líneas de absorción, no se encuentra consenso entre la comunidad de poblaciones estelares en algunos aspectos. Por ejemplo, mientras algunos estudios sugieren cierta dispersión de edad en las galaxias elípticas, lo que estaría más de acuerdo con el modelo jerárquico, otros encuentran que son viejas. Sin embargo, esto se debe no sólo a las limitaciones de las observaciones, sino a los propios modelos que se muestran incapaces de romper en parte las conocidas degeneraciones fundamentales que afectan a la luz integrada.

Este Proyecto pretende mejorar los modelos y las metodologías de análisis que se precisan para poder realizar estos estudios. Con estas herramientas se afrontan aquéllos aspectos relevantes en los que las poblaciones estelares nos permiten probar la validez de los escenarios de formación. A continuación se describen las principales líneas de investigación y objetivos generales que se acometerán:

MEMORIA  
2007 IAC

### 64 *Modelos de síntesis de poblaciones estelares y metodología de análisis*

La valía de los modelos de síntesis para los estudios de poblaciones estelares reside en la calidad de sus ingredientes básicos. Entre éstos cabe destacar las trazas evolutivas, con las isocronas resultantes, y las bibliotecas de espectros estelares empleadas. Hasta fechas muy recientes los modelos sólo eran capaces de predecir algunas líneas de absorción intensas a baja resolución espectral ( $\text{FWHM} > 8\text{\AA}$ ). Este rígido y limitado sistema de índices (conocido como Lick/IDS) no es óptimo para explotar los

datos que nos ofrece la nueva generación de telescopios de la clase 8-10 m, ya que, entre otras limitaciones, se requiere degradar la resolución de los espectros observados con la consiguiente pérdida de la información contenida en los mismos.

Dentro de este grupo se desarrolló por primera vez un modelo que predice espectros completos de poblaciones estelares a resolución  $1.8\text{\AA}$  (FWHM) en dos rangos espectrales limitados del visible, y en el infrarrojo cercano en la región del triplete del CaII alrededor de  $8600\text{\AA}$ . Recientemente otros grupos han comenzado a desarrollar nuevos modelos de este tipo. Para hacer posible estas predicciones ha sido necesario obtener nuevas bibliotecas de espectros estelares empíricas con excelentes cubrimiento de parámetros atmosféricos. Estos espectros de poblaciones estelares sintéticos permiten adaptar los modelos a los datos para obtener toda su información y el análisis se enriquece incluyendo información contenida en algunas líneas débiles. Este es el caso de H $\gamma$ , con un poder sin precedentes para estimar la edad si se dispone de espectros de muy alta señal/ruido (S/R). Otra ventaja de estos modelos es que el análisis es extensible a galaxias con mayor desplazamiento al rojo (z) por lo que sería posible determinar sus edades con mayor precisión.

### *Degeneraciones fundamentales*

El estudio de la luz integrada sufre varias degeneraciones fundamentales que hacen que la solución obtenida no sea única. Entre éstas cabe destacar la degeneración entre edad y metalicidad, por la que una galaxia parece más roja por ser más vieja o más metálica. Asimismo resulta muy difícil distinguir los efectos de la Función Inicial de Masas (FIM), la cual fija la relación entre estrellas enanas y gigantes. Otra degeneración muy importante es nuestra incapacidad para diferenciar la edad e intensidad de un brote de formación estelar. En la última década se ha desarrollado el análisis de líneas de absorción que permite paliar parcialmente el problema al enfatizarse en ellas los efectos de la metalicidad y la edad. Sin embargo, incluso el indicador de edad más usado, la línea de Balmer H $\beta$ , muestra cierta dependencia con la metalicidad y es sensible a la emisión nebulosa.

Es un objetivo prioritario de este Proyecto obtener un sistema de indicadores clave que proporcionen información inequívoca sobre la edad, metalicidad, abundancias relativas, FIM e historia de formación estelar. Con este sistema es posible proponer diagramas diagnóstico para romper las degeneraciones fundamentales que afectan a las poblaciones estelares. Particularmente relevante es el estudio de nuevos indicadores específicamente desarrollados para explotar los

no son tan raras en las galaxias espirales de nuestro entorno. Esto sugiere que la fusión de galaxias enanas puede jugar un papel importante en la construcción de las partes externas de los discos de galaxias similares a la Vía Láctea, y afectar su estructura (ej. con la formación de extensos "alabeos" de gas, como en el caso de NGC4013).

Durante 2007 se ha continuado el trazado espacial y cinemático de las corrientes de marea de la Vía Láctea con objeto de mejorar los modelos teóricos. Con este objetivo, se ha realizado un gran esfuerzo para obtener datos fotométricos y cinemáticos de la corriente de Monoceros y su posible galaxia progenitora, Canis Major. Sin embargo, el mal tiempo durante la mayoría de las campañas de observación del primer semestre ha impedido cumplir este objetivo este año. El resultado más relevante ha sido la publicación de los resultados del primer cartografiado fotométrico a gran escala de la sobre-densidad en *Canis Major* en la revista *The Astrophysical Journal*. Este trabajo sugiere que su origen no puede explicarse por la presencia del alabeo del disco galáctico en el tercer cuadrante, lo que apoya la hipótesis de que podría relacionado con los restos de una galaxia enana en destrucción o su brazo espiral fuera del plano de la Vía Láctea. Como parte de su tesis doctoral, J.A. Carballo ha detectado la presencia de *Canis Major* en el anti-centro Galáctico, unos resultados que podrían sugerir que *Canis Major* no puede estar asociada a la componente estelar del alabeo de nuestra Galaxia.

Se ha enviado también para su publicación un artículo con evidencias sólidas de que la corriente estelar de Monoceros no es una perturbación Galáctica, sino que se formó por la destrucción por marea de una galaxia enana en los últimos 3 mil millones de años, un proceso que continúa moldeando las partes externas del disco de la Vía Láctea. Esta estructura gigantesca está compuesta por una población estelar vieja y pobre en metales similar al de los cúmulos globulares viejos de la Vía Láctea. Para este artículo se ha obtenido un nuevo modelo teórico que reproduce el primer mapa panorámico de esta gigantesca estructura obtenido recientemente a partir de los datos del Sloan Digital Sky Survey (SDSS). Además, se han publicado los resultados sobre la posible asociación de los restos de marea de Virgo con una cola de Sagitario que está cayendo sobre el disco de la Vía Láctea en las proximidades del Sol. Este descubrimiento dio lugar a una nota de prensa del IAC, que tuvo bastante difusión en prensa escrita y en Internet.

Uno de los objetivos prioritarios de este Proyecto

es la búsqueda nuevos posibles restos de mareas y galaxias satélites (los «satélites perdidos» que han puesto en crisis la teoría cosmología de la materia oscura fría) en el halo galáctico. Se ha obtenido un nuevo mapa del halo galáctico basado en el SDSS DR-6 en el que se han identificado algunas estructuras que podrían estar relacionadas con los restos galaxias satélites no descubiertas, pero se necesitan observaciones más profundas con telescopios con *seeing* excelente para confirmar su naturaleza (se ha concedido tiempo para este proyecto en el telescopio INT en abril 2008).

Durante este año, el personal del grupo de investigación se ha incrementado con la incorporación del A. Sollima, que trabajará en la búsqueda de restos de marea en torno a cúmulos globulares galácticos. Además, se ha obtenido financiación externa del Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica, que incluye la contratación de un contratado postdoctoral que se incorporará a primeros del 2008, y que se dedicará a la búsqueda de "satélites perdidos" y corrientes de marea en el halo galáctico. Por otra parte, se nos ha concedido la organización la próxima Escuela de Invierno (Winter School) del IAC, un evento que se considera muy importante para la proyección internacional del grupo.

Se ha prestado también especial atención a la divulgación de los resultados de este Proyecto, a través de numerosos seminarios en instituciones internacionales, universidades españolas, charlas de divulgación, presentaciones en congresos y notas de prensa.

## **POBLACIONES ESTELARES EN GALAXIAS DE TIPO TEMPRANO (3I2406)**

**A. Vazdekis.**

**J. Bakos, R. Barrena, M. Beasley, J. Cenarro, J. L. Cervantes, A. de Lorenzo Cáceres, I. García de la Rosa, C.M. Gutiérrez de la Cruz, I. Martínez Valpuesta, M. López Corredoira e I. Trujillo.**

N. Arimoto (NAOJ, Japón); B. Barbuy (Sao Paulo, Brasil); P. Coelho (IAP, Francia); P.R. Carvalho (Brasil); J. Brodie (UCO-Lick); F. Buitrago (Nottingham; Reino Unido) S. Cassisi, E. Brocato (Obs. de Teramo, Italia); C. Chiosi, R. Tantalo (Univ. de Padua, Italia); R. Peletier, K. Ganda (Kapteyn Inst., Groningen, Países Bajos); J. González (UNAM, México), J. Falcón Barroso (ESA-ESTEC, Países Bajos); J. Gorgas, N. Cardiel, E. Toloba y E. Mármol Queraltó (UCM, Madrid); V. Quilis (Univ. de Valencia); B.K. Gibson, P. Sánchez-Blázquez (Preston, Reino Unido); R. Sharples (Univ. de Durham, Reino Unido).

El modelo jerárquico predice que las componentes esferoidales se forman a partir de fusiones de discos. Pese a que potencialmente las poblaciones estelares pueden proveernos de información relevante acerca de estos procesos, el análisis de líneas de absorción en espirales es casi inexistente en la literatura. Esto es en parte debido a que estas galaxias muestran historias de formación extendidas, así como por la presencia de gas y manchas de polvo. Este estudio permitirá comprender los resultados, no del todo concluyentes, sobre la localización de estas galaxias en el PF y la CMR.

Un aspecto totalmente pionero que se propone afrontar en este Proyecto es estudiar las poblaciones estelares en galaxias lenticulares y espirales de primeros tipos con barras, e incluso con barras secundarias. Como objetivo principal se pretende establecer la secuencia de formación y escalas de tiempo características de estas componentes estructurales mediante la combinación de las edades promedio y abundancias relativas obtenidas.

La periferia de las galaxias contiene información clave para entender los procesos de formación de estos objetos, ya que en estas regiones de densidad más baja, las huellas de los procesos formativos sobreviven más tiempo. En este contexto, el exceso de estrellas en las partes más externas de los discos galácticos es uno de los misterios actuales de la astrofísica. En estas regiones, la densidad de gas es tan baja que los modelos de formación estelar predicen que no deberían formarse estrellas. Sin embargo, las observaciones más recientes encuentran que hay un claro "exceso" de estrellas en estas partes de las galaxias. Para resolver el misterio del exceso de estrellas en las partes más externas es fundamental el estudio detallado de sus poblaciones estelares. El reto observacional es sin embargo grande, ya que los brillos superficiales de estas regiones de las galaxias es muy débil ( $>26 \text{ mag/arcsec}^2$ ). Es por tanto necesario el uso de grandes telescopios e instrumentación novedosa como los filtros sintonizables de OSIRIS (más eficientes que la espectroscopia en regiones de bajo brillo superficial) para atacar este problema. En este sentido, este grupo, está en una situación ideal para afrontar este estudio dada su dilatada experiencia en el análisis de las poblaciones estelares y debido a la preparación llevada a cabo para la explotación de los filtros sintonizables.

### Algunos resultados relevantes

#### *Rotación de sistemas de cúmulos globulares en galaxias elípticas*

Utilizando datos espectrocópicos de Keck/LRIS, se

ha confirmado la existencia de rotación significativa en los sistemas de cúmulos globulares de dos elípticas enanas (dE) brillantes del Cúmulo de Virgo: VCC1261 y VCC1528. Incluyendo los resultados de Beasley et al. (2006) para VCC1087, los sistemas de cúmulos de las tres dEs de Virgo estudiadas muestran valores de  $V_{\text{rot}}/\sigma$  mayores que 1, lo que indica que su dinámica está soportada por rotación. Estos datos apoyan la hipótesis de que los progenitores de las dEs más luminosas fueron galaxias con disco: asumiendo la rotación de los cúmulos como un límite superior para la de los posibles discos, y que la luminosidad de las dEs ha disminuido por evolución pasiva, se ha encontrado que las tres dEs se encuentran sobre la relación Tully-Fisher en banda r.

#### *Gran evolución en el tamaño desde las galaxias más masivas desde $z \sim 2$ .*

Utilizando la muestra mas grande hasta la fecha de galaxias a alto  $z$  muy masivas (831 galaxias con  $M > 10^{11}$  masas solares) se ha estudiado la evolución del tamaño de estas estructuras. Los resultados ponen de manifiesto una evolución muy grande del tamaño de estos objetos. Desde  $z \sim 1.5$ , a una masa estelar dada, el tamaño de estas galaxias ha crecido un factor 4, lo que implica que estas galaxias muy masivas eran extremadamente densas en el pasado (aproximadamente un factor 100 más que ahora). Este resultado podría estar en tensión con el modelo monolítico de formación de estas estructuras e implica que la evolución de estas galaxias debe haber sido violenta (a través de fusiones mayores) en los últimos 10 Ga. La enorme densidad de estos objetos puede ayudar a clarificar el por qué estas galaxias hoy en día presentan poblaciones estelares tan homogéneas y que parecen haberse formado en un escaso intervalo de tiempo. La eficiencia de este estallido sería debida a la gran densidad del gas que formó estos objetos masivos y que dejo como resultado estas aglomeraciones tan compactas de estrellas.

### Evolución del Proyecto

#### *Modelos de síntesis de poblaciones estelares y metodologías de análisis*

Se ha completado la implementación de la biblioteca de espectros estelares MILES en los modelos de síntesis de poblaciones estelares, computándose una versión definitiva de espectros de poblaciones estelares para un extenso rango de edades y metalicidades. MILES se caracteriza, entre otros aspectos, por una calibración en flujo relativo muy precisa y un cubrimiento de parámetros estelares sin precedentes en la literatura. Esta biblioteca ya se ha constituido en la referencia en el campo,

filtros sintonizables de OSIRIS-GTC.

### *Modelos de formación y evolución de galaxias*

Los modelos de síntesis calculan espectros de poblaciones estelares para ser comparados con las observaciones en base a descripciones idealizadas de una galaxia (ej. poblaciones únicas, modelo de caja cerrada, etc.). Para dar un paso más allá es preciso comparar las observaciones con las predicciones a partir de modelos de formación y evolución de galaxias.

Se ha iniciado un ambicioso programa para sustituir las actuales tasas de formación idealizadas del modelo de síntesis de poblaciones estelares por las derivadas a partir de simulaciones hidrodinámicas (código MASLET: Quilis 2004) que, en un contexto cosmológico y con una descripción física de los fluidos, nos permite describir los cúmulos y sus galaxias. Ligando la formación de las galaxias con la formación de sus poblaciones estelares se obtiene una gran variedad de galaxias, todas ellas con distribuciones tridimensionales de densidad, con su evolución temporal y sus correspondientes espectros sintéticos. Estas simulaciones constituyen un gigantesco laboratorio virtual con el que poder comparar las observaciones.

### *Galaxias de primeros tipos y relaciones de escala*

El modelo monolítico predice que las galaxias elípticas son una clase uniforme de objetos, con sus propiedades globales variando suavemente con su masa y albergando poblaciones estelares viejas. Por el contrario, el modelo jerárquico prevé historias de formación más complejas y extendidas en el tiempo. En la última década los estudios de poblaciones estelares no han arrojado resultados del todo concluyentes. Por un lado, las relaciones que exhiben las galaxias elípticas, como el Plano Fundamental (PF; relación entre brillo superficial, radio efectivo y  $\sigma$ ) y las relaciones Color-Magnitud (CMR) y Mg- $\sigma$  sugieren que se formaron a muy alto  $z$ , favoreciendo al modelo monolítico. Por otro lado, mientras algunos estudios que incluyen el análisis de líneas de absorción sugieren gran dispersión de las edades promedio de las elípticas, favoreciendo la formación jerárquica, otros encuentran que son viejas.

El origen del PF y la CMR así como el papel que juegan en ellas los parámetros relevantes de sus poblaciones estelares supone un fuerte test al modelo jerárquico, por lo que este estudio será clave dentro de este Proyecto.

### *Cúmulos de galaxias y papel del entorno*

Según los modelos jerárquicos las galaxias de cúmulos densos se terminan de ensamblar antes y a un ritmo más rápido que en los cúmulos de baja densidad. Determinar la influencia del entorno en las poblaciones estelares y en las relaciones de escala permitirá probar si las galaxias de cúmulos son efectivamente más viejas que las de campo, tal y como se infiere de este paradigma. Los primeros resultados obtenidos por este grupo con una muestra de galaxias aisladas sugieren una mayor dispersión de edades que la correspondiente a galaxias pertenecientes a cúmulos y grupos.

### *Naturaleza de los gradientes*

El modelo monolítico predice gradientes negativos de metalicidad para las galaxias elípticas, mientras que la formación jerárquica prevé gradientes más planos. Los gradientes informan sobre el monto y eficiencia de los procesos de disipación de energía durante el proceso de formación. Si los gradientes fueran el resultado de una variación de la metalicidad nos permitirían conectar las propiedades químicas y dinámicas de las galaxias. En cambio si se debieran a una variación de la edad de la población nos informarían de cómo han procedido los posibles brotes de formación estelar posteriores.

### *Sistemas de cúmulos globulares extragalácticos*

Los cúmulos globulares (CGs) nos proveen de un gran potencial para estudiar la formación y evolución de las galaxias ya que se piensa que se deben formar en los episodios de formación estelar más importantes. Por tanto, mediante la derivación de las funciones de distribución de metalicidad y edad de los CGs estaremos en disposición de trazar la historia de formación estelar de las galaxias.

Se ha encontrado una distribución bimodal de colores en la mayoría de las galaxias luminosas. La hipótesis más extendida es que la población más roja, más metálica, es el resultado de un episodio mayor de fusión de dos galaxias espirales para constituir una elíptica, mientras que la población más azul, menos metálica, corresponde a las galaxias progenitoras. Estos estudios han experimentado un gran auge gracias al análisis espectral. Hay indicios que sugieren diferencias entre las abundancias relativas de elementos de estas dos familias de CGs. Este es otro aspecto clave en el que se pondrá un gran esfuerzo al ayudarnos a entender los tiempos de escala relevantes de la formación de las galaxias elípticas.

### *Galaxias espirales*

empleado imágenes del SLOAN de estos objetos y se han identificado las estrellas de los cúmulos, construyendo sus diagramas color-magnitud. En función de la posición de las estrellas en dicho diagrama se le ha asignado el espectro de una estrella de MILES con propiedades de metalicidad, temperatura y gravedad superficial similares. A cada estrella, en función de su distancia cúmulocéntrica se le ha asignado una velocidad de forma que la dinámica del cúmulo siga varios modelos diferentes. Se trata de probar si es posible reconstruir la dinámica del cúmulo globular a partir de las velocidades inferidas a través de la observación con filtros sintonizables de ciertas líneas de interés.

#### *Sistemas de cúmulos globulares extragalácticos*

En colaboración con el grupo de UCO/Lick y de CfA se completó un análisis de los datos de Keck/LRIS de los sistemas de cúmulos globulares en dos galaxias enanas en Virgo. Se ha descubierto que los dos sistemas muestran rotación y siguen la relación de Tully-Fisher. Este resultado es indicativo de que los progenitores de las enanas eran galaxias de tipo tardío.

Como parte de la colaboración internacional del telescopio Gemini, se realizó un estudio de cúmulos globulares en la galaxia de tipo temprano NGC3923 utilizando datos de GMOS. Se desarrolló una nueva técnica para extraer y analizar la luz de la galaxia de los extremos de las rendijas de los cúmulos globulares, sin necesidad de utilizar tiempo de observación adicional.

Se analizaron datos archivos de Keck/LRIS de cúmulos globulares en la galaxia M49 (NGC4472). Se mostró que la distribución de las metalicidades de los cúmulos globulares es bimodal, lo cual contradice otros trabajos publicados.

#### *Galaxias espirales*

En lo referente al análisis cinemático y de poblaciones estelares de galaxias con múltiples barras, este año se han tomado datos de cuatro galaxias con el espectrógrafo de campo integral SAURON. Los datos han sido reducidos completamente y se ha derivado la cinemática detallada de las distintas componentes estructurales. En una estrecha colaboración entre los miembros del equipo, combinando simulaciones y observaciones de SAURON se ha conseguido explicar las diferentes estructuras observadas en estas galaxias doblemente barradas (NGC2859, NGC3941, NGC4725, NGC5850).

Se ha continuado con el desarrollo del código de separación de la emisión gaseosa y la absorción estelar en espectros, que está finalizado a la espera de los últimos tests. Este código es imprescindible para realizar un correcto análisis de poblaciones estelares, y particularmente para obtener edades más precisas.

#### *Edades de galaxias a alto $z$ y el modelo cosmológico*

Se han explorado varias alternativas para estudiar la edad de galaxias elípticas a alto desplazamiento al rojo. Haciendo uso de datos fotométricos públicos de galaxias con  $z < 3$  y los modelos de poblaciones estelares se ha derivado la edad aproximada de las galaxias y analizado su evolución con el desplazamiento al rojo.

## **LAS GALAXIAS BARRADAS: EVOLUCIÓN Y CONSECUENCIAS (3I2407)**

**J.H. Knapen.**

**I. Martínez-Valpuesta y S. Comerón.**

I. Shlosman (Univ. de Kentucky, EEUU); L. Athanassoula (Marsella); R. Buta (Univ. de Alabama, EEUU); E. Laurikainen (Univ. de Oulu, Finlandia); E. Brinks, M. Sarzi (Univ. Hertfordshire, Reino Unido); L. Mazuca (NASA GSFC, EEUU); P. James (Univ Liverpool John Moores, Reino Unido); T. Böker y J. Falcon-Barroso (ESTEC, Países Bajos), R. Peletier (Groningen, Alemania), B. Elmegreen (IBM), D. Elmegreen (Vassar).

### **Introducción**

La mayoría de las galaxias en el Universo local tienen barra y por las imágenes del telescopio HST, sabemos que la proporción de galaxias barradas ha sido constante durante los últimos 8 mil millones de años ( $z \sim 1$ ). Dado que las barras son desviaciones de un potencial gravitatorio axisimétrico, tienen importantes consecuencias para la dinámica y la evolución de las galaxias en las que están. En este Proyecto se estudia la evolución y las consecuencias de la existencia de las barras galácticas. En primer lugar, se investigan las propiedades de las barras en función del desplazamiento al rojo, analizando muestras de galaxias barradas y de galaxias no barradas, procedentes de las imágenes del telescopio HST, así como de modelos numéricos de evolución del disco. En segundo lugar, se estudian algunas de las consecuencias de las barras, en particular cómo están relacionadas con la evolución secular de las galaxias. En tercer lugar, se estudia la dinámica de las barras comparando minuciosamente

sustituyendo a la biblioteca estándar de Lick/IDS, con la que se han realizado la mayor parte de los estudios de poblaciones estelares basados en líneas de absorción durante las dos últimas décadas. Los nuevos modelos, listos para su publicación, permitirán estudiar con precisión un mayor número de objetos como por ejemplo cúmulos globulares de muy baja metalicidad, galaxias enanas, o galaxias muy metálicas. Tanto MILES como los nuevos modelos se encuentran disponibles en las siguientes páginas Web: <http://www.ucm.es/info/Astrof/miles/miles.html> y <http://www.iac.es/galeria/miles/vazdekis/>

Se han incorporado en estos modelos las nuevas isocronas teóricas computadas por el grupo del Obs. de Teramo. Estas isocronas incluyen los últimos avances en evolución estelar y una prescripción más realista de la AGB. Estas isocronas, junto a las de Padua, usadas habitualmente, proporcionarán una estimación más realista de las incertidumbres implícitas en las predicciones resultantes.

Debido a que las galaxias luminosas muestran abundancias relativas entre elementos que difieren de las del entorno solar es preciso calibrar las predicciones de los modelos de síntesis de poblaciones estelares, que usan estrellas del entorno solar, para cuantificar su efecto mediante atmósferas estelares teóricas. Se ha completado el cálculo de una biblioteca de espectros estelares teóricos basada en los códigos del grupo dirigido por Barbuy (Sao Paulo, Brasil). Se ha cubierto un amplio rango de abundancias relativas [ $\alpha$ /Fe]. Con esta biblioteca se podrán estimar los efectos relativos debidos a las variaciones de las abundancias de elementos en los nuevos índices espectrales propuestos. Además se ha diseñado un novedoso método semi-empírico que combina esta biblioteca teórica y MILES que ha permitido computar espectros (y no sólo índices) de poblaciones estelares con diferentes abundancias relativas [ $\alpha$ /Fe] que tendrán un gran impacto en el campo.

Se ha implementado en los modelos de síntesis de poblaciones estelares la modelización de la intensidad del índice CO (2.2  $\mu$ ) con los parámetros atmosféricos de la nueva biblioteca de espectros estelares en la banda K a resolución 2000, desarrollada en colaboración con el grupo dirigido por N. Cardiel. Ello ha permitido predecir por primera vez los valores de este indicador en poblaciones estelares, si bien estos resultados son aún provisionales.

La aplicación del nuevo indicador de edad H $\beta$ , definido en el curso anterior, a una muestra de

cúmulos globulares de la Vía Láctea ha puesto de manifiesto la existencia de dos familias de cúmulos con valores de H $\beta$  bien diferenciados para una misma metalicidad. Los diagramas color-magnitud y la modelación efectuada sugieren que se trata en parte de la contribución de los "Blue Stragglers".

#### *Galaxias de primeros tipos.*

En un estudio precedente sobre galaxias elípticas de grupos compactos de Hickson, cuyos resultados han sido publicados en 2007, las galaxias de menor masa presentaban valores de [Mg/Fe] significativamente más altos que los de las galaxias de similar masa de campo. A fin de confirmar este resultado, se están reduciendo los datos correspondientes a diez nuevos objetos, observados con el espectrógrafo ISIS del telescopio WHT.

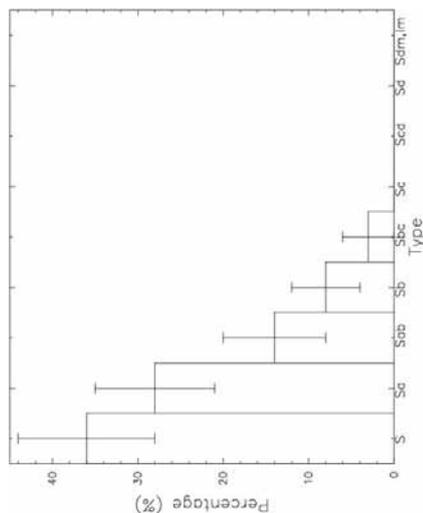
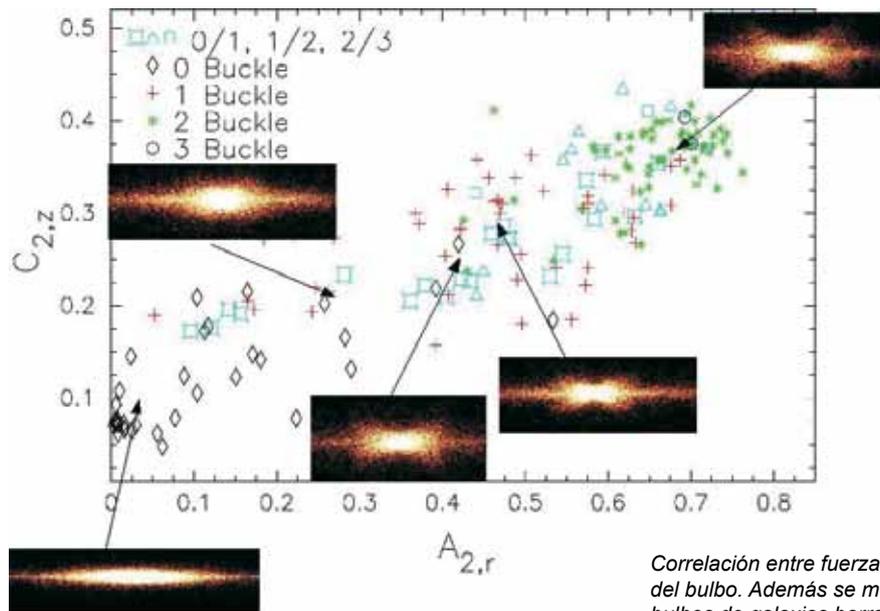
Otra familia de galaxias de primeros tipos a la que se está aplicando el estudio de poblaciones estelares son las llamadas "grupos fósiles". Estas galaxias, que todavía mantienen un halo de rayos X, parecen ser el producto final de la fusión de un grupo compacto de galaxias. La pregunta que se pretende responder es si, desde el punto de vista de las poblaciones estelares, las galaxias elípticas aisladas pueden ser consideradas como ejemplos menos extremos de "grupos fósiles". Para ello, se están comparando submuestras de galaxias extraídas del SLOAN.

Como resultado de la participación en la red europea MAGPOP, y haciendo uso de datos del MAGPOP-ITP, se ha llevado a cabo el análisis del triplete de Ca (CaT) en galaxias elípticas enanas del cúmulo de Virgo. Los resultados obtenidos confirman que, a diferencia de las elípticas más masivas, la intensidad del CaT en las elípticas enanas es compatible con las predicciones de los modelos de poblaciones estelares para las edades y metalicidades que se infieren en el óptico.

El análisis de los espectros ópticos de las galaxias elípticas enanas de MAGPOP-ITP muestra una gran dispersión de edad, siendo a su vez más jóvenes que las elípticas de mayor masa. Por otro lado, la abundancia relativa [Mg/Fe] es en promedio similar a la del entorno solar, si bien con gran dispersión, indicando una historia de formación estelar extendida en el tiempo. Asimismo se encontraron diferencias significativas en las abundancias relativas de varios elementos.

#### *Cúmulos globulares de la Vía Láctea*

Se ha comenzado la construcción de simulaciones realistas de la dinámica interna de los cúmulos globulares de la Vía Láctea. Para ello se han



este intercambio, es muy pequeño y no afecta a la destrucción de la barra.

#### Dinámica detallada de galaxias barradas

(I. Martínez-Valpuesta y colaboradores). Mediante el análisis de las simulaciones de E. Athanassoula se han desarrollado diferentes parámetros que relacionan diferentes características de las barras y los bulbos en las que estas se convierten cuando se ven a diferentes orientaciones. Estos bulbos, también llamados de tipo boxy-peanut-Xshaped, están por un lado relacionados con el número de pandeos (buckling events) que sufre la barra y, por el otro, con la fuerza de ésta. Se han encontrado correlaciones muy interesantes con estos nuevos parámetros que relacionan bulbos y barras. La principal característica de estos parámetros es que pueden ser aplicados a las observaciones.

(J.H. Knapen e I. Martínez-Valpuesta y colaboradores). La investigación de los llamados "ansae" en barras (*handles* o *agarraderas*) para los cuales se han obtenido los porcentajes en la secuencia de Hubble. Se ha encontrado que en galaxias barradas de tipo S0, un 40% presentan ansae. Es más la frecuencia de ansae decrece con el tipo de Hubble y parece estar presente en barras fuertes. Esto además, se corrobora con los primeros resultados estadísticos aplicados a simulaciones, en los cuales es claro que los ansae aparecen en las barras fuertes tras varios gigaaños de evolución. El estudio de las simulaciones mediante el análisis orbital ha demostrado, que

evolución de galaxias barradas mediante el uso de simulaciones ha permitido un mejor conocimiento de la evolución de galaxias tipo disco. En la mayoría de los estudios se usan simulaciones numéricas. En los últimos años se ha introducido el gas a estas simulaciones. Existía un problema recurrente en las simulaciones numéricas con gas. Una vez la barra se forma, esta se destruye. Se ha finalizado el estudio de la verdadera causa de la destrucción de las barras cuando se añade el gas. La razón principal es la concentración de masa central. Otras alternativas propuestas eran el intercambio de momento angular entre los diferentes componentes. En nuestro estudio,

# ESTRUCTURA DE LAS ESTRELLAS Y SU EVOLUCIÓN

simulaciones numéricas, imágenes y espectros de grandes barras de galaxias cercanas, incluyendo la barra de la Vía Láctea, cuya estructura se comparará en detalle con las barras de otras galaxias como M31.

## Algunos resultados relevantes

En el estudio de los bulbos tipo boxy-peanut-X/ shaped asociados a las barras estelares, se ha encontrado que están fuertemente ligados a la evolución de estas. Así, dependiendo del número de bucklings que una galaxia sufre, formará un bulbo más fuerte, es decir, más de tipo peanut o en forma de X. Además se ha desarrollado un parámetro para el bulbo, fuertemente correlacionado con la fuerza de la barra. Así dado un bulbo observado, podemos saber si pertenece a una barra fuerte o débil, y viceversa. Con esto, conseguimos un conocimiento más amplio de la distribución tridimensional de masa de las galaxias barradas.

Se ha estudiado la presencia de ansae en galaxias barradas. Se ha encontrado que en galaxias barradas de tipo S0, un 40% presentan ansae. Es más la frecuencia de ansae decrece con el tipo de Hubble.

Se organizó el congreso "Pathways through an Eclectic Universe", celebrado en abril 2007 en Tenerife. Asistieron unos 120 astrónomos de todos los continentes para discutir avances recientes en nuestro entendimiento de la formación estelar en las galaxias, y en como se evolucionan las galaxias. El Congreso también sirvió para celebrar el hecho que John Beckman, astrofísico de IAC y profesor de investigación del CSIC, lleva 40 años trabajando en la investigación astronómica.

## Evolución del Proyecto

### *Evolución de galaxias barradas*

(I. Martínez-Valpuesta y colaboradores). La

## ESTRELLAS BINARIAS (P7/88)

C. Lázaro.

M.J. Arévalo, I. González Martínez-Pais, P. Rodríguez Gil, J. Casares, T. Shabaz, M. Durant, J. M. González Pérez y H. Peralta.

B.T. Gänsicke, T.R. Marsh, A. Aungwerojwit, M. Dillon y A. Rebassa Mansergas (Univ. de Warwick, Reino Unido); M. Pérez Torres y D. Steeghs (Harvard Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); L. Schmidtobreick, K. O'Brien y E. Mason (ESO, Chile); C. Tappert (Univ. Católica, Chile); M. Schreiber (Univ. Valparaíso, Chile); P. Hakala y A. Somero (Univ. De Helsinki, Finlandia); V.S. Dhillon (Univ. De Sheffield, Reino Unido); C. Allende Prieto (Univ. de Austin, Texas, EEUU); M. López Morales (Carnegie Institution of Washington, EEUU); I. Negueruela (Univ. De Alicante); A. Arellano Ferro (UNAM, México); D. Bramich (ING, La Palma); A. Schwöpe y A. Nebot (Inst. De Astrofísica de Potsdam, Alemania), R. Iglesias Marzoa y V. Tamazian (Obs. de Santiago de Compostela).

## Introducción

El estudio de las estrellas binarias es una parte esencial de la Astrofísica Estelar. Se cree que la mayoría de las estrellas de la Galaxia se han formado en sistemas binarios o múltiples, por lo que entender la estructura y la evolución de estos sistemas es importante desde el punto de vista estelar y galáctico. En muchos casos, cuando los periodos orbitales son cortos y la separación entre componentes comparable al radio de las estrellas, la evolución es influida por su interacción mutua, dando lugar a procesos físicos y recorridos evolutivos muy distintos que los observables en estrellas aisladas. Especialmente relevante es el efecto de transferencia de masa entre las estrellas, como se produce en las binarias de tipo Algol, en las variables cataclísmicas, en las binarias de rayos X, algunos tipos de sistemas estudiados en este Proyecto.

Un aspecto donde las binarias juegan un papel fundamental es en la determinación de parámetros estelares absolutos, siendo la única fuente de valores precisos para los radios y las masas estelares.

de investigación sobre su estructura de acreción, que debería explicar el complicado comportamiento espectroscópico y fotométrico que muestran estos sistemas.

## Algunos resultados relevantes

### *Caracterización de la población de Variables Cataclísmicas en el Sloan Digital Sky Survey (SDSS)*

Tras la medida de un total de 80 nuevos periodos orbitales (~ 50% de la muestra), se ha confirmado observacionalmente la gran acumulación de variables cataclísmicas alrededor del periodo orbital mínimo predicha por la teoría después de más de 20 años de debate (Fig. 1). En cambio, el periodo mínimo observado sigue siendo de unos 80 min, no 65 min como predice dicha teoría. Este importante hallazgo será publicado en 2008.

### *Primera medida de tiempo de recurrencia de los estados de cese de la acreción de la Variable Cataclísmica MV Lyrae*

Nuestro programa de vigilancia fotométrica sistemática de 60 sistemas SW Sextantis y candidatos ha detectado el segundo estado consecutivo de cese de la transferencia de materia en la variable cataclísmica MV Lyrae (Fig. 2). El primero de esos estados, observado por la red de AAVSO, tuvo lugar aproximadamente 11.7 años antes que el detectado por nuestro grupo. Además, las últimas observaciones de MV Lyrae muestran el característico comportamiento eruptivo al poco tiempo del cese de la acreción. Por otra parte, un análisis estadístico preliminar de todas las curvas de luz a largo plazo de todos los objetos hasta ahora obtenidas sugiere un tiempo de recurrencia medio para los sistemas SW Sextantis de entre 7 y 10 años. Esto podría ser una prueba de la conexión entre los estados de cese de la acreción y los ciclos magnéticos de la estrella donante, ya sugerida teóricamente con anterioridad.

## Evolución del Proyecto

### 72 *Búsqueda y estudio de polarización circular en sistemas SW Sex*

Durante 2007 hemos concluido el análisis de los datos polarimétricos de J1643.7+3402, habiendo enviado los resultados para su publicación en *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*

Además en julio se han obtenido datos de un nuevo sistema: BO Cet. Se trata de un sistema similar a los estudiados anteriormente (LS Peg y J1643.7+3402), a saber, no es un sistema eclipsante y tienen un periodo de unas tres horas.

Un análisis previo ya muestra la existencia de periodicidad en la polarización circular con un periodo relacionado con el de rotación de la enana blanca. E igualmente, para la anchura equivalente se obtienen un periodo relacionado con éste. Sin embargo, aún resta por realizar el análisis con precisión y aplicando técnicas más cuidadosas, pero estos resultados previos garantizan la obtención de buenos resultados.

### *Parámetros absolutos binarias de poca masa*

Durante este año se ha trabajado en la reducción de los datos obtenidos en las 50 noches de observación con CAIN en el telescopio TCS del OT.

R. Iglesias Marzoa trabajó con dos de las binarias observadas realizando un análisis de sus curvas de luz. Los datos obtenidos junto con macros optimizadas para la reducción de datos obtenidos con CAIN fue el objetivo de su trabajo de investigación del Master de Astrofísica (presentado en julio de 2007). Un artículo con los parámetros absolutos obtenidos del análisis de las curvas de luz (J y K) se está terminando para su publicación. *Parámetros absolutos de la binaria de tipo Algol HY Vir*

Se ha llevado a cabo el análisis de nuestras curvas de luz en infrarrojo (J, H, K) de la binaria HY Vir, junto con curvas de velocidad radial obtenidas de nuestras observaciones en el INT (IDS). Para el análisis se ha utilizado nuestro propio código BinaRoche. Esto ha permitido determinar, por primera vez, los parámetros absolutos de esta binaria Algol. Así como los tipos espectrales de sus componentes. Este estudio ha sido publicado en *New Astronomy*.

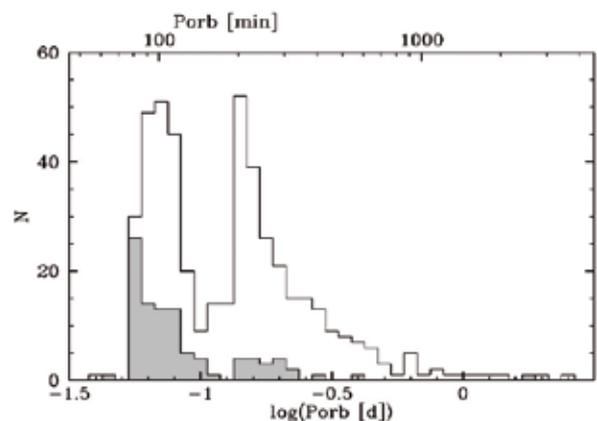


Figura 1: La distribución de periodos orbitales de 478 variables cataclísmicas del heterogéneo catálogo de Ritter y Kolb (histograma blanco) y de las 79 cataclísmicas de nuestra muestra homogénea del SDSS (histograma gris). Los efectos de selección juegan un papel claro en la apariencia de las distintas distribuciones. Por primera vez se ha observado la gran cantidad de sistemas predicha por la teoría concentrada alrededor del periodo orbital mínimo.

En este Proyecto se siguen varias líneas de trabajo:

El estudio fotométrico, espectrocópico y polarimétrico de sistemas con periodo orbital corto, clasificados como Variables Cataclísmicas, dirigido a entender las estructuras de acreción que se forman a consecuencia de la transferencia de masa, así como su evolución.

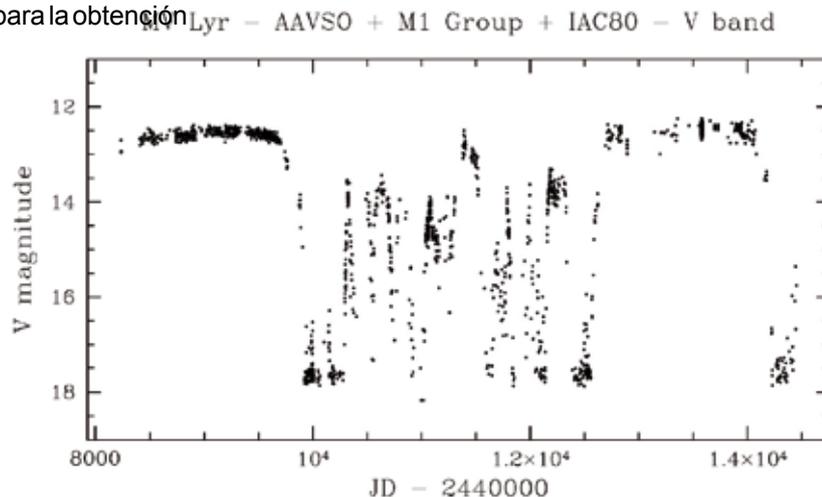
La determinación de parámetros absolutos en binarias eclipsantes de tipo Algol, en base a curvas de luz en el sistema fotométrico Stromgren y en el rango infrarrojo, complementadas con observaciones espectroscópicas. Este tipo de binarias son también de gran interés para el estudio de los efectos de radiación externa sobre las atmósferas estelares.

Obtención de curvas de luz en el visible e infrarrojo de binarias separadas, formadas por estrellas de muy poca masa, complementadas con observaciones espectroscópicas para la obtención

de sus curvas de velocidad radial. La finalidad es determinar con mayor precisión los parámetros absolutos estelares en el rango de "secuencia principal" poco masiva.

Una de las principales líneas de investigación del proyecto "Estrellas binarias" es el estudio de la estructura y evolución de las variables cataclísmicas. Entre los objetivos primordiales se pretende corroborar o desmentir ciertas predicciones que hace la teoría estándar de evolución de estos sistemas binarios llevando a cabo estudios poblacionales tanto en la región cercana al mínimo periodo orbital observado (~ 80 min), como en la frontera superior del period gap, en el intervalo de periodos orbitales comprendido entre 3 y 4.5 horas. Cerca del periodo mínimo (~ 65 min según la teoría) se predice una concentración de más del 90% de la población total de cataclísmicas, que nunca ha sido encontrada observacionalmente. Para probar o descartar esta

*Figura 2: Curva de Luz de la variable cataclísmica MV Lyrae. Las observaciones provienen de AAVSO, del grupo M-1 (España) y del telescopio IAC-80. Se ha observado el segundo estado de cese de la acreción consecutivo, 11.7 años después del primero registrado.*



afirmación, se están midiendo los periodos orbitales de toda la muestra de nuevas cataclísmicas del Sloan Digital Sky Survey (~ 200 sistemas) a través de un ingente esfuerzo observacional. Hasta este momento esta muestra es la más completa y exenta de efectos de selección disponible.

Por otra parte, el grupo de investigación ha demostrado que existe una gran densidad de sistemas intrínsecamente muy luminosos (ej. con tasas de transferencia de materia muy altas) en el rango de periodos orbitales comprendido entre 3 y 4,5 horas, que se conocen como sistemas SW Sextantis. Es precisamente en un periodo orbital de 3 horas donde la teoría predice el cese del transporte de masa (y la entrada al periodo gap, donde el sistema se separa antes de llegar de nuevo al contacto en un periodo de 2 horas) debido

a que la estrella donante se vuelve completamente convectiva, lo cual se contradice con la existencia de las cataclísmicas con mayores ritmos de transferencia de masa justo en la frontera superior de 3 horas. En este sentido, se están realizando por vez primera medidas dinámicas de las masas de las estrellas que forman los sistemas SW Sextantis durante estados de cese temporal de la acreción, cuando la desaparición del brillante disco permite la observación de ambas componentes estelares. Los valores de las masas serán confrontados con los teóricos. Es de destacar que este último proyecto es liderado por el grupo de Estrellas Binarias del IAC (IP: P. Rodríguez-Gil) y cuenta con una amplia colaboración internacional.

Respecto a este mismo grupo de cataclísmicas, las SW Sextantis, se ha continuado con el trabajo

del objeto de masa planetaria menos luminoso y masivo, detectado por imagen directa, después de 2M1207b. Los datos fotométricos y espectroscópicos que se han obtenido, ópticos e infrarrojos, han permitido confirmar que tanto la primaria como la secundaria son objetos muy fríos, con  $T_{\text{eff}}$  estimadas de 2.700 y 2.100K, respectivamente, y que se trata de miembros muy jóvenes de la asociación. La existencia de estos objetos tan poco masivos alrededor de enanas marrones a estas separaciones tan grandes supone un desafío para los modelos actuales de formación en discos.

### Evolución del Proyecto

Los nuevos datos obtenidos en el infrarrojo cercano (bandas JHK) con los telescopios 3,5 m del Obs. Calar Alto y 10 m KECK II, Hawai (EEUU), las medidas IRAC/Spitzer en las bandas 3,6 y 4,5 micras, y la astrometría precisa de S Ori 70, la enana de tipo espectral T en sigma Orionis (1-8 millones de años), confirman una alta probabilidad de que este objeto frío (temperatura superficial en torno a 1.000 K) sea un miembro del cúmulo sigma Orionis, con una edad estimada en el intervalo 1 a 8 millones de años. S Ori 70 presenta un movimiento propio coincidente con el del cúmulo, y unos colores atípicos de las enanas del campo con su mismo tipo espectral, compatibles con una atmósfera de baja gravedad (lo que se espera de un objeto con edades muy jóvenes). Por comparación con los modelos de evolución estelar y subestelar, determinamos que la masa de S Ori 70 está en torno a unas pocas veces la masa de Júpiter, convirtiéndose en el objeto de menor masa «aislado» fuera del Sistema Solar que se ha identificado hasta la fecha.

A través de búsquedas profundas en el óptico (banda I), el infrarrojo cercano (JHKs) y medio (3,6 -8 micras), hemos podido investigar la población de objetos subestelares hasta  $6 M_{\text{Jup}}$  en el joven cúmulo de Sigma Orionis. Se ha medido que la frecuencia de discos en las enanas marrones es del 50% y que el número de objetos por intervalo de masa (función de masa) es creciente en el intervalo desde  $0.1 M_{\text{Sol}}$  hasta  $6 M_{\text{Jup}}$ . Estos resultados parecen indicar que los objetos subestelares aislados se forman de manera similar a las estrellas.

Se ha contribuido al desarrollo y pruebas de FastCam, un instrumento que proporciona imágenes de alta resolución espacial (limitadas por difracción) en telescopios ópticos y que se ha probado con éxito en los telescopios TCS, NOT y WHT. Con este instrumento se ha confirmado la binariedad de varias estrellas de muy baja masa en el cúmulo de las Híades (con separaciones

angulares de 0.1-1") previamente descubiertas con el telescopio Hubble y se está llevando a cabo una búsqueda sistemática de compañeros alrededor de las estrellas de baja masa en el entorno más cercano al Sol.

### NATURALEZA Y EVOLUCIÓN DE BINARIAS DE RAYOS X (P10/97)

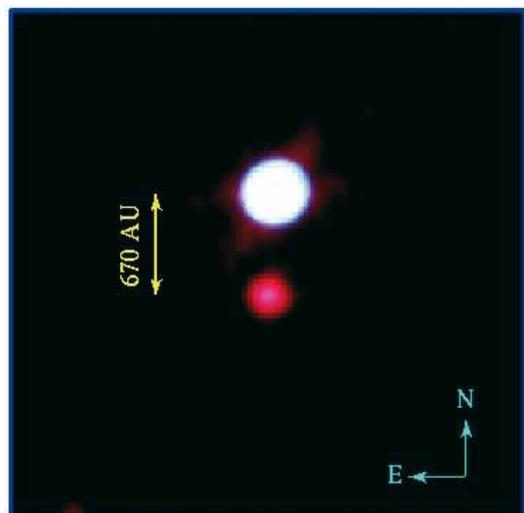
**J. Casares.**

**A. Herrero, I. González Martínez-Pais, T. Shahbaz, G. Israelian, P. Rodríguez-Gil, T Muñoz Darías, R. Cornelisse, M. Durant, H. Hernández Peralta y J. Corral.**

M. Pérez Torres (MIT, EEUU); P.A. Charles (SAO, Sudáfrica); T. Marsh, D. Steeghs y B. Gaensicke (Univ. de Warwick, Reino Unido); V. Dhillon y C. Watson (Univ. de Sheffield, Reino Unido); R.I. Hynes (Univ. de Texas, EEUU); F. Mirabel (ESO, Chile), J.M. Paredes y M. Ribó (Univ. de Barcelona); J. Martí y J. Combi (Univ. de Jaén); P. Molaro (Obs. de Trieste, Italia); P. Bonifacio y J. González (Obs. de París, Francia); S. Campana y P. D'Avanzo (Merate, Italia); E. Kuulkers (ESA, Madrid); M. Wagner (Obs Flagstaff., EEUU); P. Hakala (Univ. de Helsinki, Finlandia); C. Haswell (The Open Univ., Reino Unido); L. Pavlenko (Obs. de Crimea, Ucrania), I. Negueruela (Univ. de Alicante), C. Zurita (Obs. San Pedro Mártir, México).

### Introducción

Las Binarias de Rayos X son binarias compactas dominadas por procesos de acreción sobre estrellas de neutrones (NS) o agujeros negros (BH). Un



*Compañero de unas  $14 M_{\text{Jup}}$  situada a 670 UA de UscoCTIO108, una enana marrón de  $60 M_{\text{Jup}}$  perteneciente a la joven asociación de Upper Scorpius.*

Durante 2007 se ha continuado con la obtención, reducción y análisis de datos fotométricos y espectroscópicos de las variables cataclísmicas del SDSS. Como ya se apuntó en la introducción, el objetivo final de este Proyecto internacional es la determinación del periodo orbital, subtipo y, en casos favorables, de otros parámetros dinámicos (distancia, tipo espectral y masa de las componentes de la binaria, inclinación) de toda la muestra de cataclísmicas descubiertas por el SDSS. El análisis de los datos obtenidos durante el Proyecto ITP 2004-2005 y durante 2006 ha proporcionado un total de 45 nuevos periodos orbitales. El año 2007 ha sido extremadamente fructífero en este sentido, ya que se ha llegado a los 80 periodos orbitales medidos y ya se ha concedido tiempo de observación para realizar más medidas.

#### *Estados de cese de la transferencia de masa en sistemas SW Sextantis*

A lo largo del pasado año 2007 se ha continuado con la vigilancia fotométrica de un total de 60 Variables Cataclísmicas (entre sistemas SW Sextantis y candidatos) tanto en el hemisferio norte como el sur, contando con una gran aportación de astrónomos amateur españoles. Este trabajo de vigilancia es crucial, ya que permite detectar rápidamente los estados bajos de cese de la acreción con el fin de activar los diversos programas "ToO" con los que ya se cuenta.

El análisis de la gran cantidad de datos que se obtuvo del sistema HS 0220+0603 en el visible, obtenidos con los telescopios VLT, Magellan, WHT y NOT, así como de los datos en rayos X y ultravioleta adquiridos por el satélite XMM-Newton, fue completado durante 2006 y parte de 2007. El artículo, que será enviado a *The Astrophysical Journal* presenta la primera medida dinámica de las masas presentes en un sistema SW Sex.

### **ESTRELLAS DE BAJA MASA, ENANAS MARRONES Y PLANETAS GIGANTES (P6/95)**

**R. Rebolo.**

**M. R. Zapatero Osorio, V. Sánchez Béjar y G. Bihain.**

A. Pérez Garrido, I. Villó y A. Díaz Sánchez (Univ. Politécnica de Cartagena); J.A. Caballero (Univ. Complutense de Madrid); T. Henning, R. Mundt,

C. Bailer-Jones y B. Goldman (MPIA, Alemania).

### **Introducción**

Se pretende investigar los procesos que conducen a la formación de estrellas de baja masa, enanas marrones y los planetas gigantes y caracterizar las propiedades físicas de estos astros en varias etapas evolutivas. Esta clase de objetos es probablemente la más numerosa de nuestra Galaxia, pero no por numerosa es mejor conocida. Los objetos subestelares constituyen uno de los grupos más difíciles de estudiar desde el punto de vista observacional dada su baja luminosidad intrínseca. Se pretende establecer la frecuencia, multiplicidad y distribución espacial de estos objetos en la vecindad del Sol y en regiones de formación estelar cercanas con el fin de proporcionar información sobre los mecanismos que los originan. Se hace especial énfasis en empujar la frontera de detección hacia los objetos de menor masa, bien sea como objetos ligados por atracción gravitatoria a otros, o flotando libremente en el espacio interestelar. Los objetos menos masivos también suelen ser los de menor luminosidad intrínseca y temperaturas superficiales más frías por lo que entrañan notable dificultad de detección por medio de imagen directa. Sin embargo, la detección directa permite una caracterización fotométrica y espectroscópica mucho más completa y una mejor determinación de sus propiedades físicas y químicas.

### **Algunos resultados relevantes**

Por primera vez se confirma la presencia de excesos de flujo en el infrarrojo medio (en 5,8 y 8 micras) en una población relativamente numerosa de objetos jóvenes con masas entre 6 y 15 veces la masa de Júpiter. Los excesos, que han sido detectados con IRAC/Spitzer, podrían estar relacionados con la presencia de una envoltura o disco alrededor de estos cuerpos centrales de masa tan pequeña que se hallan aislados en el cúmulo estelar de Sigma Orionis. Nuestros estudios apuntan a que aproximadamente el 50% de los objetos de masa planetaria que flotan libremente en el cúmulo de sigma Orionis albergan este tipo de envoltura o disco. Dicho porcentaje es similar al de la presencia de excesos infrarrojos entre las estrellas de baja masa y las enanas marrones del cúmulo, lo que podría indicar una génesis análoga para ambos tipos de cuerpos independientemente de su masa.

Se ha descubierto un compañero de unas 14  $M_{Jup}$  situada a 670 UA de UscoCTIO108, una enana marrón de 60  $M_{Jup}$  perteneciente a la joven asociación de Upper Scorpius. Se trata

VLT+FORSS2 para romper el «aliasing» que afecta al periodo orbital y, por tanto, a los parámetros fundamentales de esta binaria. Se está elaborando un artículo con los resultados. Por otro lado, se ha obtenido fotometría del candidato a BH clásico KY TrA con el telescopio 3,5 m de La Silla para determinar el periodo orbital y estudiar su modulación elipsoidal. Las condiciones no fueron muy buenas, los datos han sido analizados y no se observa evidencia de variabilidad. Asimismo se descubrió un modulación fotométrica de 3.2 horas en el candidato a BH SWIFT J1753.5-0127 que le convierte en el BH de periodo orbital más corto. El sistema está aún en estado activo y se espera que pueda caer a quietud en los próximos meses para poder realizar estudios dinámicos.

Actualmente, el censo de BH con evidencia dinámica es de 20; hace falta un mínimo de unos 30 sistemas para abordar estudios estadísticos de sus propiedades fundamentales. Se prevé que en unos pocos años se pueda alcanzar esa cifra, gracias al descubrimiento de nuevos candidatos con los actuales satélites de rayos X, más los candidatos clásicos, accesibles a telescopios de 8 - 10 m. J. Casares impartió un "Invited Talk" sobre este tema en la Conferencia "Measuring Spin and Mass of Black Holes" (Pune, India).

Además, la ventana abierta por el estudio de la mezcla de Bowen en Sco X-1 permite obtener información dinámica de binarias de rayos X persistentes y las primeras estimaciones de las masas de sus estrellas de neutrones. Se ha publicado el resultado de datos VLT de los sistemas GX9+9, GR Mus, LMC X-2 y la variable transitoria Aql X-1 que fue observada en modo ToO durante la erupción de 2004. Como se ha demostrado con el estudio de nuestro grupo de GX 339-4, esta técnica también puede aplicarse a SXTs (Soft X-ray Transients) en erupción y medir funciones de masa de BHS antes de que caigan al estado de quietud. El grupo tiene una propuesta de ToO (Tiempo de Oportunidad) aprobada en el telescopio WHT y 4 noches con el telescopio VLT para continuar con el Proyecto. Asimismo, se está analizando la espectroscopia UVES de alta resolución de X1822-371 con los que se espera confirmar la presencia de una estrella de neutrones masiva en este sistema, estimada en 1.6-2.3 M $\odot$ . Este resultado tiene importantes implicaciones para el conocimiento de las ecuaciones de estado de la materia nuclear. Paralelamente, se están realizando estudios espectroscópicos de SXTs con púlsares de milisegundo: se publicaron los resultados de IGR J0291+5934 y se observaron varias fuentes en quietud con VLT para extraer información de sus parámetros fundamentales.

Por otro lado, se publicó el análisis de las curvas de luz de Bowen y rayos X de Sco X-1 (técnica de Eco-tomografía). La variación orbital de los retrasos entre las curvas de luz ópticas y en rayos X depende fuertemente de los parámetros de la binaria (separación, inclinación cociente de masas) y puede utilizarse para restringir estos. El Proyecto continúa con observaciones VLT+ULTRACAM/XTE del sistema V801 Ara, que ya han sido reducidas (resultados preliminares presentados en 2 congresos) y nuevas observaciones de Cyg X-2 con WHT+ULTRACAM+XTE y X0748-676 con NTT+ULTRASPEC/XTE. Asimismo, se cuenta con 250ks con XTE para estudiar otros sistemas.

Con relación al estudio de variabilidad rápida en binarias de rayos X se completó el análisis de las curvas de luz de Cen X-4 y N.Mus 91 que muestran actividad tipo "flares" en diferentes bandas y con una amplitud del 40%. En este último sistema, el espectro de potencias muestra muchos QPOs, algunos altamente coherentes, como por ejemplo a 7.6 min. Se continúa con el análisis y la interpretación de las curvas multi-frecuencia de 2S0921-630 y se han obtenido nuevos datos de los sistemas Her X-1 y X0614+091.

En el apartado de abundancias químicas de las estrellas compañeras se ha publicado el estudio de la razón isotópica  $6\text{Li}/7\text{Li}$  en Cen X-4 a partir del análisis de datos UVES. Ajustando espectros sintéticos para un rango de abundancias de Li y razones isotópicas se obtiene un valor bajo ( $=0.14+0.13-0.06$ ) que, aunque sugiere mecanismos de preservación del Li, no permite descartar escenarios de producción.

## ESTRELLAS MASIVAS AZULES (P8/98)

**A. Herrero.**

**M. García, G. Gómez Velarde, D.J. Lennon, A. Lenorzer, A. Marín, A. Rosenberg González, N. Castro, A. de Vicente y M.R. Villamariz.**

R.-P. Kudritzki, F. Bresolin, M.A. Urbaneja (Inst. Astronomy, Hawai, EEUU); J. Puls (Obs. de la Univ. de Munich, Alemania); C. Evans (Royal Obs. Edinburgh, Reino Unido); D. Figer y B. Davies (RIT); P. Dufton, C. Trundle y S.J. Smartt (QUB); N. Przybilla (Univ. de Bamberg, Alemania); F. Najarro de la Parra y E. Puga (IEM); I. Negueruela, A. Marco y P. Pastor (Univ. de Alicante); I. Ribas (Univ. De Barcelona); L. Deng (NOAO, China); S. Simón Díaz (OPM-Obs. de Ginebra, Suiza); L.J. Corral Escobedo (Univ. de Guadalajara, México).

subgrupo de estos sistemas (binarias transitorias de rayos X, SXTs) se caracteriza por la presencia de erupciones recurrentes (varias décadas) durante las cuales la luminosidad aumenta típicamente un factor 10<sup>3</sup>-10<sup>6</sup> en los rangos óptico y rayos X, respectivamente. Estos sistemas ofrecen un interés especial ya que contienen los candidatos a BH más firmes conocidos vía la determinación de la función de masa de la estrella compañera. El análisis de estos residuos estelares compactos es esencial, entre otras cosas, para el conocimiento de las últimas etapas en la evolución de estrellas masivas y la estructura de la materia nuclear. Desgraciadamente, el número de BH detectado es todavía demasiado pequeño para abordar análisis estadísticos comparativos con la población de binarias con NS.

Los objetivos científicos que se persiguen son:

Expandir la muestra de BH midiendo funciones de masa en nuevas binarias transitorias. Asimismo, determinar los cocientes de masas y ángulos de inclinación para estimar las masas de las dos componentes y, por tanto, la naturaleza de los objetos compactos. Para ello se utilizan diversas técnicas espectrofotométricas en los rangos óptico e IR.

Abordar estudios estadísticos de la muestra de BH respecto a binarias con NS (ej. distribución de masas, cocientes de masa, distribución galáctica) para caracterizar las dos poblaciones de objetos compactos. Se espera obtener información que permita imponer restricciones a la ecuación de estado de la materia nuclear, por un lado, y a la edad y evolución de estos sistemas, por otro (ej.  $M_{\max}$  para NS,  $M_{\min}$  para BH, pérdida de masa de las estrellas progenitoras).

Analizar la estructura y variabilidad de los discos de acreción alrededor de los objetos compactos en diferentes bandas espectrales (óptico-rayos X). La distribución espectral durante la erupción (especialmente a altas energías) y su variación temporal es esencial para restringir los modelos de erupción y la estructura física del disco (ej. radio del disco advectivo o ADAF). Asimismo, pueden proporcionar información para desvelar la naturaleza del objeto compacto mediante el estudio del perfil de líneas de emisión (ej. 6.4 keV). En el óptico se estudiará la variación orbital de los perfiles de emisión utilizando técnicas de tomografía doppler. Esto permitirá analizar la distribución radial de emisividad de los discos y obtener restricciones al tamaño del disco, ritmo de transferencia de masa y estado evolutivo. Además, se ha abierto una nueva ventana con el descubrimiento de variabilidad óptica rápida

(mins-segs) en los discos de acreción en quietud en varios BHs y NS. Es importante ampliar la muestra de sistemas y extraer el espectro de la variabilidad para restringir posibles mecanismos de producción. Por ejemplo, el estudio de las oscilaciones quasi-periódicas (QPOs) y de las propiedades del ruido temporal permite distinguir entre diferentes modelos de discos alabeados por irradiación y extraer información privilegiada sobre las inestabilidades que se forman en los discos alrededor de objetos compactos. Por su parte, el estudio de variaciones fotométricas durante las erupciones y la quietud permite determinar parámetros fundamentales de estos sistemas binarios, esenciales para determinar las masas de las componentes: ej.  $\text{Porb}$  e inclinación mediante eclipses y efectos de irradiación, y cociente de masas a partir del período de "superhump" (batido entre el período de precesión del disco y  $\text{Porb}$ ).

Asimismo, se pretende estudiar la composición química de las estrellas compañeras y, concretamente, establecer el origen de las altas abundancias de litio y elementos-a descubiertas por el grupo. Para ello se proyecta:

- Realizar análisis de metalicidad para encontrar evidencias de la explosión de Supernova que dio origen al BH/NS. Anomalías en las abundancias nos permitirán reconstruir la historia evolutiva de las estrellas progenitoras.

- Investigar la formación de líneas de litio en los discos de acreción y en las atmósferas de las estrellas secundarias. La razón isotópica  $\text{Li7/Li6}$  es un indicador del mecanismo de aceleración de partículas que produce estos elementos en el entorno del BH o NS.

### Algunos resultados relevantes

Posible estrella de neutrones masiva en Aql X-1 (Cornelisse et al. 2007 *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.* 375 1463).

Primera detección de ecos ópticos en la estrella compañera de Sco X-1 (Muñoz-Darias et al. 2007 *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.* 379 1637).

### Evolución del Proyecto

Se ha continuado con los programas de búsqueda de agujeros negros en estos sistemas, determinación de masas, tomografía Doppler, abundancia química de las estrellas compañeras y detección de Li. Este año se han analizado los nuevos datos espectroscópicos de BW Cir con

de masa; en ocasiones, el IR permite esas mismas determinaciones, y además proporciona información sobre gradientes de velocidad en la base del viento. La detección en radio permite determinar pérdidas de masa e identificar procesos no térmicos. La comparación de la pérdida de masa obtenida a diferentes longitudes de onda puede indicar la presencia de condensaciones o grumos en el viento.

Las estrellas masivas nacen en regiones galácticas a menudo inaccesibles a nuestra vista, ocultas por el polvo presente en el plano de la Galaxia. En los últimos tiempos, gracias a observaciones IR (y otras longitudes de onda), se están descubriendo cúmulos de estrellas masivas que hasta hace poco nos eran completamente desconocidos. La búsqueda y estudio de estos cúmulos revelará importantes detalles de la formación estelar en nuestra galaxia, en particular la forma de la Función Inicial de Masas y su posible dependencia del entorno y la metalicidad, y la existencia de una masa de corte, a partir de la cual la naturaleza no formaría estrellas. Actualmente, esta masa parece situarse alrededor de las 150 masas solares, pero este dato está sin confirmar. Igualmente, los estudios IR pueden permitir acceder a las primeras fases de la vida de las estrellas masivas, cuando la evolución estelar tiene lugar todavía oculta por nube original. Particularmente interesante aquí es detectar el posible inicio del viento estelar y la naturaleza de las estrellas O Vz, un subtipo espectral con anchas líneas de H $\alpha$  4686.

Los objetivos del Proyecto son los siguientes:

- Estudiar estrellas en asociaciones OB, regiones HII y sistemas binarios.
- Estudiar los vientos de las estrellas, en particular la existencia de condensaciones y la Relación entre el Momento del Viento y la Luminosidad (WLR).
- Mejorar los modelos de atmósfera utilizados.
- Estudiar las estrellas en otras galaxias cercanas.
- Estudiar la formación de estrellas masivas en regiones oscurecidas de la Galaxia.

### Algunos resultados relevantes

Determinación de la masa del cúmulo G61.48+0.09. El cúmulo tiene una masa aproximada de 3000 masas solares.

Encontrados objetos con velocidades peculiares en NGC55, que podrían ser el resultado de fenómenos violentos en regiones de intensa formación estelar.

### Evolución del Proyecto

Durante 2007 se ha obtenido tiempo y se han realizado observaciones de estrellas masivas en M33 (WHT-AF2) e IC1613 (VLT-VIMOS). Se están reduciendo los datos y ya se tienen espectros preliminares en IC1613, que resultan muy prometedores y que permitirán hacer el primer estudio intensivo de la población estelar en esta galaxia de baja metalicidad.

Se ha rehecho la reducción y clasificación de los espectros de NGC55 (VLT-FORS2), debido a la alta contaminación por emisión nebular que presentan. De este modo se ha podido mejorar el espectro de algunas estrellas y asegurarnos en su clasificación espectral. La nueva clasificación de estrellas en NGC55 ha permitido encontrar objetos con velocidades radiales peculiares, que podrían ser el resultado de expulsiones violentas desde las regiones de intensa formación estelar, así como poner de relieve la posible existencia de un gradiente radial de abundancias hasta ahora no detectado. El trabajo ha sido enviado a *Astronomy & Astrophysics*.

En colaboración con el N. Przybilla se ha mejorado el átomo de Si para el cálculo de espectros estelares. Este año esperamos aplicarlo a espectros reales.

Se ha finalizado el trabajo en la colaboración "FLAMES Survey of Massive Stars", cuyos resultados más importantes dentro del Proyecto han sido el descubrimiento de que la rotación no es el único mecanismo responsable de la mezcla de material en estrellas masivas (enviado a *Astronomy & Astrophysics*) y la confirmación de la dependencia de los vientos de estrellas masivas con la metalicidad (aceptado para publicación en *Astronomy & Astrophysics*). En este último caso, además, se ha visto que los vientos parecen alcanzar la intensidad predicha sólo a partir de una determinada luminosidad, aspecto que será necesario comprobar.

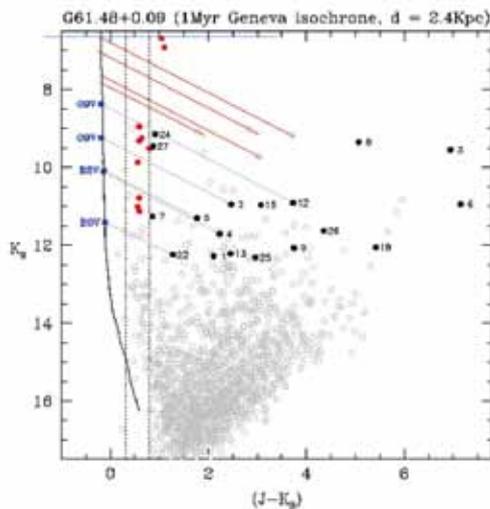
Se ha publicado el trabajo sobre ensanchamientos de líneas en estrellas O mediante el método de Fourier (Simón-Díaz y Herrero, 2007, *Astronomy & Astrophysics* 468, 1063). Se ha encontrado que, mientras que la rotación domina el ensanchamiento de las líneas espectrales en estrellas cerca de la Secuencia Principal, durante su evolución otros mecanismos de naturaleza desconocida entran en juego, pasando a dominar dicho ensanchamiento.

Se ha extendido el método de análisis automático de espectros con algoritmos genéticos al IR, en donde está ya funcionando. Mediante este método se están estudiando actualmente estrellas en regiones de reciente formación estelar, cuyos espectros obtuvimos con ISAAC el año pasado.

Dentro de nuestro Proyecto MASGOMAS

## Introducción

Las estrellas masivas son auténticos motores de la evolución de las galaxias y el universo. Nacen con al menos ocho masas solares, lo que las condena irremisiblemente a estallar como supernovas al cabo de unos pocos millones de años, tras sintetizar en su interior gran cantidad de elementos pesados que expulsarán al exterior en su mayor parte, alterándolo y modificando su composición química. Nuestro estudio se realizará preferentemente entre las que tienen más de veinte masas solares, cuyos fuertes vientos y campos de radiación inyectan a lo largo de su evolución enormes cantidades de energía mecánica y radiativa en el medio que les



*Espectros H y K obtenidos con LIRIS en configuración multiobjeto en G61.48+0.09 (izquierda). Las longitudes de onda están en micras y los números corresponden a las identificaciones de las estrellas. Derecha: diagrama color-magnitud, con isocronas y líneas de enrojecimiento, donde se ve que la estrella más temprana detectada es probablemente una O9V y el cúmulo tiene una edad inferior a 4 millones de años. Los puntos rojos corresponden a estrellas gigantes rojas, y los números indican de nuevo la identificación de las estrellas.*

Los análisis de estrellas masivas en la Vía Láctea y en galaxias cercanas, tanto dentro como fuera del Grupo Local, pueden proporcionar una gran cantidad de información acerca de la estructura y evolución de estrellas y galaxias, bajo diferentes condiciones, extrapolables a regiones más alejadas del Universo. No obstante, ello requiere en identificar las estrellas masivas como tales, lo que obliga al uso de diagramas de color-magnitud y a la obtención de espectros de baja resolución. Además, es necesario recurrir a las observaciones en distintas longitudes de onda, para lograr los datos precisos. Aunque muchos parámetros pueden obtenerse de diferentes rangos espectrales, el UV es necesario para determinar velocidades terminales del viento, el visible para temperaturas efectivas, gravedades y pérdidas

rodea, ionizándolo, calentándolo y acelerándolo. Su vida es tan breve que su mera presencia nos indica que han nacido recientemente. Son así excelentes trazadores de las propiedades del medio circundante y de la formación estelar, desde los brazos espirales de galaxias como la Vía Láctea hasta los estallidos de formación estelar intensa conocidos como *starbursts*.

Los espectros de estas estrellas contienen gran cantidad de información. Presentan un gran número de líneas de diferentes elementos químicos, como por ejemplo H, He, C, N, O, Si, Mg o Fe, y muestran fuertes signos de la pérdida de masa que constituye el viento estelar. Estos vientos posibilitan estudios espectroscópicos en galaxias lejanas permitiéndonos así obtener información esencial sobre las galaxias que las hospedan. Si hay presentes lentes gravitatorias, las líneas de los vientos estelares pueden ser usadas para obtener la composición química (metalicidad) de galaxias del Universo temprano con formación estelar activa. Por su alta luminosidad, se pueden estudiar sus espectros individuales en galaxias cercanas más allá del Grupo Local, muy especialmente con los nuevos telescopios de la clase 8 - 10 m, y por ello han sido sugeridas repetidamente como posibles patrones de distancias. Además constituyen una de las pocas fuentes de las que obtener información directa de las zonas de alta extinción como el centro de nuestra Galaxia. Recientemente han despertado el interés por la población III y se las ha propuesto como fuentes de la reionización del Universo en épocas tempranas. Su final está relacionado con algunos de los más exóticos objetos y eventos conocidos, como las estrellas de neutrones y los agujeros negros, las binarias masivas de rayos X, los rayos cósmicos o los estallidos de rayos gamma.

La determinación de sus parámetros estelares y abundancias químicas permite una comparación detallada con las predicciones de la teoría de evolución estelar, pero como contrapartida exige un detallado cálculo del espectro emergente. Este cálculo detallado se complica debido a las fuertes condiciones de NETL, esfericidad y pérdida de masa, cuyo efecto es acoplar las ecuaciones del transporte de radiación, del equilibrio estadístico y de continuidad en una geometría esférica. Además, el problema debe resolverse utilizando una descripción realista del modelo atómico. Sin embargo, si disponemos de dichos parámetros estelares y abundancias, se pueden además comparar con las determinaciones de abundancias en el medio interestelar de nuestra galaxia y galaxias vecinas, y con las predicciones de las teorías de evolución química de las galaxias.

## PRUEBAS OBSERVACIONALES DE LOS PROCESOS DE NUCLEOSÍNTESIS EN EL UNIVERSO (3I2304)

G. Israelian.

R. Rebolo y R. García López.

M. Mayor, S. Udry, A. Maeder y G. Meynet (Obs. De Ginebra, Suiza); N. Santos (Portugal); P. Bonifacio y J. González-Hernández (Obs. de Meudon, Francia), P. Molaro (Obs. de Trieste, Italia); D. Lambert (Univ. de Texas, EEUU); N. Shchukina (Obs. de Kiev, Ukraina); C. Melo, (ESO, Chile); S. Randich (Obs. de Arcetri, Italia), F. Musaev (SAO, Rusia), A. Livshits (Univ. de Moscú, Rusia); A. Ecuivillon (IAP, Francia).

### Introducción

Recientemente se han llevado a cabo varios análisis espectroscópicos de estrellas con planetas. Uno de los resultados más relevantes ha sido descubrir que las estrellas con planetas son en promedio más metálicas que las estrellas del mismo tipo espectral sin planetas conocidos (N. Santos, G. Israelian y M. Mayor 2001, *Astronomy & Astrophysics*, 373, 1019; 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 415, 1153). Existen dos hipótesis posibles para relacionar el exceso de metalicidad con la presencia de planetas. La primera es la del «autoenriquecimiento» que atribuye el origen de la sobreabundancia de metales observada en estrellas con planetas a la acreción sobre la estrella madre de grandes cantidades de material planetario rocoso, rico en metales y pobre en elementos como H y He. La hipótesis contraria es la principal y considera que el exceso de metales sea debido al alto contenido en metales de la nube protoplanetaria a partir de la cual se formó el sistema estrella-planeta.

Los elementos ligeros pueden proporcionar información valiosa sobre la mezcla, la difusión y la evolución del momento angular en estrellas con planetas, así como sobre la actividad estelar causada por la interacción con exoplanetas (N. Santos, G. Israelian, R. García López et al. 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 427, 1085; G. Israelian et al. 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 414, 601). Estudios sobre el berilio, el litio y la razón isotópica  ${}^6\text{Li}/{}^7\text{Li}$  podrían aportar pruebas para distinguir entre las diferentes teorías de formación planetaria (Sandquist et al. 2002, *Astrophysical Journal*, 572, 1012). Israelian et al. encontraron evidencias de la caída de un planeta o de material protoplanetario sobre la estrella HD82943 (2001, *Nature*, 411, 163; 2003, *Astronomy & Astrophysics*, 405, 753).

Si el "autoenriquecimiento" fuera el principal

responsable del exceso de metalicidad de las estrellas con planetas, eso implicaría una sobreabundancia relativa de elementos refractarios (Si, Mg, Ca, Ti, etc.) respecto a los volátiles (CNO, S y Zn). Se han llevado a cabo varios estudios espectroscópicos del hierro (Santos et al. 2001, *Astronomy & Astrophysics*, 373, 1019; 2003, *Astronomy & Astrophysics*, 398, 363; 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 415, 1153) y de otros elementos (Bodaghee et al 2003, *Astronomy & Astrophysics*, 404, 715; Ecuivillon, Israelian, Santos et al. 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 418, 703; 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 426, 619; 2006, *Astronomy & Astrophysics*, 445,633; 2006, *Astronomy & Astrophysics*, 449, 809; Gilli, Israelian, Ecuivillon, et al. 2006, *Astronomy & Astrophysics*, 449,723).

El análisis espectroscópico de estrellas ricas en metales también proporciona información valiosa sobre las tasas de eyección al medio interestelar de elementos químicos producidos por explosiones de supernova en los últimos 10 mil millones de años. Otro método alternativo para investigar los productos de las explosiones de supernova es el estudio de las estrellas compañeras de los sistemas binarios de rayos X.

Las estrellas compañeras en sistemas binarios de rayos X de baja masa han sobrevivido a estas explosiones de supernova y quizás han podido capturar parte del material eyectado en la explosión. Este material se mezclará en la zona de convección con el material de la estrella, de forma que las abundancias de los elementos presentes en el material eyectado se modificarían. Así pues el estudio de anomalías químicas en las atmósferas de las estrellas secundarias en estos sistemas puede darnos información sobre la nucleosíntesis y evolución estelar en estrellas masivas y sobre la complejidad de las explosiones de supernova. Este nuevo enfoque fue aplicado por vez primera por Israelian et al. (1999, *Nature* 401, 142) en el espectro de GRO J1655-40 (Nova Scorpii 1994), un sistema binario de rayos X que contiene el agujero negro cuya determinación de masa es la más precisa. El análisis mostraba abundancias de O, Mg, S, Si desde 6 hasta 10 veces mayores que las encontradas en el Sol. Estos autores lo interpretaron como evidencia de que había habido una explosión de supernova que dio lugar al agujero negro, y que la estrella compañera de baja masa no podía haber sintetizado estos elementos.

Las explosiones de supernova son responsables del progresivo enriquecimiento del Medio Interestelar por elementos pesados. Las tendencias marcadas por las abundancias relativas de diferentes elementos químicos en función de la

hemos observado fotométricamente ya 37 candidatos a cúmulos masivos en la Vía Láctea, de los 47 inicialmente seleccionados. Uno de ellos, G61.48+0.09 se ha observado espectroscópicamente. Se ha encontrado que se trata de un cúmulo de menos de 4,5 millones de años, con una masa total probable de 3.000 masas solares. Es una región que recuerda a Orión en muchas propiedades.

Dentro de la colaboración para IR hemos realizado estudios del cúmulo RSGC2, que contiene el mayor número conocido de estrellas supergigantes rojas en un solo cúmulo, lo que indicaría una masa para este cúmulo de unas 40.000 masas solares.

## **BIOASTRONOMÍA (3I2204)**

**E.L. Martín.**

**H. Bouy, N. Lodieu, L. Valdivielso, P. Montañés, E. Pallé, V. Sánchez Bejar, M.R. Zapatero Osorio, C.A. Alvarez Iglesias, M. Vázquez y R. Rebolo.**

L. di Fabrizio, A. Magazzu y A. Martínez-Fiorezcano (TNG, La Palma), D. Barrado y Navascués y E. Solano (LAEFF); G. Basri (Univ. de Berkeley, California, EEUU); J.L. Beuzit, J. Bouvier, C. Dougados, X. Delfosse, T. Forveille, F. Menard y J.L. Monin (Obs. de Grenoble, Francia); E. Caux (Toulouse, Francia), R. Campo, P. Esparza y J.A. Rodríguez Losada (Univ. de La Laguna); E. Gaidos y R. Wainscoat (Univ. de Hawai, EEUU); E. Lada y J. Tan (Univ. de Florida, EEUU); D. Britt, H. Campins, R. Deshpande, M. Montgomery, P.B. Ngoc y R. Tata (Univ. Central Florida, EEUU); P. Ehrenfreund (JPL); J. Lim (Taiwán); P. Amado, A. Castro-Tirado, A. Claret y R. Garrido (IAA, Granada); E. Guenther y A. Hatzes (Obs. de Tautenburg, Alemania); A. Ghez (UCLA, EEUU), D. Montes (UCM); C. Baffa, S. Randich (Arcetri); G. Micela, B. Stelzer (Palermo), G. Wiedemann (Hamburgo, Alemania); A. Amorim, J. Lima y A. Moitinho (Lisboa, Portugal), C. Del Burgo (Dublin, Irlanda), M. Bessell y P. Dobbie (Australia), L. Pasquini, J. Liske y A. Manescau (ESO), P. Molaro, P. Bonifacio y S. D'Odorico (Obs. de Trieste, Italia), F. Pepe, S. Udry, D. Queloz y M. Mayor (Geneva), M. Haehnelt, M. Murphy y S. Hodgkin (IoA, Reino Unido), Y. Pavlenko (Obs. de Kiev, Ucrania).

## **Introducción**

Los principales objetivos son: comprender mejor el origen del sistema solar; realizar una caracterización astrofísica de entornos extraterrestres donde se haya podido desarrollar la vida; detectar planetas extrasolares de tipo telúrico.

Estos objetivos se sitúan dentro del marco de la Bioastronomía, cuyo objetivo general es el estudio del origen de la vida en la Tierra y la búsqueda de

vida extraterrestre.

## **Algunos resultados relevantes**

Descubrimientos de excesos infrarrojos en enanas marrones y objetos de masa planetaria en el cúmulo Sigma Ori y la asociación OB Upper Sco. Estos datos indican que los objetos de muy baja masa se forman de manera similar a las estrellas y albergan discos protoplanetarios.

Descubrimientos de enanas ultrafrías de la vecindad solar con temperaturas similares a las de planetas gigantes.

Análisis espectral detallado de enanas ultrafrías y determinación de parámetros básicos como velocidad radial, abundancias químicas y temperaturas.

## **Evolución del Proyecto**

El desarrollo durante el 2007 fue el siguiente: se continuó liderando el diseño de un espectrógrafo infrarrojo echelle de muy alta resolución (R~61000) para el telescopio GTC (Proyecto NAHUAL) y se participó en el desarrollo de un precursor de espectrógrafo de muy alta dispersión (R~150000) para el telescopio VLT (Proyecto ESPRESSO, "Echelle spectrograph for precision super stable observations"). El objetivo instrumental de ESPRESSO es probar diseños de estabilidad térmica, mecánica y de calibración en longitud de onda necesarios para conseguir precisiones únicas y sin precedentes tan pequeñas como los pocos cm/s. Este conocimiento se aplicará a un instrumento llamado CODEX que será instalado en el telescopio "Extremely Large Telescope".

En el marco de los consorcios UKIDSS-LAS y CFHTLS se han buscado las enanas más frías de la vecindad solar, intentando llegar a observar la condensación de nubes de agua y la presencia del gas amoníaco. Se continuó con la identificación de enanas ultrafrías de la vecindad solar y regiones de formación estelar reciente usando las bases de datos DENIS, 2MASS, Spitzer y UKIDSS. Se realizaron estudios de la binariedad de enanas marrones para restringir los modelos evolutivos y de formación. Se estudió a nuestro propio planeta como si fuese un planeta extraterrestre para que sirva de referencia a la hora de buscar otros planetas que se le parezcan.

## Introducción

Los elementos físicos que determinan la estructura de una atmósfera estelar deben ser formulados en términos de un conjunto de ecuaciones, para proporcionar una representación matemática del sistema físico estudiado. Sucesivamente el sistema de ecuaciones tendrá que ser transformado en un algoritmo que proporcione la solución numérica del problema. Sin embargo, desde el punto de vista matemático, la modelización de las atmósferas estelares es un problema no-local y fuertemente no-lineal, así que resultan viables solamente soluciones numéricas iterativas. En el ámbito del presente Proyecto (y de otros anteriores) se ha desarrollado un procedimiento secuencial original para calcular modelos de atmósferas estelares a través de una corrección iterativa de la temperatura.

La peculiaridad del algoritmo que a continuación se discute estriba en la organización de las ecuaciones representativas de los fenómenos físicos dentro de dos macro-bloques fundamentales. En cada uno de ellos se soluciona un problema físico auto consistente, bajo la asunción que sean conocidos los valores de ciertas variables, el input del macro-bloque. Como resultado se obtienen los valores de las variables que constituyen su output. El primer macro-bloque, es decir el bloque estructural, está formado por las ecuaciones de la conservación de la masa y del momento. Estas, junto con la ecuación de estado para la materia, vertebran la estructura "hard" de la atmósfera. La ecuación de transporte radiativo (TR), conjuntamente con la ligadura de la conservación de la energía, constituye el segundo macro-bloque, que describe el contenido energético del sistema físico: macro-bloque energético. Los dos macro-bloques están acoplados, tanto física como matemáticamente, a través de la ecuación de estado. Sin embargo dicho acoplo no es muy fuerte, de manera que se puede separar el tratamiento matemático de cada bloque.

por Simonneau y Crivellari (1988, *Astrophysical Journal*, 330, 415). Empleados como input de los macro-bloques, por su naturaleza aseguran una rápida convergencia a la solución correcta del problema global.

Como consecuencia de las enormes variaciones de la opacidad del material estelar con la frecuencia, dentro de la estructura radial del sistema físico atmósfera estelar se distinguen diferentes subsistemas, es decir capas bien localizadas a diferentes profundidades geométricas. El régimen de transporte radiativo efectivo para las transiciones más opacas (el continuo de Lyman y las líneas espectrales más fuertes), y por lo tanto la contribución al espectro emergente de las correspondientes frecuencias, tienen lugar en las regiones más externas, muy por encima de las capas fotosféricas, donde se forman los otros rangos espectrales. Falta todavía un estudio sistemático de los efectos de estas transiciones sobre la estructura de una atmósfera estelar, debido a las grandes dificultades numéricas intrínsecas al cálculo de los correspondientes modelos. La descripción matemática del acoplo físico entre los distintos subsistemas, operado por el transporte radiativo, necesita un tratamiento numérico extremadamente preciso. Solamente la elección de adecuados factores de iteración puede proporcionar el útil para transportar de una región a otra la información numérica correcta, que se precisa para calcular en cada punto el balance energético con la precisión debida.

## Algunos resultados relevantes

La inclusión de transiciones extremadamente opacas en la ecuación del equilibrio radiativo:  $\int a_\nu [J_\nu - B_\nu(T)] d\nu = 0$ , que actúa como corrector de la temperatura dentro de un proceso iterativo, comporta bien conocidas dificultades numéricas. Se ha sorteado el problema con la introducción de una solución de la ecuación de transporte radiativo (TR) en la nueva incógnita  $I_\nu - S_\nu$  (la diferencia entre la intensidad específica y la correspondiente función fuente), lo que permite sacar directamente en cada paso del proceso iterativo el valor correcto de  $J_\nu - B_\nu(T)$ , la diferencia entre el valor medio del campo de radiación y la función de Planck. Gracias a esta nueva formulación de la ecuación TR, ha sido posible introducir un nuevo factor de iteración, que ha permitido mejorar substancialmente las propiedades de convergencia del método iterativo secuencial empleado.

La calidad numérica del algoritmo es comprobada por la precisión del cálculo del flujo radiativo:

82 El éxito de un tal procedimiento iterativo se debe a la forma en la que se transmite de un bloque a otro la información numérica relativa a la solución corriente de los respectivos problemas. En cada iteración los valores corrientes de las variables puede que sean muy alejados de los de la solución final; pero el cociente entre pares de variables homólogas será próxima al valor correcto, porque la división entre magnitudes homólogas elimina los errores de offset de cada una. Tales cocientes, que se mantienen casi-invariantes de una iteración a otra, son los factores de iteración introducidos

metalicidad aportan información sobre sus ritmos de formación y nucleosíntesis en diferentes tipos de supernova. La nueva generación de telescopios de clase 4 - 10 m ha mejorado drásticamente la calidad de las observaciones espectroscópicas. Mientras tanto, las herramientas computacionales permiten estudiar la formación de líneas espectrales en NLTE en átomos tan complejos como el Fe. Gracias a esos progresos se han descubierto nuevas e interesantes tendencias de las abundancias de O, S y N (Israelian et al. 1998, *Astrophysical Journal*, 507, 805; 2001, *Astrophysical Journal*, 551, 833; 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 421, 649). Además se ha demostrado, por vez primera, que los modelos de atmósfera 1D estándares de estrellas gigantes muy pobres en metales son incapaces de resolver los conflictos entre abundancias obtenidas a partir de diferentes líneas espectrales de oxígeno y magnesio (Israelian et al. 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 419, 1095). Se proyecta continuar estudios consistentes de abundancias en una selección de estrellas pobres en metales, con el objetivo de comprender por qué y cuándo los modelos 1D fallan como herramientas de síntesis espectral.

### Algunos resultados relevantes

En el año 2007 se ha ampliado el conjunto analizado de estrellas ricas en metales con y sin planetas y se han obtenido nuevos y más detallados parámetros atmosféricos y metalicidades. Se ha finalizado el primer estudio de cinemática de las estrellas con planetas. Estos nuevos resultados confirman la naturaleza particularmente rica en hierro de las estrellas con planetas.

Las abundancias observadas en XTE J1118+480 junto con sus características cinemáticas han permitido concluir que el objeto compacto se originó en una explosión de supernova. Este sistema ha sido trasladado lejos de su región de formación y actualmente se encuentra ubicado en la zona del halo Galáctico.

### Evolución del Proyecto

El grupo ya demostró que las estrellas con planetas son en promedio más ricas en metales respecto a las estrellas del mismo tipo espectral sin planetas conocidos (ver Santos, Israelian & Mayor 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 415, 1153). A lo largo de 2007, se ha ampliado el conjunto de estrellas con planetas y de comparación y se obtuvieron nuevos y mejorados parámetros atmosféricos. Además se ha finalizado el primer estudio de cinemática de las estrellas con planetas (Ecuivillon, Israelian, Pont et al. 2007, *Astronomy & Astrophysics*, 461,

171) en un amplio conjunto de estrellas con y sin planetas. También se ha llevado a cabo un estudio comparativo de los códigos automáticos ARES y DAOSPEC (Sousa, Santos, Israelian, et al. 2007, *Astronomy & Astrophysics*, 469, 783). Esos trabajos proporcionan nuevas claves para esclarecer los mecanismos que intervienen en la formación y evolución de sistemas planetarios.

Hasta la fecha se han analizado cuatro sistemas binarios de rayos X, realizando un estudio espectroscópico y de la cinemática de las estrellas secundarias. Después del estudio pionero del sistema Nova Scorpii 1994 (Israelian et al. 1999, *Nature* 401, 142) se creó un código para agilizar el proceso de cálculo de abundancias químicas y se aplicó para estudiar los espectros observados con el telescopio VLT (Paranal, Chile) de los sistemas A0620-00 (González Hernández, Rebolo, Israelian et al. 2004, *Astrophysical Journal*, 609, 988) y Cen X-4 (González Hernández, Rebolo, Israelian et al. 2005, *Astrophysical Journal*, 630, 495; González Hernández et al. 2005, *Astronomy & Astrophysics*, 435, 1185). Se ha llevado a cabo el estudio del sistema XTE J118+480 utilizando datos de Keck (González Hernández, Rebolo, Israelian 2006, *Astrophysical Journal*, 644, 49). El análisis de nuevos sistemas de ese tipo es fundamental para acotar la masa de corte de los objetos compactos en función de la masa de los progenitores.

Los estudios espectroscópicos que se han realizado en estrellas pobres en metales pertenecientes al halo galáctico han revelado que las estrellas supermasivas e hipernovas podrían ser las fuentes principales de oxígeno, magnesio y azufre en la Galaxia temprana (Israelian et al. 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 419, 1095). También se han encontrado evidencias de la presencia de nitrógeno primario (Israelian, Ecuivillon, Rebolo et al. 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 421, 649). En 2007 se han analizado las abundancias de Fe en NLTE en estrellas enanas de muy baja metalicidad (Israelian, Shchukina et al.). Estos análisis abren nuevos debates sobre la consistencia de diferentes indicadores espectroscópicos y la precisión de los parámetros atmosféricos estelares.

## PROCESOS DE TRANSPORTE EN ASTROFÍSICA (3I2205)

L. Crivellari.

E. Simonneau (CNRS – IAP, Francia), O. Cardona (INAOE, México).

# MATERIA INTERESTELAR

la diferencia entre la solución, que siempre se consigue con un número limitado de iteraciones, y el valor constante exacto del flujo (uno de los datos del problema) es típicamente del orden del 0.01%.

## Evolución del Proyecto

La revisión del proceso de corrección de la temperatura dentro del cálculo secuencial iterativo mencionado en el apartado (A-3) ha llevado a cambios importantes en la estructura de la ecuación trascendente empleada para determinar la temperatura. Con diferencia de los demás algoritmos para el cálculo de modelos, que imponen la constancia del flujo radiativo, aquí se emplea en cada paso del proceso iterativo la condición de equilibrio radiativo  $\int a_\nu J_\nu d_\nu = \int \kappa_\nu B_\nu(T) d_\nu$  como una ecuación trascendente en T para determinar en cada punto la temperatura consistente con dicha ligadura. La cantidad total de energía  $\int a_\nu J_\nu d_\nu$  que el material estelar sustrae al campo de radiación se calcula a partir de la solución de la ecuación TR. El elemento novedoso, que garantiza una rápida convergencia a la solución correcta, consiste en plantear y resolver una ecuación TR que incorpore la condición ER y resulte por lo tanto consistente con la nueva temperatura que se está buscando. Esto es posible a través de oportunos factores de iteración, calculados a partir de una solución previa de una ecuación TR, cuyos coeficientes necesariamente dependen de la temperatura de aliteración precedente. Sin embargo, por ser casi-invariantes a lo largo del

Durante 2007, K. Viironen, A. Mampaso, R. Corradi y E.R. Rodríguez Flores con la colaboración de R. Greimel realizaron una búsqueda de candidatos a nebulosas planetarias (NP) compactas y a estrellas simbióticas en el primer catálogo publicado por la colaboración IPHAS (Whitham et al. 2008; arXiv0712.0988) que contiene unas cinco mil estrellas con exceso de emisión en H- $\alpha$ . Encontraron tres nebulosas planetarias y tres estrellas simbióticas nuevas, todas confirmadas mediante espectros. Estos resultados se publicarán durante 2008. La figura muestra la más extensa de las planetarias descubiertas, una pequeña nebulosa bipolar con un anillo central inusualmente grande y brillante.

K. Viironen, A. Mampaso y R. Corradi, en colaboración con G. Delgado-Inglada y L. Magrini publicaron un artículo sobre un nuevo indicador de metalicidad y excitación para regiones HII extragalácticas. Es el llamado calibrador S2N2, el cociente de las líneas ópticas más intensas de los iones de Nitrógeno y Azufre,  $\log(\text{H-}\alpha/[\text{S II}])^{6717+6731}$  frente a  $\log(\text{H-}\alpha/[\text{N II}])^{6583}$ . Este calibrador se estudió tanto empíricamente, con 205 regiones HII de 13 galaxias del Grupo Local, como teóricamente, mediante el modelado con el código de fotoionización CLOUDY, demostrándose que es un excelente indicador que proporciona valores univaluados para la metalicidad en un amplio rango de parámetros. Una aplicación importante del calibrador S2N2 es para determinar la metalicidad de galaxias HII de alto redshift, donde las líneas de diagnóstico caen en el infrarrojo cercano. Por otro lado, en el artículo se estudió el gradiente de abundancia de Oxígeno de 76 regiones HII en la galaxia M33, obteniéndose un valor de  $-0.05 (\pm 0.01)$  dex/kpc. Es la primera vez que se dispone de una muestra tan grande de regiones HII en M33 para la determinación del gradiente.

Sobre este mismo asunto, el gradiente de abundancias de M33, A. Mampaso, R. Corradi y P. Leisy participaron en otro trabajo, esta vez liderado por L. Magrini y J.M. Vilchez, donde se analizaron los espectros ópticos de 65 regiones HII, pudiendo medirse las líneas de diagnóstico de temperatura en 14 objetos y, por tanto, determinarse con precisión sus abundancias químicas. Al unir estos resultados a los de la literatura, se pudo medir el gradiente de abundancias en una muestra de 29 regiones, obteniéndose un valor de  $-0.06 (\pm 0.01)$  dex/kpc, muy similar al obtenido con el método S2N2 antes descrito. Además, en el artículo se demuestra que el

## NEBULOSAS BIPOLARES (P13/86)

**A. Mampaso.**  
**R. Corradi, K. Viironen, P. Leisy y L. Sabin.**

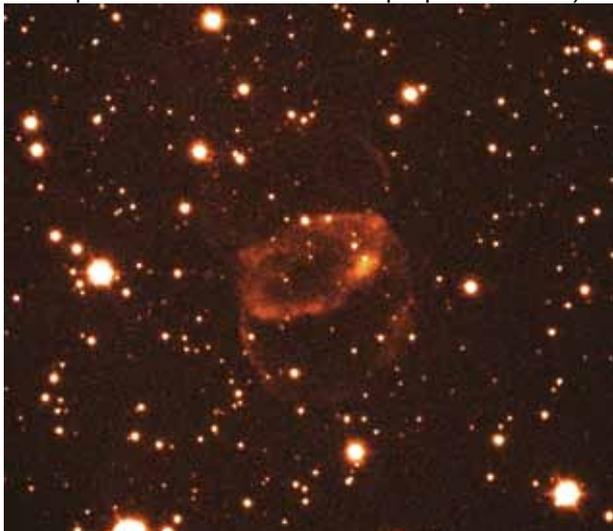
D.R. Gonçalves (IAG, Brasil); E.R. Rodríguez Flores (IGA, Cuba); L. Sabin (Univ. de Manchester, Reino Unido); S. Navarro (Univ. de Guadalajara, México); L. Cuesta (CAB, Madrid); V. Lorenzi (Inst. del Telescopio Nacional Galileo, Italia); L. Magrini (Univ. de Florencia, Italia); J. Drew (ICST, Londres, Reino Unido); R. Greimel (Univ. de Graz, Austria) y la colaboración IPHAS; J.M. Vílchez (IAA, Granada); J. Mikolajewska (Copernicus Centre, Polonia), M. Rodríguez, E. Recillas y G. Delgado (INAOE, México), T. Liimets, (Obs. de Tartu, Estonia).

### Introducción

Se persiguen tres objetivos principales:

Determinar las condiciones físico-químicas de las nebulosas planetarias con geometría bipolar y de las nebulosas alrededor de estrellas simbióticas, para entender el origen de la bipolaridad y proponer modelos teóricos que expliquen la morfología y cinemática observadas.

Estudiar las microestructuras de baja excitación en las nebulosas planetarias, su origen (en relación con el proceso de formación de la propia nebulosa)



*Imagen en la línea [NII] 6583A de la nueva nebulosa planetaria descubierta por el Survey IPHAS. Su tamaño es aproximadamente un minuto de arco; el N está arriba y el E a la derecha. Telescopio NOT del ORM.*

y sus propiedades físico-químicas y de interacción con el gas nebuloso.

Descubrir y estudiar nuevas nebulosas planetarias galácticas (mediante el cartografiado IPHAS) y extragalácticas (con el proyecto "Local Group Census") analizando sus propiedades físico-químicas e investigando los gradientes de composición química a lo largo de la galaxia.

### Algunos resultados relevantes

Se ha medido el gradiente de abundancia de Oxígeno en la galaxia M33 con muestras relativamente grandes de regiones HII y usando dos métodos diferentes: primero, mediante el calibrador S2N2 aplicado a 76 regiones HII, y segundo, mediante el método empírico, usando la temperatura electrónica medida a partir de las líneas de [OIII] en 14 regiones HII (más otras 15 de la literatura). Ambos métodos indican un gradiente de  $-0.06 (\pm 0.01)$  dex/kpc.

Se han descubierto tres nuevas nebulosas planetarias y tres estrellas simbióticas en el primer catálogo de estrellas con emisión en H-alfa publicado por la colaboración IPHAS.

### Evolución del Proyecto

Durante 2007 nuestro grupo participó muy activamente en el survey IPHAS (Isaac Newton Telescope Photometric H-alpha Survey; más información en la página Web del Proyecto: <http://www.iphas.org>). Este Proyecto, en el que participan 15 instituciones sobre todo del Reino Unido, España y los Países Bajos, está realizando un mapa en los filtros H-alfa, R e I de una banda de 10 grados alrededor del plano galáctico. Es el primer mapa totalmente fotométrico, el más profundo (típicamente 7 magnitudes mejor) y el de mejor resolución (1 segundo de arco) de los cartografiados del plano galáctico existentes. El Proyecto comenzó en 2003 y está prácticamente terminado, con más del 95% del plano ya observado. El grupo del IAC e ING (La Palma) lidera el estudio de las nebulosas ionizadas (compactas y extensas, incluyendo a las regiones HII y a las nebulosas planetarias) y el de las estrellas binarias tipo simbióticas que se descubran en el Proyecto. Durante 2008 elaboraremos un catálogo con las nuevas nebulosas planetarias descubiertas. Hasta la fecha se han estudiado espectroscópicamente unos 150 candidatos, confirmando más de sesenta nuevas nebulosas planetarias.

colimadas en nebulosas de distintos tipos.

Estudio de la estructura física y contenido estelar de las regiones HII ultracompactas y supercúmulos estelares embebidos.

### Algunos resultados relevantes

Como parte de su trabajo de tesis doctoral, A. Mesa Delgado, junto con C. Esteban y J. García Rojas, publicará los resultados de un trabajo basado en espectroscopia profunda de rendija larga en varias zonas de la Nebulosa de Orión. Se ha estudiado la distribución espacial de una gran cantidad de propiedades nebulares, incluyendo intensidades de líneas, condiciones físicas y abundancias químicas, con una resolución espacial de  $1'' \times 1''$ . La primera vez que se realiza un estudio similar tan completo y profundo en una región HII. Es de destacar que se ha realizado la comparación entre la abundancia de  $O^{++}$  obtenida a partir de líneas de recombinación y de excitación colisional en 671 espectros unidimensionales cubriendo distintas zonas morfológicas. Se ha encontrado que los discos protoplanetarios (*proplyds*) muestran picos prominentes en  $T_e([NII])$ , producidos posiblemente por desexcitación colisional debido a las altas densidades que muestran estos objetos. Los objetos Herbig-Haro de la nebulosa también muestran picos en  $T_e([NII])$ , aunque no tan acusados, y producidos, posiblemente, por calentamiento local debido a la alta velocidad de los flujos de gas que los originan. También se encuentra que la distribución espacial de las líneas de OII y [OIII] son muy similares, al contrario de lo que se observa en nebulosas planetarias. Los datos indican la existencia de un gradiente radial negativo en la distribución de los distintos indicadores de temperatura electrónica cuando según nos alejamos de la estrella central ionizante  $\theta^1$  Ori C. El factor de discrepancia de abundancias (ADF, diferencia entre la abundancia de  $O^{++}$  obtenida a partir de líneas de recombinación y de excitación colisional) permanece bastante constante a lo largo de todas las posiciones de rendija observadas excepto en algunas zonas muy localizadas de la nebulosa, como los objetos Herbig-Haro más conspicuos. También aparece un ligero incremento del ADF en las zonas cercanas (a menos de  $40''$ ) de la estrella  $\theta^1$  Ori C y, en general, parece incrementarse ligeramente con la temperatura electrónica. Finalmente, se ha estimado el valor de la fluctuación cuadrática media de la temperatura electrónica, el denominado parámetro  $t^2$ , encontrándose que, de existir, tales fluctuaciones deberían ser menores que el elemento de resolución espacial.

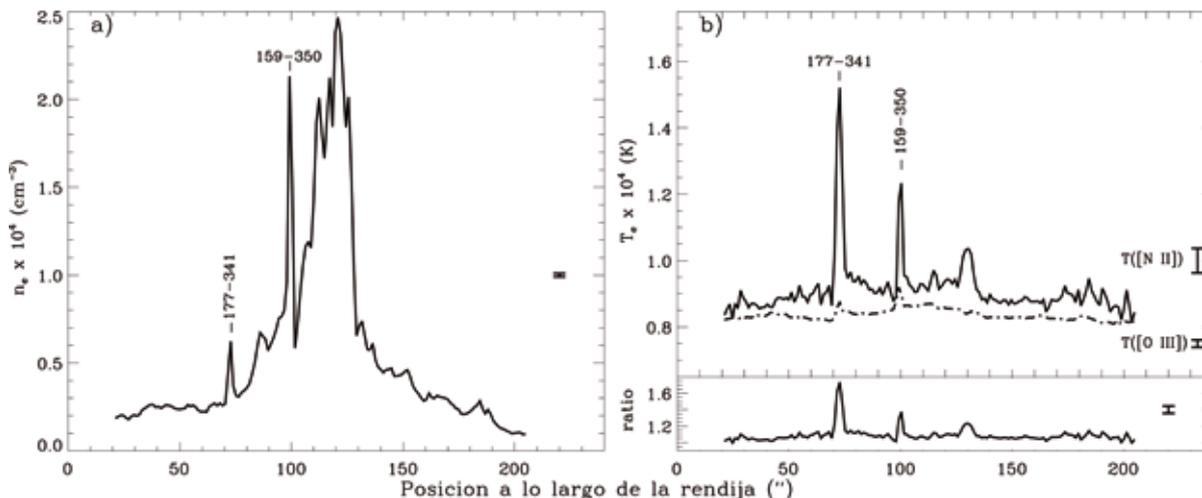
### Evolución del Proyecto

L. López Martín, A. Mesa Delgado, C. Esteban y J. García Rojas han trabajado en la reducción y análisis de datos de espectroscopia bidimensional de zonas escogidas de la Nebulosa de Orión y de NGC7635 obtenidos con el espectrógrafo OASIS en telescopio WHT, encontrando que el instrumento no ha proporcionado los resultados esperados debido a su acusada baja sensibilidad a longitudes de onda azules. Por otra parte, en octubre, se observó la Nebulosa de Orión con el espectrógrafo bidimensional PMAS en el telescopio de 3.5 m de Calar Alto, obteniéndose, en este caso, datos de muy alta calidad en dos áreas cubriendo los *bowshocks* de los objetos Herbig-Haro: HH 202 y HH 204. L. López Martín y A. Mesa Delgado han llevado a cabo la reducción de los datos y un análisis preliminar que ha permitido obtener mapas de condiciones físicas y de las abundancias químicas en los dos objetos Herbig-Haro, especialmente en HH 202. Como dato relevante, indicar que, para HH202, la calidad y profundidad de los espectros ha permitido determinar la abundancia de  $O^{++}$  a partir de líneas de recombinación y excitación colisional y, por lo tanto, obtener un mapa bidimensional de la discrepancia de abundancias de  $O^{++}$  (DA, diferencia entre la abundancia obtenida con líneas de recombinación y colisional) así como de la temperatura electrónica a partir de la discontinuidad de Balmer. Durante 2007, A. Mesa Delgado ha analizado un espectro muy profundo del ápex de HH 202 obtenido con el espectrógrafo echelle del VLT (que ya fue reducido por J. García Rojas), pudiendo resolver perfectamente las líneas de emisión de la componente del gas nebuloso de fondo de la nebulosa y la del flujo de gas asociado a HH 202, encontrando fuertes diferencias y pudiendo determinar la DA de  $O^{++}$  para cada componente cinemática debido a que las líneas de recombinación de OII se detectan perfectamente en ambas. Los resultados preliminares obtenidos a partir de los datos PMAS y VLT de HH 202 fueron presentados en un póster a un congreso en diciembre. En este proyecto también colabora V. Luridiana.

En julio, A. Mesa Delgado, C. Esteban y J. García Rojas obtuvieron espectros de rendija larga con el espectrógrafo ISIS (telescopio WHT del ORM) en dos posiciones de la región HII galáctica M8. Con estos datos se ha podido medir las líneas de recombinación de OII y, por lo tanto, obtener perfiles de distribución espacial de las condiciones físicas, abundancias químicas y la DA a lo largo de distintas zonas morfológicas de la nebulosa. Este trabajo permitirá realizar un trabajo análogo al ya finalizado sobre la Nebulosa de Orión. Los datos ya han sido reducidos y se encuentran pendientes de analizar.

gradiente presenta dos pendientes diferenciadas, una más abrupta en el interior de la galaxia (hasta unos 3 kpc del centro) y otra más aplanada más allá de ese valor. Este hecho favorece un modelo de formación lenta del disco de M33, con caída continua de material intergaláctico ("infall") que se

Bik (ESO, Garching, Alemania), B. Brandl (Obs. de Leiden, Países Bajos); F. Bresolin (IfA, Hawai, EEUU); K. Exter (STScI, EEUU); J. Hibbard (NRAO, EEUU); C. Kehrig, J.M. Vilchez y V. Luridiana (IAA, Granada); B. Koribalski y A.R. López Sánchez (ATNF, Australia); E. Peeters (Univ. Londres,



*Perfil espacial de la densidad electrónica (a) y de las temperaturas electrónicas determinadas a partir de las líneas de [NII] y [OIII] (b) en una posición de rendija que pasa por dos discos protoplanetarios (proplyds núm. 159-350 y 177-341) y la zona central de la Nebulosa de Orión. Se puede observar claramente la gran variación que experimenta la densidad (casi un orden de magnitud) a lo largo de la rendija y los picos de  $T_e([NII])$  asociados a los proplyds, que no muestran el mismo comportamiento en  $T_e([OIII])$  (en el panel inferior de la gráfica derecha se puede ver el cociente de ambas temperaturas).*

prolonga hasta el presente.

P. Leisy y R. Corradi, en un trabajo liderado por D. Gonçalves y L. Magrini, analizaron en 2007 la química de la galaxia enana esferoidal NGC 147 (una compañera de M31) usando datos espectroscópicos de seis nebulosas planetarias tomados con el telescopio Gemini. Los resultados más importantes son: que no ha habido enriquecimiento químico en esta galaxia durante los últimos miles de millones de años, ya que las abundancias de las nebulosas planetarias y de las regiones HII son casi iguales, y que las galaxias enanas esferoidales no provienen de galaxias similares a las enanas irregulares que vemos hoy en día, ya que la diferencia de metalicidades que muestran ya está presente en sus poblaciones más viejas.

## REGIONES HII EXTRAGALÁCTICAS (P14/86)

**C. Esteban.**

**A. Herrero Davó, L. López Martín, N. L. Martín Hernández y A. Mesa Delgado.**

E. Benítez, L. Carigi, J. García Rojas, C. Morisset, A. Peimbert y M. Peimbert (IA-UNAM, México); A.

Canadá); E. Puga (Univ. de Lovaina, Bélgica); S. Rappaport (MIT, EEUU); M. Rodríguez (INAOE, México); S. Simón Díaz y D. Schaerer (Obs. de Ginebra, Suiza); G. Stasinska (Obs. de Meudon, Francia); A.G.G.M. Tielens (NASA Ames Research Center, EEUU).

## Introducción

El presente Proyecto se encuadra dentro del marco general del estudio de la interacción de las estrellas con el medio interestelar, tanto desde el punto de vista radiativo, como químico y cinemático.

Los objetivos específicos principales son:

Detección y estudio de líneas de recombinación de elementos pesados en regiones HII galácticas y extragalácticas, con especial hincapié en la estimación de las fluctuaciones de temperatura electrónica del gas ionizado y su efecto sobre las abundancias químicas.

Estructura e historia de la formación estelar en galaxias HII. El estudio del efecto de los vientos galácticos y el papel de las interacciones entre y con objetos enanos.

Estudio de la cinemática del gas y de eyecciones

En 2007, N.L. Martín Hernández se ha incorporado a un gran proyecto dedicado al estudio de la formación y la evolución temprana de estrellas masivas. A. Bik es el investigador principal de este nuevo proyecto que aglutina a alrededor de 30 investigadores de distintos países. Se pretende explotar la instrumentación infrarroja de campo integral disponible en la ESO para estudiar en profundidad las propiedades físicas de la población estelar masiva de las regiones de formación estelar muy oscuras así como del gas y polvo de su entorno.

A.R. López Sánchez en colaboración con C. Esteban y B. Koribalski han realizado observaciones con el radio-interferómetro ATCA (Narrabri, Australia), en frecuencias del hidrógeno neutro (21 cm) y radio-continuo a 20 y 13 cm del grupo de galaxias Klemola 13, que incluye la galaxia *starburst* Tol 9, así como de las galaxias enanas compactas azules Tol 30 y NGC5253. En la galaxia Tol 9 se encuentra un claro patrón de rotación en HI además de una larga cola de marea producto de la interacción con otras galaxias del grupo Klemola 13. En NGC5253 se encuentra un halo muy extenso en HI y una cinemática extraña que sugiere los efectos de una posible interacción con la galaxia espiral cercana M83. A.R. López Sánchez, L. López Martín y C. Esteban obtuvieron datos espectroscópicos bidimensionales con PMAS de la galaxia enana irregular IC 10 en octubre de 2007 que ya han sido reducidos. También se obtuvieron imágenes en el óptico de algunas galaxias Wolf-Rayet (UM 448, Mkn 930 y UM 159) en tiempo de servicio con el telescopio NOT.

Durante 2007 A.R. López Sánchez y C. Esteban han finalizado la redacción de un extenso trabajo que recopila los resultados de la tesis de López Sánchez referentes a la fotometría en filtros anchos (óptica e infrarroja) así como en filtros estrechos ( $H\alpha$  y continuo adyacente) de 20 galaxias Wolf-Rayet. En este trabajo se analiza la morfología y el entorno de cada sistema y se cuantifican sus propiedades fotométricas. Todos los datos fotométricos se han corregido por extinción y emisión nebular a partir de la espectroscopia obtenida también por nuestro grupo y que se presentará en otro artículo posterior. Se determinan las edades, el contenido estelar masivo, la masa de gas ionizado y la tasa de formación estelar en cada galaxia. Se encuentra que un porcentaje muy alto (alrededor de un 75%) de las galaxias muestran evidencias de interacción o *merging* con otros objetos.

S. Simón Díaz en colaboración con C. Esteban, J.

García Rojas y A.R. López Sánchez, han llevado a cabo la reducción (así como parte del análisis) de espectros de rendija larga obtenidos con los telescopios INT, NOT y WHT de regiones HII galácticas con geometría aparentemente sencilla e ionizadas por una única estrella de tipo espectral O. La finalidad de estas observaciones es obtener restricciones nebulares a los flujos ionizantes que predicen los modelos de atmósfera estelar. Varios resultados preliminares fueron presentados en un póster a un congreso en diciembre. Este trabajo cuenta además con la colaboración de C. Morisset y G. Stasinska.

## ESTUDIO FÍSICO DE NEBULOSAS PLANETARIAS (P15/86)

**A. Manchado.**  
**S. Iglesias Groth.**

E. Villaver (STScI, EEUU); P. García Lario, (ESAC, Madrid), M. Guerrero (IAA, Granada); L. Stanghellini (NOAO, EEUU); G. García-Segura (UNAM, México).

### Introducción

En este Proyecto se estudian las últimas fases de la evolución de las estrellas de masa intermedia  $M < 10 M_{\odot}$ . En particular las fases entre las estrellas AGB (Asymptotic Giant Branch) y Nebulosas Planetarias (NPs). Se persigue el estudio de los mecanismos de pérdida de masa y como éstos afectan a la morfología y cinemática de las NPs. En concreto como afectan los campos magnéticos, rotación estelar y sistemas binarios a la pérdida de masa, y por tanto en la morfología de las NPs. Asimismo, se pretende estudiar la evolución química de las envolturas tanto del material molecular como del gas ionizado y su relación con los procesos de pérdida de masa.

En particular el estudio de las NPs con capas múltiples permite investigar con mayor detalle la pérdida de masa en las últimas fases de la etapa AGB. Mediante simulaciones numéricas se puede estudiar la evolución dinámica de la pérdida de masa.

Por otro lado el estudio de la química en las estrellas AGB nos permitirá segregar los rangos de masas que dan lugar a diferentes morfologías. El estudio de las absorciones de tipo DIBs en estrellas post-AGB nos permitirá inferir la presencia de moléculas orgánicas complejas. Para ello se estudiará dichas moléculas orgánicas complejas (PAHs y fulleneros)

Durante 2007, J. García Rojas, ex-estudiante de doctorado del proyecto que presentó su tesis doctoral en diciembre de 2006, obtuvo un contrato postdoctoral en el IA-UNAM, México. Hasta el mes de julio García Rojas colaboró activamente en los trabajos del grupo y fue invitado a presentar los resultados de su tesis doctoral en sendas contribuciones orales en dos congresos internacionales: «Metals 2007. Metallicity Calibrations for Gaseous Nebulae» celebrado en Hawai (EEUU) en enero de 2007 y en "Deep Spectroscopy and Modelling of Emission Line Nebulae", celebrado en Pekín (China) en abril de 2007, donde presentó también los últimos resultados del grupo.

C. Esteban ha finalizado la reducción de los datos obtenidos en dos periodos de observación en el telescopio 10 m Keck I dedicados a observar líneas de recombinación de elementos pesados en regiones HII gigantes en galaxias espirales e irregulares cercanas y galaxias HII, utilizando el espectrógrafo echelle HIRES. Actualmente se ha comenzado el proceso de análisis. Los objetivos son explorar el problema de la DA en regiones HII gigantes y su dependencia con los parámetros estructurales, contenido estelar, cinemática y metalicidad de las regiones. Otro objetivo importante es la determinación del cociente C/H a partir de la línea CII 4267 Å en objetos de diferente metalicidad. Este estudio se está realizando con la colaboración de F. Bresolin, J. García-Rojas y M. Peimbert. Dentro de este Proyecto se han obtenido dos noches oscuras de observación con el espectrógrafo echelle UVES del VLT de Cerro Paranal (ESO).

L. López Martín, en colaboración con J.M. Vílchez y C. Kehrig, ha comenzado el análisis de la metalicidad en galaxias enanas utilizando datos de espectroscopia bidimensional. Por otra parte, López Martín también se encuentra colaborando con K. Exter y S. Rappaport en la identificación y caracterización de contrapartes ópticas de fuentes ultraluminosas en rayos X (ULXs). En ambos proyectos se utilizan datos obtenidos con INTEGRAL en el telescopio WHT del ORM. Finalmente, López Martín trabajó con E. Benítez, A. Franco-Balderas e I. Cruz-González en el estudio de imágenes profundas en la banda R de galaxias Seyfert de tipo intermedio con el objetivo de determinar las masas de los agujeros negros centrales. Estas determinaciones se compararán con las obtenidas a través de estudios cinemáticos.

N.L. Martín Hernández, C. Esteban y A. Mesa-Delgado han finalizado un estudio espectroscópico en el óptico e infrarrojo cercano de la región HII compacta M1-78. Los datos se obtuvieron en el telescopio WHT con los espectrógrafos ISIS y LIRIS

(los datos ópticos se obtuvieron en julio de 2007). Los resultados muestran que el objeto contiene al menos dos estrellas ionizantes muy enrojecidas. La nebulosa muestra variaciones en sus condiciones físicas y abundancias químicas. En la parte norte se observa una sobreabundancia de nitrógeno (y quizás de helio) asociado con una deficiencia de oxígeno, un patrón de enriquecimiento típico de las nebulosas contaminadas por material expulsado (*ejecta*) por estrellas masivas evolucionadas como Wolf-Rayet o Luminosas Variables Azules. Los resultados obtenidos muestran que M1-78 debe ser clasificado como la combinación de región HII compacta y una nebulosa de tipo *ejecta*. Los resultados de este trabajo han dado lugar a un artículo aceptado a la revista *Astronomy & Astrophysics* que se publicará en 2008. En este trabajo han colaborado E. Puga y A. Bik. Dentro de esta misma colaboración se está trabajando en el análisis de los datos espectroscópicos LIRIS de otras 7 regiones HII compactas con el fin de estudiar las características de su contenido estelar así como las condiciones físicas de la nebulosa asociada. El objeto más interesante de este grupo es IRAS 19410+2336, un objeto joven masivo asociado a un gran número de chorros bipolares y una fuerte emisión de H<sub>2</sub>. Se está finalizando un artículo sobre este objeto.

N.L. Martín Hernández, en colaboración con E. Peeters y A.G.G.M. Tielens, ha llevado a cabo el análisis de datos obtenidos con el espectrógrafo infrarrojo TIMM12 del telescopio de 3.6 m de ESO sobre varias regiones HII de las Nubes de Magallanes. El artículo producto de esta investigación está muy avanzado. Fruto de la colaboración con estos mismos investigadores, se está llevando a cabo el estudio de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) en objetos de formación estelar y estrellas jóvenes. En agosto de 2007 se dispuso de una noche de observación con el espectrógrafo infrarrojo (banda N) VISIR, en el telescopio VLT, para dicho Proyecto.

En colaboración con D. Schaerer y B. Brandl, N.L. Martín Hernández está analizando imágenes de filtro estrecho y espectros de baja resolución en el infrarrojo medio obtenidos con VISIR (VLT) de la galaxia *starburst* NGC7552. Comparaciones con imágenes obtenidas en el óptico, infrarrojo cercano y radio están siendo de gran utilidad para acotar las propiedades físicas de la zona central de esta galaxia donde se ha encontrado un gran número de supercúmulos estelares. Actualmente se están analizando las propiedades de estos cúmulos en términos de masa, luminosidad, edad, etc. con la idea de entender mejor los mecanismos de formación estelar y procesos de *feedback* de este tipo de galaxias. Se espera publicar los primeros resultados de este estudio a principios de 2008.

en condiciones de laboratorio similares a las del medio interestelar.

Dado que las estrellas centrales de las NPs son muy luminosas nos permiten estudiar la población "intercluster" en los cúmulos de galaxias.

## Algunos resultados relevantes

Se ha descubierto el catión del naftaleno en la dirección de la estrella que está inmersa en la zona de mayor emisión anómala en Perseo.

## Evolución del Proyecto

Se estudiaron las anomalías isotópicas observadas en los granos pre-solares encontrados en meteoritos primitivos (condritas carbonáceas), así como las inclusiones refractarias de calcio y aluminio (denominadas CAIs) del meteorito Allende. Se analizaron las posibles contribuciones a los altos valores de abundancias de radioisótopos (ej.  $^{87}\text{Rb}$ ,  $^{26}\text{Al}$ ,  $^{60}\text{Fe}$ , etc.); en especial la contribución de estrellas AGB masivas a la nube pre-solar.

Se ha trabajado en el análisis de abundancias isotópicas de C, N, y O en estrellas de carbono deficientes en hidrógeno. Además, se han obtenido 13 horas adicionales de observación para el año 2008 en el telescopio Gemini South con el espectrografo infrarrojo PHOENIX.

Se ha continuado con el estudio de la emisión anómala de microondas y las bandas difusas en el medio interestelar de Perseo. Para ello se ha realizado un profundo estudio de los datos tomados en noviembre de 2006 en el telescopio TNG. Como resultado de este trabajo se ha detectado la presencia del catión del Naftaleno en la zona de emisión anómala. Este resultado se ha confirmado tras complementarse los datos con las observaciones realizadas en el Obs. Mac Donald en Texas, EEUU.

Igualmente se está desarrollando un estudio sobre las bandas difusas en el complejo molecular de Perseo y la presencia de fullerenos en dicha región.

Se han iniciados los contactos con los Laboratorios Actinium Research dirigido por F. Cataldo para

- Variaciones temporales del campo magnético, a escalas de tiempo desde varios segundos hasta varios minutos, en elementos magnéticos de pequeña escala espacial y manchas solares.

- Influencia del campo magnético en las propiedades de los fenómenos convectivos granulares y en la estratificación de los diversos parámetros atmosféricos.

- Señales magnéticas débiles (campos débiles fuera de la red fotosférica, polarización producida por fenómenos de dispersión, depolarización por efecto Hanle).

- Estructura del campo magnético de las manchas solares.

- Estructura del campo magnético en las capas atmosféricas altas (cromosfera y corona).

- Propagación de ondas magnetohidrodinámicas en el seno de estructuras magnéticas.

La finalidad última de estos estudios es avanzar en el conocimiento de los siguientes aspectos:

- Estabilidad de las estructuras magnéticas.

- Mecanismos de transmisión de energía en estructuras magnéticas y su relación con el calentamiento de las capas medio-altas fotosféricas y de la cromosfera.

- Interacción entre los movimientos convectivos solares y el campo magnético.

- Propiedades de las señales de polarización débiles.

## Algunos resultados relevantes

Se ha analizado la estructura del vector campo magnético en regiones solares muy tranquilas en busca de arcos de pequeña escala. Para ello, se han realizado medidas de varias regiones en calma situadas en el centro del disco solar en la región espectral de  $1.56 \mu\text{m}$ , donde hay líneas espectrales de una gran sensibilidad magnética. Como resultado del análisis, se han encontrado que existen muchos elementos de polaridad opuesta que están conectados por arcos magnéticos profundos (fotosféricos) cuya longitud es de unos 2-6" (Ver Fig. 1 para ej.). Estos arcos conectan al menos 10-20% del flujo magnético detectado en estas regiones.

## ESPECTROPOLARIMETRÍA SOLAR (P2/99)

M. Collados.

C. Beck, T. Felipe, V. Martínez Pillet, E. Khomenko, I. Rodríguez Hidalgo y B. Ruiz Cobo.

L.R. Bellot Rubio y J.C. del Toro Iniesta (IAA, Granada); A. Lagg y S. Solanki (MPS, Alemania); B.W. Lites, H. Socas Navarro y R. Centeno (HAO, EEUU); R. Rezaei y R. Schlichenmaier (KIS, Alemania); T. Shimizu (JAXA, Japón); A. Vogler (Univ. de Utrecht, Países Bajos), M.J. Martínez González (Obs. de Paris-Meudon, Francia), A. Kosovochev (Univ. de Stanford, EEUU).

### Introducción

La finalidad de este Proyecto es estudiar diversas manifestaciones del campo magnético que se pueden observar en la atmósfera solar. Estas incluyen estructuras tan diversas como las manchas solares, los campos débiles presentes en el «Sol en calma» o estructuras cromosféricas y coronales como los filamentos y las protuberancias. Así, se han ido abordando gradualmente los siguientes temas de investigación:

- Aparición, evolución y desaparición del campo magnético en fáculas y red fotosférica.

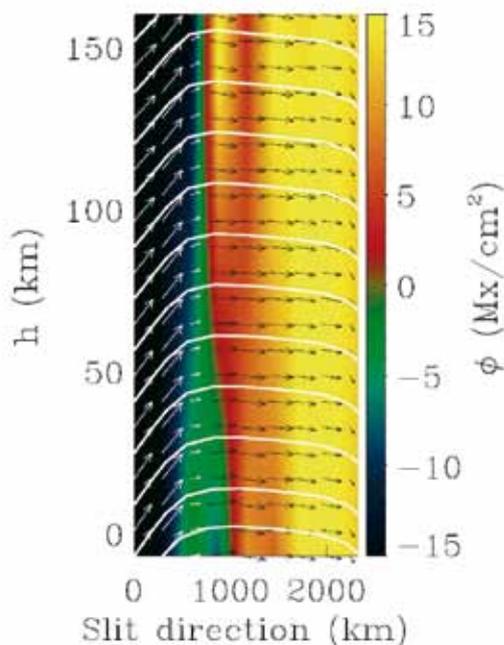


Figura 1: Líneas de campo magnético calculadas para uno de los arcos analizados.

Se ha derivado un modelo 3-D de mancha solar (ver Fig. 2) a partir de observaciones espectropolarimétricas tomadas simultáneamente en líneas espectrales infrarrojas ( $1.56 \mu\text{m}$ ) y visibles (630 nm). Los espectros fueron analizados con dos componentes magnéticas independientes. Para generar el modelo 3-D, se integró en la dirección radial la inclinación del campo magnético respecto a la normal. Los resultados muestran que la componente más vertical da lugar a una penumbra gruesa cuya profundidad es de unos pocos megámetros, mientras que la componente más horizontal produce arcos que continúan de forma casi horizontal a lo largo de la mancha y se inclinan hacia el interior cerca del límite externo de la mancha.

Este modelo de canales de flujo horizontales con un campo estático de fondo está de acuerdo con el modelo teórico de Schlichenmaier et al. (1998). La evolución temporal observada en imágenes de intensidad y las características de los canales de flujo sugieren que la convección de intercambio generada por estos tubos ascendentes en una penumbra gruesa puede representar un mecanismo posible para mantener el equilibrio energético penumbral, a pesar de recientes trabajos que lo descartan como opción.

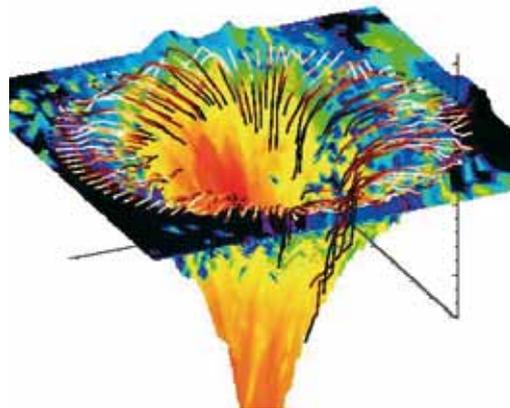
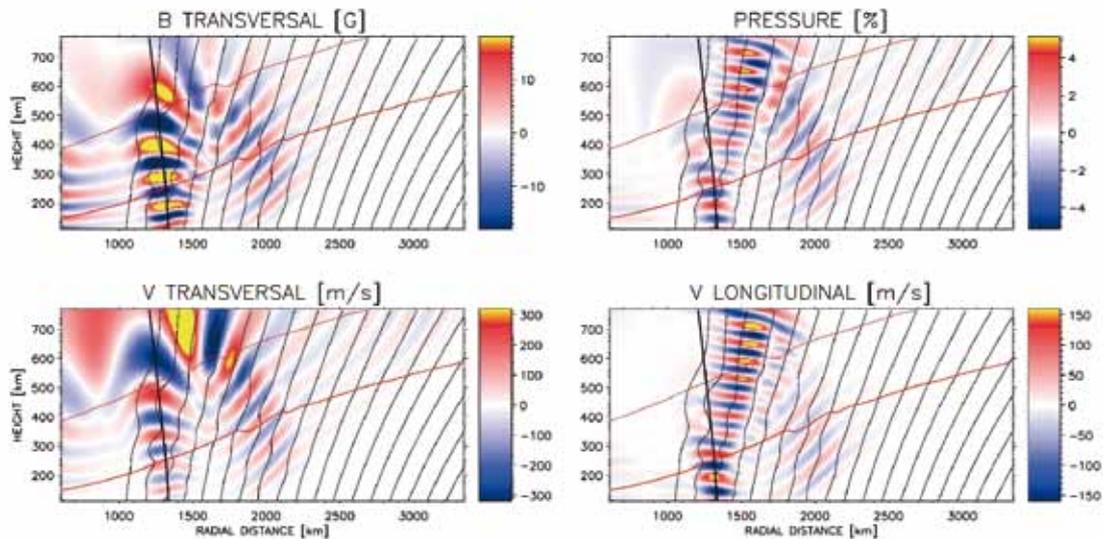


Figura 2: Modelo 3-D de mancha solar en el que se muestran los canales de flujo penumbrales.

E. Khomenko recibió el premio JOSO 2007 a jóvenes físicos solares, por su artículo "Numerical modeling of Magnetohydrodynamic Wave Propagation and Refraction in Sunspots", aparecido en *Astrophysical Journal* en 2006. En este trabajo, investigó por separado los diferentes procesos que afectan a la dirección de propagación de las ondas, así como las transformaciones de modos que ocurren para distintos mecanismos de excitación (Ver Fig. 3). Los cálculos demuestran que sólo una parte de la energía del excitador puede alcanzar la alta

cromosfera. Al menos para ondas con periodos cortos, el modo lento (acústico) debe ser excitado directamente para hacer eficiente el transporte de energía.

*Figura 3: Variaciones de la velocidad, campo magnético y presión para una simulación con una excitación periódica de 10 s. Se puede ver claramente la refracción y propagación hacia las capas altas de los diferentes modos MHD.*



NCs: su tamaño, movimiento propio, asimetrías en área de los perfiles de polarización circular y su intensidad en el continuo. Entre los resultados encontrados se puede citar que la NCs aparecen en el centro de la penumbra y se propagan hacia fuera a lo largo de filamentos que tienen señales grandes de polarización lineal y flujo Evershed intenso. Su frecuencia de aparición varía entre 15 y 40 minutos en diferentes filamentos. Tienen las mayores velocidades Doppler y relaciones de polarización lineal a circular de toda la penumbra. Además, las líneas espectrales formadas en zonas más profundas muestran mayores velocidades Doppler, al igual que el efecto Evershed normal. De acuerdo con el análisis de las observaciones realizadas, las ECs se pueden clasificar en dos grupos: ECs de tipo I, que desaparecen en la penumbra externa, y ECs de tipo II que atraviesan el borde externo penumbral y se adentran en la fotosfera que circunda la mancha. La mayor parte de las NCs observadas son de tipo I. Por término medio, las NCs de tipo II pueden detectarse fuera de la mancha como estructuras características por su velocidad sólo durante 14 minutos. Sus movimientos propios se reducen drásticamente una vez salen de la penumbra.

sólo se observan en aquellas direcciones que coinciden con la de los filamentos penumbrales. Estos resultados sugieren una relación entre el flujo existente en la "moat" y el flujo Evershed, del cual es bien conocido que está alineado con los filamentos.

Se ha investigado, asimismo, la dependencia del brillo de manchas solares con el ciclo solar y con el tamaño de la mancha. Para ello, se han analizado más de 160 manchas observadas en el continuo por el instrumento MDI del satélite SoHO. Estas observaciones cubren una gran parte del ciclo solar 23. La ventaja de este conjunto de datos, frente al utilizado en trabajos anteriores, es su homogeneidad, ya que están libres de cualquier influencia atmosférica. Como paso previo a los resultados, se realizó una determinación cuidadosa del nivel de luz difusa del instrumento. Esto fue posible gracias al tránsito de Mercurio por delante del Sol, el 7 de mayo de 2003. Del estudio se concluye que no se observa ninguna variación significativa del brillo de la umbra (ni de su zona más oscura ni de su valor promedio) ni de la penumbra con el ciclo solar. Este resultado contradice los encontrados en trabajos publicados anteriormente. Sí se encuentra, sin embargo, una fuerte dependencia del brillo umbral con el tamaño de la mancha. La penumbra sólo muestra una ligera correlación. Esta relación brillo-tamaño tiene importantes implicaciones, por ejemplo, en el mecanismo de transporte de energía existente en umbras.

Continuando con esta línea de trabajo, se han realizado observaciones de una mancha solar

En otro trabajo, se han estudiado los movimientos propios de un grupo de manchas de configuración  $\delta$ , cercano al centro del disco solar. Alrededor de las manchas, se han detectado flujos radiales hacia fuera con una velocidad media de 0.67 km/s, característicos de la bien conocida "moat". Sin embargo, no se encuentran estos movimientos en aquellas zonas de la mancha en las que no hay penumbra. Más aun, los flujos de la «moat»

La Unión Europea ha aprobado el Proyecto "EST: El Telescopio Solar Europeo". Durante los próximos tres años, se diseñarán todos los sistemas del telescopio. El Proyecto está promovido por la "European Association for Solar Telescopes" (EAST) y en él participan 29 instituciones de investigación y compañías privadas.

## **Evolución del Proyecto**

Durante 2007 se han llevado a cabo los siguientes trabajos de investigación:

### *Intensidad del campo magnético del "Sol en calma"*

Se ha analizado la estructura del vector campo magnético en regiones solares muy tranquilas en busca de arcos de pequeña escala. Para ello, se han realizado medidas de varias regiones en calma situadas en el centro del disco solar en la región espectral de 1.56  $\mu\text{m}$ , donde hay líneas espectrales de una gran sensibilidad magnética. Como resultado del análisis, se han encontrado que existen muchos elementos de polaridad opuesta que están conectados por arcos magnéticos profundos (fotosféricos) cuya longitud es de unos 2-6". Estos arcos conectan al menos 10-20% del flujo magnético detectado en estas regiones.

Con la ayuda de síntesis espectrales, se ha intentado arrojar luz sobre el problema de la determinación de la intensidad del campo magnético en regiones en calma solares, ya que los resultados derivados de datos observaciones dan lugar a conclusiones contradictorias. Para ello se han utilizado simulaciones realistas de magnetoconvección. Del estudio se concluye que la relación entre las amplitudes de los perfiles de polarización circular,  $V$ , de las líneas de Fe I 15468 y 15652  $\text{\AA}$  es un buen indicador de la presencia de concentraciones magnéticas cuya intensidad de campo sea de kG. La relación entre las amplitudes de  $V$  de las líneas de Fe I 5247 y 5250  $\text{\AA}$  también muestra una buena correlación con la intensidad del campo magnético. Sin embargo, en las simulaciones con un nivel de flujo magnético apropiado para las regiones más tranquilas, este parámetro da valores de sub-kG para la intensidad del campo magnético. Esto es debido a que decrece rápidamente con la altura en la atmósfera solar y a que estas líneas espectrales son sensible a capas altas fotosféricas, donde la intensidad del campo ya es inferior a kG. También se ha encontrado que el cociente entre las amplitudes de  $V$  de las líneas 6301 y 6302  $\text{\AA}$  no está correlacionado con la intensidad de campo. La razón estriba en la gran diferencia entre las regiones de formación de ambas líneas. La intensidad de campo obtenida depende de manera crucial de cómo se hayan

considerado en el análisis los gradientes del campo magnético, de la velocidad longitudinal y de la temperatura.

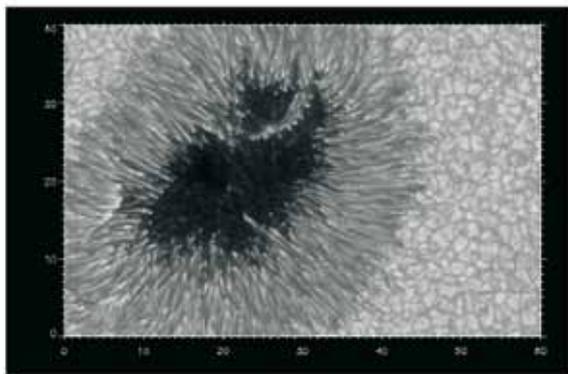
Se han analizado observaciones espectropolarimétricas de la línea de Mn I en 15262.7  $\text{\AA}$ , cuyos perfiles de intensidad y de polarización son muy sensibles a su estructura hiperfina. La investigación teórica de la sensibilidad magnética de esta línea permite encontrar varias propiedades interesantes. La más importante es la existencia de fuertes perturbaciones Parchen-Back, debidas a la estructura hiperfina de la transición, que hacen que el perfil de intensidad de la línea cambie según la intensidad del campo magnético. Como herramienta de diagnóstico, se ha desarrollado una técnica de cociente de líneas y se ha aplicado a datos observacionales de la fotosfera en calma para determinar la función de distribución de probabilidad de la intensidad del campo magnético, prestando una especial atención a las zonas más tranquilas de la región observada. El análisis muestra que la distribución encontrada da información sobre la intensidad de campo promedio, unos 250 G, y sobre la escala espacial en la que el campo está organizado, unos 0.4".

Se ha realizado un estudio observacional similar al anterior utilizando líneas de Mn I de la región visible del espectro y se han comparado los resultados con los obtenidos a partir de las líneas de Fe I en 630 nm, medidas todas ellas simultánea y coespacialmente. La inversión de las líneas de Fe da lugar a campos fuertes o débiles en función de la inicialización usada para la inversión de los datos, siendo todas las soluciones igualmente buenas, bajo un punto de vista estadístico. La inversión de los datos de Mn indica sin ambigüedad campos fuertes o débiles, algunas veces en acuerdo con las líneas de Fe y otras en desacuerdo. Se concluye, por tanto, que las líneas de Fe I en 630 nm no contienen información determinante sobre la intensidad del campo magnético, en las condiciones que prevalecen en las regiones solares más en calma y que necesitan restricciones adicionales derivadas de otros rasgos espectrales.

### *Estructura del campo magnético en regiones activas*

Las propiedades magnéticas y cinemáticas del flujo Evershed fotosférico son relativamente bien conocidas, pero no se comprenden bien del todo. La evolución temporal del flujo, debida a la aparición de paquetes denominados nubes Evershed (NCs) detectables por su velocidad, puede dar información que permitan restringir la naturaleza de su origen. Para ello, se ha llevado a cabo un estudio detallado de la evolución del flujo Evershed a partir de las propiedades de las

en la Torre Solar Sueca (ORM) en los continuos en torno a 4507.5 y 6020 Å y en la banda G. Los datos consisten en una serie temporal de 8 horas con una cadencia de unos 20 segundos y altísima resolución espacial. Se ha realizado un estudio de la evolución y el movimiento de estructuras umbrales como los puntos umbrales y puentes de luz débiles. Para este propósito se ha aplicado un nuevo código de reconocimiento de patrones a una secuencia de dos horas de altísima calidad de imagen. Las estructuras de pequeña escala se mueven con velocidades promedio de unos 0.3 km/s tanto hacia la umbra como a lo largo de los puentes de luz débiles. Las estructuras menores que el tamaño promedio no parecen dividirse o mezclarse con otras. Asimismo, se han procesado los datos con la técnica de reconstrucción "deconvolución ciega" con la que se alcanzan



*Figura 4: Imagen resultante del procesamiento con la técnica MOMFBD (de "Multi Object Multi Frame Blind Deconvolution", deconvolución ciega con múltiples imágenes con múltiples objetos) correspondiente a una secuencia temporal de una hora de duración. Observaciones realizadas en el telescopio de 1 m de la Torre Solar Sueca (ORM). Ejes en segundos de arco.*

Marseille, Francia), Y. Chou (Univ. Tsing Hua, Taiwan); L. Doyle (SETI, EEUU); Y. Elsworth, B. Chaplin (Univ. de Birmingham, Reino Unido); A. Gabriel, P. Boumier, F. Baudin y T. Appourchaux (Inst. D'Astrophysique Spatiale, Francia); R. García Bustinduy y S. Turck-Chieze (DSM/DAPNIA, CEA, Francia); R. Garrido y J.C. Suárez (IAA, Granada); G. Grec, F. Schmider y T. Corbard (Obs. de Côte d'Azur, Francia); I. González Hernández (NSO, EEUU); K. Horne y A. Cameron (Univ. St. Andrews, Reino Unido); S. Korzennik (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); O. Creevey (HAO, EEUU); L. Fox (IA-UNAM, México); E. Michel (Obs. de Meudon, Francia); T. Brown (LCO, EEUU); H. Rauer, A. Eriksson y P. Kabath. (DLR, Alemania); J. Schneider y J. Cabrera. (Obs. de Meudon, Francia); V. Kozhevnikov (Ural State Univ. Rusia); D. Pollacco (Queens Univ. Belfast, Reino Unido); F. Bouchy. (IAP, Francia) ; D. Charbonneau, D. Latham, G. Mandushev, F. O'Donovan, G. Torres (colaboradores de la Red TrES - diferentes institutos, EEUU).

## Introducción

Los objetivos genéricos de este Proyecto son: el estudio de la estructura y dinámica del interior solar, la extensión de dicho estudio al caso de otras estrellas, y la búsqueda de planetas extrasolares por métodos fotométricos, principalmente mediante tránsitos por delante de sus estrellas principales.

Para el primer objetivo se utiliza la única técnica que actualmente permite su estudio: la Heliosismología Global (para sondear hasta el mismo núcleo del Sol) y la Local (sondeo más detallado pero limitado al 10% más externo). Mediante la detección y estudio del espectro de modos globales de pulsación del Sol es posible inferir de modo preciso, información acerca de su estructura y dinámicas interna, es decir la determinación de los perfiles de las variables físicas más importantes, desde su centro hasta su superficie. El presente Proyecto cubre las distintas facetas necesarias para alcanzar el objetivo antes mencionado:

- Instrumental, en el que ya se ha trabajado intensamente en el pasado y aún se sigue haciendo a través implicaciones en nuevos proyectos, tanto de instrumentación espacial como en tierra.

- Observacional, en el que se realizan observaciones ininterrumpidas a lo largo del año desde varias redes mundiales de estaciones heliosismológicas, además del acceso a los datos de los experimentos GOLF y VIRGO a bordo de la sonda espacial SoHO.

- Técnicas de reducción, análisis e interpretación de los datos.

- Desarrollo teórico de técnicas de inversión de datos y elaboración de Modelos de Estructura y Evolución del Sol. Los resultados ya obtenidos muestran que podemos conocer el Sol con una precisión del orden de un 1 por mil, lo que ha contribuido de forma eficaz a la resolución del ya viejo problema de los neutrinos solares.

Por otro lado, no es de extrañar que se pretenda obtener un conocimiento similar de otras estrellas que se englobaría en la disciplina conocida como Astrosismología o Sismología Estelar. No obstante, la obtención del espectro de modos propios de oscilación en estrellas distintas al Sol es muy difícil y depende del tipo de estrellas que se estudien. Obtener información sobre la estructura interna, evolución y dinámica de estrellas en la Secuencia Principal (SP) y, como es el caso en el presente Proyecto, de algún otro tipo de estrellas más evolucionadas (sub-enanas calientes), requiere de técnicas instrumentales y estrategias de observación que actualmente aún se encuentran

Actualmente existe un fuerte debate entre dos modelos de los filamentos penumbrales: el "gappy penumbral model" (modelo de penumbra agrietada) de H. Spruit y G. Scharmer y el "uncombed penumbral model" (modelo de penumbra despeinada) de R. Schlichenmaier, S. Solanki, L. Bellot Rubio y otros. En el modelo agrietado, los filamentos penumbrales aparecen como consecuencia de la penetración convectiva de material libre de campo en capas superiores con presencia de campo magnético. En el modelo despeinado, los filamentos penumbrales son consecuencia de tubos de flujo magnético muy inclinados de unos 100 km de diámetro y baja intensidad de campo, embebidos en un campo más intenso y con menor inclinación. El flujo Evershed viene dado en este modelo por el flujo de material caliente con alta velocidad a lo largo de los filamentos casi horizontales.

Con objeto de discriminar observacionalmente entre ambos escenarios, se han invertido observaciones espectropolarimétricas de altísima resolución espacial (0.3") y alta señal ruido en las líneas de Fe I situadas en 6301 y 6302 Å, tomadas con el satélite Hinode en una mancha solar cerca del centro del disco. Para determinar la escala correcta de alturas geométricas, se ha integrado la componente vertical de la ecuación de movimiento, incluyendo la fuerza de Lorentz. Para determinar la condición de contorno de la presión gaseosa se ha utilizado un código basado en algoritmos genéticos. El objetivo de todo este proceso es determinar el desplazamiento vertical del modelo procedente de la inversión correspondiente a cada punto de la imagen, de tal forma que se minimice el error de las tres componentes de la ecuación de movimiento a una altura dada. El algoritmo genético se ha mostrado capaz de encontrar dichos desplazamientos para cada punto. La estratificación del campo magnético resultante tiene divergencia compatible con cero dentro de los errores estimados. Al estar todos los puntos del campo en una misma escala de altura geométrica y con la misma altura de referencia, es posible trazar las líneas de campo magnético en los filamentos penumbrales y discriminar entre los dos modelos penumbrales propuestos en la literatura.

#### *Cromosfera solar*

Se ha investigado la relación entre el campo magnético fotosférico y la emisión medida en la cromosfera media del Sol. Para ello, se ha observado una región en calma, situada en un ángulo heliocéntrico de 53°, en las líneas fotosféricas de Fe I de 640 nm y la línea cromosférica Ca II H. Tras calcular el índice H, integrando el perfil de esta última línea en una banda de 0.1 nm centrada en su núcleo, se han

separado los índices correspondientes a regiones que no muestran calentamiento,  $H_{co}$ , de los que sí lo muestran. Y éstos a su vez se han separado en aquéllos que muestran un calentamiento relacionado con la intensidad magnética, dado por las líneas magnéticas visibles, índice  $H_{mag}$ , de los que no parecen magnéticos, índice  $H_{no}$ . Las zonas de la red y de la intra-red muestran índices H iguales a 12 y 10 pm, respectivamente. La emisión de la red está correlacionada con la densidad de flujo magnético, acercándose a un valor de unos 10 pm en las zonas de menor flujo.

Del análisis realizado en este trabajo, se concluye que una fracción dominante de la emisión en Calcio, causado por el calentamiento de la red, tiene un origen no magnético ( $H_{mag} \sim 2$  pm,  $H_{no} \sim 3$  pm). Si se considera el efecto de la luz difusa, la contribución al índice H por parte de una atmósfera sin aumento de temperatura ( $H_{co} \sim 6$  pm) es aproximadamente la mitad del observado en la intra-red. El índice H en la intra-red no parece relacionado con ninguna propiedad del campo magnético fotosférico, lo que sugiere que las concentraciones magnéticas de estas regiones desempeñan un papel despreciable en el calentamiento de la cromosfera superior. El acoplamiento térmico entre la fotosfera y la cromosfera baja-media aumenta en presencia de campo magnético.

En otro trabajo, se han analizado observaciones en el triplete de He 10830 Å de espículas, estructuras detectables fuera del borde solar. El análisis ha demostrado que los perfiles de emisión varían en función de la distancia al limbo solar. Para caracterizar esta variación, se ha medido el cociente entre las intensidades de las componentes azul y roja del triplete, el cual es un rasgo observacional que caracteriza el espesor óptico de las estructuras, y que está relacionado con la irradiación coronal. En este estudio se han comparado los resultados observacionales con cálculos teóricos de transporte radiativo, obteniendo solo un acuerdo cualitativo.

## **SISMOLOGÍA SOLAR Y ESTELAR, Y BÚSQUEDA DE EXOPLANETAS (P8/00)**

**P.L. Pallé.**

**J.A. Belmonte Avilés, H. Deeg, A. Jiménez Mancebo, F. Pérez Hernández, C. Régulo Rodríguez, T. Roca Cortés, S. Jiménez-Reyes, J. Lochard, R. Simoniello, J.M. Almenara, R.M. Domínguez Quintero, R. Oreiro Rey, M. Rabus y H. Vázquez Ramíó.**

R. Alonso, P. Barge y M. Deleuil (Lab.d'Astronomie

en el límite cercano a poder ser efectivas. El Proyecto constituye un duro aprendizaje en todos los aspectos, tanto el teórico (modelización estelar) como el instrumental y/o observacional (redes robóticas de observación, futuros telescopios espaciales, etc.).

La estrategia de utilización de tránsitos planetarios para descubrir la existencia de planetas alrededor de otras estrellas, consiste en la detección fotométrica de disminuciones de brillo (y también cambios de color) de una estrella cuando uno de sus planetas está pasando por delante de la misma, es decir, entre ella y el observador. Actualmente esta metodología es la única al alcance de la tecnología para permitir la detección de planetas con tamaños similares al de la Tierra, no sólo por su sensibilidad sino también porque permite llevar a cabo estudios relativamente detallados de los planetas descubiertos. Esta tecnología es similar a la que también se utiliza para la Helio y Astrosismología con lo que se puede entender como una extensión lógica de lo aprendido en la experiencia con los anteriores objetivos. Por otro lado, es importante desarrollar algoritmos para la detección inequívoca de planetas y distinguirlos de lo que son falsas alarmas.

Con el exitoso lanzamiento y puesta en órbita del satélite CoRoT a finales del año 2006, cuyos objetivos científicos se enmarcan de modo exclusivo en las áreas de la Astrosismología y la detección de Exoplanetas por el método de tránsitos, se inicia una era de grandes avances para estos dos campos de investigación, de lo que hemos podido experimentar los primeros signos a finales del año 2007.

## Algunos resultados relevantes

### *La huella de los modos-g en el Sol*

Gracias a las medidas realizadas por el instrumento GOLF a bordo del satélite SoHO de modo ininterrumpido a lo largo de los últimos 10 años, se ha podido detectar una estructura que correspondería a la huella dejada por los modos gravitatorios (que se propagan únicamente en el interior del Sol) y que no habían podido ser detectados, sin ambigüedad, hasta la fecha.

La comparación directa entre las frecuencias de los modos g teóricos, calculados a partir de modelos de estructura y evolución estelar, y los datos observacionales, se ha podido estimar la rotación del núcleo solar que hasta ahora no había podido ser estudiada en detalle. Los resultados muestran que el núcleo solar giraría varias veces más rápido



Figura 1: Imagen artística del satélite SoHO y del interior solar donde se representa la propagación de algunos modos-g en el interior radiativo y el núcleo solar.

### *El éxito de CoROT*

El análisis de las primeras observaciones con CoROT puso de manifiesto que se alcanzaban todos los niveles de requerimientos científicos exigidos en la definición de la misión y de la instrumentación. Como prueba de ello, y tras pocas semanas de observación se detectó el primer planeta extrasolar: "Corot-Exo-1b", con una precisión en la curva de luz del eclipse nunca antes alcanzada. Se trata en este caso de un planeta tipo Júpiter (aunque mayor), orbitando un astro similar al Sol y con un periodo de aproximadamente un día y medio y está situado a unos 1.500 años-luz de la Tierra, en la constelación de Monoceros.

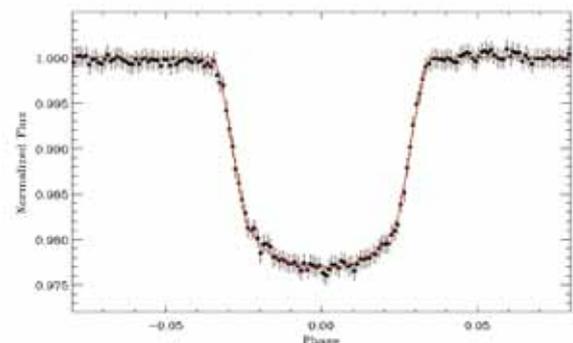


Figura 2: Curva de luz del planeta Corot-Exo-1b, basada en observaciones de 36 tránsitos. Tiene una precisión de 160 ppm (partes por millón).

utilizando más de diez años continuados de datos obtenidos con el instrumento GOLF en SoHO, se obtuvo una estructura espectral significativa (Ver Fig. 1) que se correspondería con la huella de los modos gravitatorios en Sol de grado  $l=1$ . Consecuencia de ello, y utilizando los modelos mas avanzados de estructura y evolución estelar para el cálculo de las frecuencia teóricas de los modos g, resultaría que el núcleo solar debería de rotar mas rápidamente que la zona radiativa para poder poner en acuerdo los resultados observacionales

## Evolución del Proyecto

*Los modos gravitatorios y la estructura y dinámica del interior del Sol: núcleo y zona radiativa*

Ésta ha sido un área de gran actividad a lo largo del año que culminó con la publicación en la revista *Science* del trabajo "Tracking Solar Gravity Modes: The Dynamics of the Solar Core" en el que,

a cabo un notable esfuerzo en la búsqueda de modos-g individuales en la zona de 220 microHz (periodos de 1.3 horas) en la que se planteó la existencia de un candidato que se identificaría con el orden radial  $n=3$  y grado angular  $l=2$ . El estudio se amplió con la inclusión de datos procedentes del instrumento VIRGO en SoHO además de los de GOLF, encontrándose que el pico a 220.7 microHz es el más excitado de la región y además ha sido

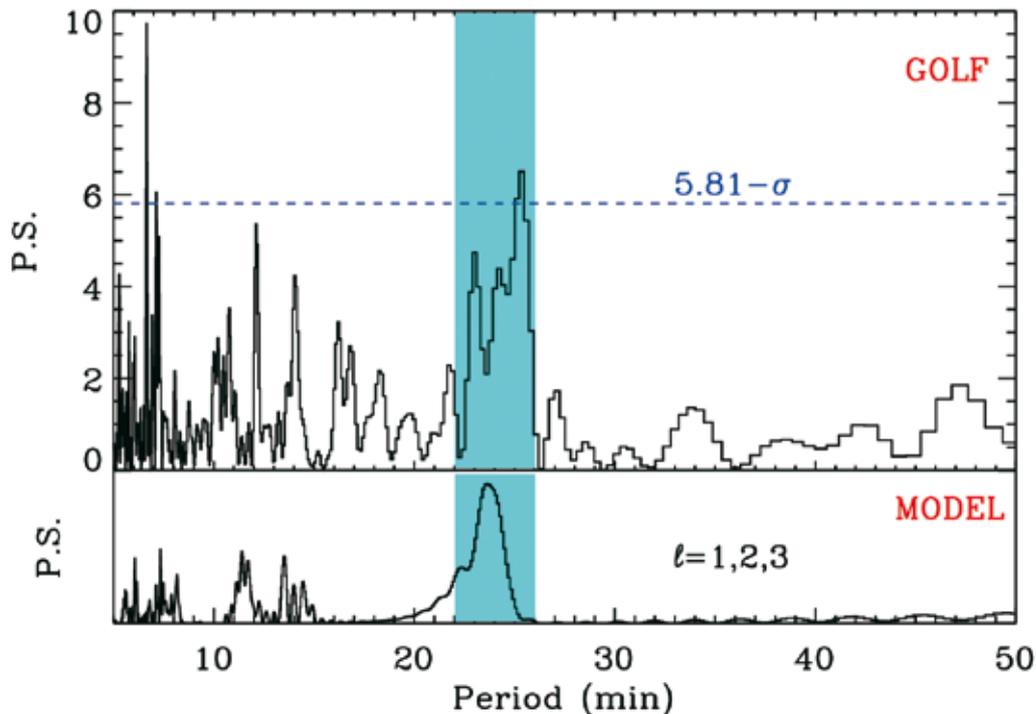


Figura 3: Periodicidad encontrada en el espectro de potencia (entre 22 y 26 minutos) de la serie temporal de más de diez años obtenida con el instrumento GOLF (parte superior), y que correspondería al espaciamiento de los modos gravitatorios de grado angular  $l=1$ , tal y como predice la teoría asintótica (parte inferior).

Para ahondar más en el aspecto teórico, se ha estudiado la contribución de uno o varios modos-g al perfil de estructura inferido, usando métodos de inversión. Además se ha parametrizado la mejora de dichas inversiones al utilizar modos acústicos de grado bajo pero alta frecuencia que, aunque son más difíciles de detectar, penetran más profundamente en el interior.

En cuanto a las restricciones en los modelos gracias al estudio de los modos-g asintóticos, se ha efectuado un estudio sobre las restricciones que se pueden introducir hoy en día gracias al análisis de las propiedades asintóticas de los modos-g. Este estudio mostró que los modelos llamados "Standard" que incorporan las nuevas abundancias de superficie calculadas por Asplund et al. 2005, resultan ser incompatibles con las observaciones, tal y como ya se había visto al analizar los modos acústicos.

Estudio de modos-g individuales. Se ha llevado

estable (en potencia) a lo largo de los últimos diez años. Es quizás la primera prueba de la detección de un modo-g individual y será el objeto de un estudio detallado durante este año.

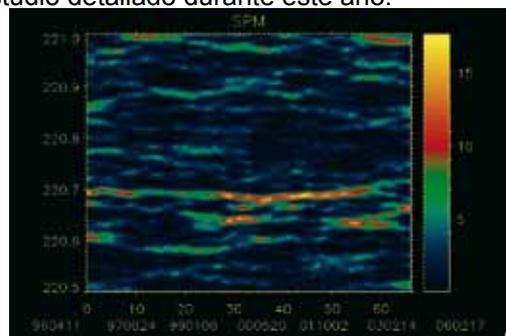


Figura 4: Señal a 220.7 microHz detectada durante más de 10 años con el fotómetro SPM de VIRGO/SoHO y que es actualmente el mejor candidato a ser un modo-g. Se está desarrollando un estudio profundo para descartar influencias térmicas, electrónicas o del tratamiento de los datos, a fin de establecer su origen solar. Asimismo se está comparando con los datos obtenidos simultáneamente con otros instrumentos heliosismológicos, tanto desde satélites como desde redes terrestres.

socios norteamericanos. Uno de ellos, Tres-4 es uno de los planetas jovianos con menos densidad confirmada descubiertos hasta la fecha. Por otra parte, observaciones con el pequeño telescopio TELAST fueron decisivas para la detección de tránsitos en el planeta HD17156b, con un periodo de unos 21 días y una fuerte excentricidad. Este planeta ocupa un régimen especial dentro de los planetas con tránsitos conocidos, teniendo en cuenta que todos los descubiertos hasta la fecha tienen periodos menores de 6 días y órbitas casi circulares, lo que hace excepcional a este planeta, que recibe un flujo en su superficie que puede llegar a variar en un factor 26.

Por otra lado, como novedad, nos hemos involucrado en el Proyecto PLATO. Este es un satélite para la detección de planetas extrasolares y el estudio de sus estrellas centrales. Se participó activamente en la redacción de su propuesta al programa 'Cosmic Vision 2020' de la ESA. En verano de 2007, la ESA eligió esta propuesta para un estudio más detallada (*Assessment study*) que se llevará a cabo durante el año 2008.

En marzo se presentó la tesis doctoral de R. Oreiro Rey bajo el título "Subenanas Calientes: Análisis sismológico", donde se presentan resultados tanto observacionales como teóricos sobre el estudio de las oscilaciones en subenanas calientes de tipo B.

A lo largo de 2007, los instrumentos ubicados y operados en el Laboratorio Solar por el grupo, de naturaleza ligeramente distinta, pero todos relacionados directamente con la investigación que se realiza en este Proyecto, merecen un comentario diferenciado:

- Mark-I: Funcionó de modo continuado y regular a lo largo de todo el año. En envejecimiento de algunos de los subsistemas que conforman el instrumento, se pone de manifiesto de modo preocupante tras casi treinta años de funcionamiento. Aún y así, la pérdida de datos por causas instrumentales se mantiene por debajo del 5% anual.

98 - GONG: Funcionando normal y continuadamente a lo largo del año. El instrumento provee, de modo rutinario, continuado y en tiempo real, los datos necesarios para, conjuntamente con las otras cinco estaciones de la red, llevar a cabo las predicciones sobre la actividad solar que se genera en la cara no visible del Sol y poder predecirla cuando aparezca en el lado visible y pueda influenciar al entorno terrestre. Asimismo, el cambio en la cadencia de toma de magnetogramas en los distintos nodos, hace que se disponga de estos mapas cada 10 minutos de modo continuado las 24 horas del

día. Se puede acceder a tales imágenes de forma abierta en [http://gong.nso.edu/Daily\\_Images/](http://gong.nso.edu/Daily_Images/)

- STARE: en lo que podría ser su penúltimo año de operación dentro de la red TrES, el instrumento tuvo problemas electrónicos esporádicos relacionados con la cámara CCD. Pese a todo, se llevaron a cabo sin mayor problema las campañas establecidas.

- PASS: el instrumento PASS estuvo en operación durante todo el año 2007, y ha obtenido una cobertura nocturna de la zona zenital del cielo desde mayo 2006 casi sin interrupción.

- TELAST: Funcionamiento puntual, pero exitoso, en la confirmación de tránsitos detectados por TrES.

## MAGNETOMETRÍA SOLAR (3I1502)

**J. Sánchez Almeida.**

Domínguez Cerdeña (Inst. Geográfico Nacional, Tenerife); F. Kneer y K. Puschmann (Univ. de Göttingen, Alemania); H. Socas Navarro (High Altitude Obs., Boulder, EEUU); V. Domingo e I. Cabello (Univ. de Valencia); F. Berrilli, Silvia, D. Del Moro y B. Viticchiè (Univ. Tor Vergata, Roma, Italia); L. Teriaca y S. Udo (MPI for Solar System Research, Alemania), D. Spadaro (Obs. de Catania, Italia); P. Suetterlin y R. Rutten (Univ. de Utrecht, Países Bajos).

### Introducción

La mayor parte de la superficie solar es en apariencia no magnética. Sin embargo contiene un campo magnético cuya energía y flujo parecen ser mucho mayores que los de todas las demás estructuras magnéticas juntas (manchas, plages, etc.). El magnetismo solar que se ha estudiado hasta la fecha podría representar sólo *la punta del iceberg*. Las propiedades magnéticas de este "Sol en calma" están aun por determinar debido a los problemas técnicos que presenta. El Proyecto ataca el problema desde varios frentes, usando todas las herramientas disponibles: verificando la fiabilidad de las técnicas de diagnóstico a utilizar, confrontando predicciones teóricas sobre la generación del magnetismo del "Sol en calma" con observaciones, y midiendo directamente sus propiedades físicas y las variaciones de éstas a lo largo del ciclo solar.

### Algunos resultados relevantes

Se ha demostrado que las líneas de Mn I usadas en

Se finalizó el exhaustivo y arduo análisis de las frecuencias propias del Sol y sus desdoblamientos rotacionales en los datos de MDI y GONG obtenidos de series de más de 2000 días para modos desde  $l=1$  a 25.

Se ha desarrollado y probado la efectividad de un nuevo método de Inversión de Estructura y Dinámica del Interior solar a partir de datos heliosismológicos (frecuencias de los modos propios de oscilación) que presenta ventajas notables (robustez y fiabilidad) frente a los existentes hasta la fecha.

En junio de 2007 se finalizó la integración del prototipo GOLF-NG en el CEA (Saclay, Francia) y se trasladó el instrumento al IAS (Orsay, Francia) para utilizar las facilidades del centro (láser sintonizable) a fin de determinar el perfil instrumental y la sensibilidad del mismo. Estas pruebas resultaron fallidas debido a problemas con el láser y supuso la pérdida de varios meses de trabajo. Posteriormente, se detectaron problemas graves en la configuración térmica de la celdilla de Sodio que producía depósitos del material en las paredes de la celdilla durante los procesos de calentamiento y enfriamiento de la misma.

Se llevaron a cabo cambios en el diseño térmico de la celdilla y se está a la espera de poder trasladar de nuevo el instrumento al IAS una vez comprobado que el láser funciona correctamente. Todo ello supuso que el traslado de GOLF-NG al Laboratorio Solar del OT, no pudiera llevarse a cabo en el tiempo previsto (Otoño 2007) y las expectativas es que tenga lugar en la primavera de 2008.

El estudio de la variación de la potencia de los modos  $p$  con la atmósfera solar ha sido llevado a cabo analizando los datos obtenidos con telescopio THEMIS. Se investigó la variación de la potencia de los modos  $p$  en las líneas de NaD1(5896A) y K(7699A). Con el análisis de estos datos ha sido posible cuantificar el aumento de la potencia de los modos  $p$  en el rango de frecuencia observado 2 – 5 mHz. El modelado teórico de los resultados obtenidos, utilizando modelos adiabáticos de atmósfera, se ajusta perfectamente en el caso de la línea del potasio (K). Para el caso del Sodio, la complejidad de esta línea hace que sea necesario desarrollar modelos más sofisticados y en régimen no-adiabático.

Se ha utilizado el código de inversión SIR aplicado a las observaciones del perfil de la línea de Sodio a fin de intentar caracterizar las propiedades de los movimientos convectivos a lo largo de la atmósfera solar (granulación, supergranulación, etc.) y que

son la principal fuente de ruido en la detección precisa de las frecuencias propias de oscilación en el Sol. Estos estudios son de vital importancia para definir la posibilidad y la estrategia de detección de modos gravitatorios en el Sol con el nuevo instrumento GOLF-NG.

Se ha concluido la elaboración de lo que sería uno de los primeros códigos de Inversión Iterativa de Estructura para el caso de estrellas tipo solar y se está trabajando en el desarrollo del equivalente para Estructura.

Del satélite CoRoT llegaron los primeros datos en marzo de 2007, cumpliéndose todas las expectativas, y con una precisión fotométrica inalcanzada hasta la fecha.

Con observaciones de solo unas pocas semanas, ya se reveló el primer planeta extrasolar, "Corot-Exo1b". A largo del año se identificaron varias decenas de candidatos a planetas que han requerido observaciones terrestres adicionales para su verificación (actualmente hay dos planetas más confirmados cuya publicación es inminente y varios más pendientes de observaciones adicionales). El grupo juega un papel clave en este esfuerzo, coordinando las observaciones fotométricas terrestres de varios equipos participantes en CoRoT, y con observaciones propias en el telescopio IAC-80, que han permitido la clasificación de numerosos candidatos.

Se ha desarrollado y probado con éxito, un algoritmo automático de detección de planetas adaptado a la enorme cantidad de datos del campo de observación de CoRoT, así como un esquema de clasificación automático de los candidatos encontrados. Para el proyecto de la búsqueda de planetas alrededor de binarias eclipsantes, se ha desarrollado un algoritmo específico y se llevaron a cabo observaciones espectroscópicas de varias binarias eclipsantes.

Continuando una línea de trabajo anterior, un análisis de los tiempos de los mínimos de los eclipses del sistema binario CM Draconis, basado en datos de la literatura y datos propios tomadas en los años 1994-2007, puso en evidencia la presencia de un tercer cuerpo alrededor de este sistema. Este podría ser un planeta con varias veces la masa de Júpiter y un periodo de dos decenas de años, o un objeto con una masa similar o mayor, y un periodo de unos cientos hasta miles de años. La confirmación de una u otra posibilidad está pendiente de observaciones en los años venideros.

Adicionalmente, la red TrES (uno de cuyos nodos es el telescopio STARE) ha descubierto este año dos nuevos planetas extrasolares, TrES-3 y TrES-4, en observaciones coordinadas por nuestros

Casas (Obs. Sabadell), J.J. Curto (Obs. del Ebro).

## Introducción

Iniciar una línea de investigación sobre relaciones Sol – Tierra y el clima terrestre.

Redacción de libros y artículos revista a nivel académico y semi-popular sobre diferentes temas que implican la consideración de la Tierra como un objeto astronómico, estudiando su relación con su vecindad más próxima y su posible consideración como una nueva piedra de Rosetta para la caracterización de los futuros exoplanetas de tipo terrestre.

## Evolución del Proyecto

M. Vázquez, J.M. Vaquero y M.C. Gallegos (Univ. de Extremadura) y R.M. Trigo (Univ. de Lisboa, Portugal) han iniciado una investigación de la existencia de la periodicidad de 155 días en la actividad solar en la segunda parte del siglo 18. Para ello se utilizan registros históricos de auroras boreales visibles a latitudes bajas y medias.

E. Pallé y J.J. Curto (Obs. del Ebro) han iniciado el análisis de las series meteorológicas de nubosidad y insolación existentes en este observatorio desde principios del siglo XX.

E. Pallé y E. Sanromá (Univ. de La Laguna) se encuentran estudiando la variabilidad temporal en las series de insolación, nubosidad, temperatura y extinción en varios puntos de la geografía canaria, incluyendo los observatorios de Teide y del Roque de los Muchachos. Los datos meteorológicos han sido proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología (INM).

E. Pallé ha continuado su colaboración con J. Butler (Obs. de Armagh, Irlanda del Norte). Durante el 2007 se han analizado las tendencias y los ciclos climáticos que se observan en los registros tomados en el observatorio de Armagh, que pueden considerarse representativos de toda la geografía irlandesa.

E. Pallé, P. Montañés Rodríguez y M. Vázquez han simulado, en base a los modelos de albedo de los que se dispone, como sería la señal fotométrica que se observaría de un planeta igual a la Tierra orbitando una estrella de tipo solar. Para este trabajo, hemos colaborado estrechamente con E. Ford (Univ. de Florida, EEUU) y S. Seager

(Inst. Tecnológico de Massachussets, EEUU). Los resultados obtenidos indican que, en un futuro, no sólo será posible establecer el periodo de rotación de planetas similares a la Tierra, sino que es también posible la detección de patrones climáticos y meteorología activa usando solamente medidas fotométricas.

## MAGNETISMO Y POLARIZACIÓN EN ASTROFÍSICA (3I2507)

J. Trujillo Bueno.

F. Moreno-Insertis, H. Socas Navarro, A. Asensio Ramos, R. Manso Sáinz, L. Merenda y A. Tortosa Andreu.

M. Asplund (Stromlo Obs.; Australia); M. Bianda y R. Ramelli (IRSOL, Suiza); R. Casini y R. Centeno y B. Lites (HAO, EEUU); L. Belluzzi y E. Landi Degl'Innocenti (Univ. de Florencia, Italia); M. Elitzur (Univ. de Kentucky; EEUU); N. Shchukina (Obs. de Kiev, Ucrania); H. Uitenbroek (NSO, EEUU), A. Vogler (Univ. de Utrecht, Países Bajos).

## Introducción

Los campos magnéticos están presentes en todos los plasmas astrofísicos y controlan la mayor parte de la variabilidad que observamos en el Universo a escalas temporales intermedias. Los tenemos en estrellas a lo largo de todo el diagrama de Hertzsprung-Russell, en galaxias, e incluso quizás en el medio intergaláctico. La polarización de la luz proporciona la fuente más fiable de información para la teledetección de campos magnéticos en Astrofísica, incluyendo los campos magnéticos del Sol. En particular, el diagnóstico de campos magnéticos en las atmósferas del Sol y de otras estrellas requiere de la medida e interpretación física de señales de polarización en líneas espectrales, las cuales son inducidas por varios mecanismos físicos que operan a las escalas atómicas. Además del efecto Zeeman, hay muchos otros mecanismos físicos que producen polarización en la radiación electromagnética. Por ejemplo, la polarización de los niveles atómicos o moleculares inducida por el bombeo óptico de un campo de radiación anisótropo, las interferencias cuánticas entre niveles de estructura fina o hiperfina, el efecto Hanle, etc. La polarización generada por tales mecanismos es sensible a las condiciones físicas del plasma astrofísico en consideración y, en particular, a la presencia de campos magnéticos en un rango de intensidades

la medida de las propiedades magnéticas del "Sol en calma" son muy poco sensibles a intensidades de kG. En consecuencia, las estimaciones de energía y flujo magnéticos basadas en estas líneas están sesgadas, y han de ser completamente revisadas.

## **Evolución del Proyecto**

El trabajo de este año se ha centrado en completar dos trabajos específicos que se encontraban sin acabar.

Por un lado, el estudio de la relación entre las estructuras magnéticas observadas en la región de transición, y el magnetismo del "Sol en calma". El "Sol en calma" contiene la mayor parte del flujo magnético de la fotosfera solar y, sin embargo, su existencia ha sido sistemáticamente ignorada a la hora de entender y modelar como se conecta y relaciona el magnetismo de las distintas capas de la atmósfera solar. Trabajos exploratorios recientes indican que la estructura de la cromosfera, región de transición y corona se ve fuertemente influenciada por el magnetismo del "Sol en calma" (Schrijver & Title 2003, *Astrophysical Journal*, 597, L165; Jenderse & Peter 2006, *Astronomy & Astrophysics*, 460, 901). Los llamados TR-loops (arcos magnéticos en la región de transición) ofrecen una posibilidad única para comprobar si esta conjetura es cierta.

La región de transición está formada por un enjambre de pequeños arcos entremezclados cuyos extremos se encuentran separados sólo unos pocos Mm (Feldman et al. 1999, *Astrophysical Journal*, 522, 1133). Los extremos o bases de estos arcos magnéticos no se corresponden con ninguna estructura magnética tradicional (Warren & Winebarger, 2000, *Astrophysical Journal*, 535, L63; Feldman et al. 2001, *Astrophysical Journal*, 558, 423). Parecen emerger y morir en el interior de supergránulos, en donde reside el magnetismo del "Sol en calma". Así pues las concentraciones magnéticas del "Sol en calma" parecen ser el origen desde el que emergen los TR-loops. Con el propósito de revelar esta conexión entre el magnetismo fotosférico del "Sol en calma" y la región de transición, llevamos a cabo observaciones simultáneas con el satélite SoHO (SoHO/SUMER) y con el telescopio DOT del ORM. SoHO/SUMER muestra TR-loops mientras que las concentraciones magnéticas de la fotosfera aparecen como puntos brillantes

en las imágenes de alta resolución de DOT. Las observaciones demuestran una relación general entre las estructuras fotosféricas y las de la región de transición, pero esta relación no se da en el detalle. Creemos que la falta de detalle es debida a una insuficiente resolución angular en la región de transición. Aunque nuestras observaciones deben ser repetidas y mejoradas, el trabajo indica el camino a seguir para relacionar la fotosfera y la región de transición del "Sol en calma" (Sánchez Almeida et al. 2007, *Astronomy & Astrophysics*, 475, 1101.)

Por otro lado, hemos sintetizado la polarización de líneas espectrales con estructura hiperfina (hfs) en modelos de atmósfera del "Sol en calma" realistas. Estas líneas varían con la intensidad del campo magnético de forma diferente a las líneas usadas tradicionalmente en la medida de los campos magnéticos solares, una propiedad usada para inferir la intensidad del campo magnético en el "Sol en calma" (López Ariste et al. 2003, *Astrophysical Journal*, 580, 519). Hasta el momento su aplicación se ha restringido a atmósferas magnéticas demasiado simples para reflejar la complejidad del campo magnético del "Sol en calma" (Sánchez Almeida & Lites, 2000, *Astrophysical Journal*, 532, 1215). La síntesis en atmósferas realistas muestra como las líneas se debilitan conforme aumenta la intensidad del campo magnético. En particular, la aproximación de campo débil sobre-estima la contribución de los campos de 1.5 kG en dos órdenes de magnitud. Corolarios de este resultado son: la polarización que emerge de una atmósfera con campos débiles y fuertes está sesgada hacia los campos débiles, y los signos de la hfs ligados a los hG aparecen incluso cuando la energía y el flujo magnéticos están dominados por kG. Demostramos como la polarización circular depende de la inclinación del campo magnético siguiendo una ley coseno, y como la presencia de campos de velocidad complica los perfiles de polarización, que no pueden ser usados para el diagnóstico usando herramientas sencillas. Finalmente, el acuerdo entre los perfiles de intensidad observados y sintéticos asegura que las incertidumbres en las constantes hfs no limitan el uso de las líneas de Mn I en la medida de los parámetros del campo magnético solar.

## **RELACIÓN SOL-TIERRA (3I1003)**

**M. Vázquez.**

**E. Pallé y P. Montañés Rodríguez.**

J. Vaquero y M.C. Gallegos (Univ. Extremadura); F. de Ory (Inst. Nacional de Meteorología, Tenerife); R.

que va desde valores tan bajos como 1  $\mu\text{G}$  hasta varios miles de gauss.

El principal objetivo de este Proyecto es explorar, en profundidad, la física y el origen de la radiación polarizada en plasmas astrofísicos, así como su utilidad como medio de diagnóstico para descifrar y entender la actividad magnética en Astrofísica, con énfasis en el magnetismo de la atmósfera solar. Nuestras investigaciones involucran:

- La física de la polarización, lo que requiere profundizar en la teoría cuántica de la interacción radiación-materia, teniendo en cuenta procesos de "scattering" en presencia de campos magnéticos y eléctricos.

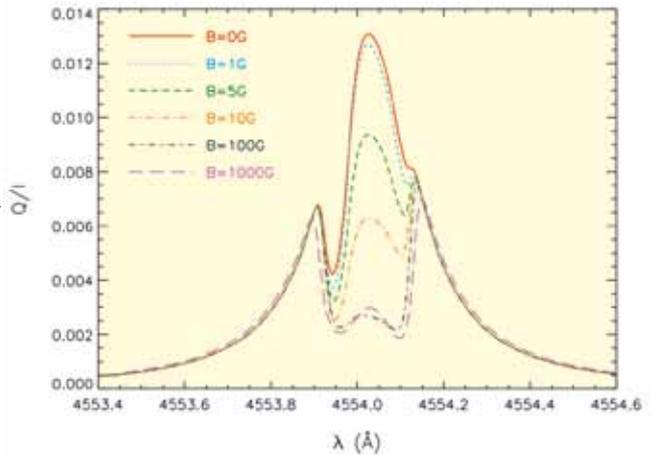
- El desarrollo de técnicas de diagnóstico de plasmas para la exploración de campos magnéticos en Astrofísica, con particular interés en los maseres astronómicos, en las envolturas circunestelares y en descifrar el complejo magnetismo de la atmósfera solar.

- Observaciones espectropolarimétricas y su interpretación en términos de modelos físicos.

- Desarrollo de métodos numéricos para la solución de problemas de transporte radiativo sin suponer equilibrio termodinámico local, con aplicaciones a modelos tri-dimensionales de atmósferas estelares resultantes de simulaciones magneto-hidrodinámicas.

- Espectroscopia y espectropolarimetría atómica y molecular, con aplicaciones en varios campos de la Astrofísica.

Este Proyecto está formado por un grupo de científicos convencidos de la importancia de complementar investigaciones teóricas y observacionales para hacer frente a algunos de los retos actuales de la Astrofísica.



*Perfiles de polarización lineal de la línea D2 del Bario ionizado producidos por procesos de "scattering", en ausencia y en presencia de un campo magnético caótico con la intensidad indicada.*

Asimismo, han realizado este tipo de estudios para la línea K y las del triplete infrarrojo del Ca II, las cuales contienen información sobre el campo magnético de la cromosfera solar. Para tal fin, han tenido en cuenta incluso las tasas colisionales de transferencia de polarización atómica entre niveles J muy cercanos al calcular las señales de polarización lineal producidas por procesos de *scattering*, las cuales son consecuencia directa de la polarización atómica inducida por el bombeo óptico producido por el campo de radiación anisótropo proveniente de la fotosfera solar. Para ello han considerado modelos atómicos realistas y resuelto las ecuaciones del equilibrio estadístico para las componentes multipolares de la matriz densidad. Han dado fórmulas para calcular las tasas colisionales en función de la temperatura y de la densidad de hidrógeno neutro. Concluyen que los niveles inferiores de las 13 líneas del multiplete 42 del Ti I están completamente depolarizados por colisiones elásticas.

La depolarización de los niveles superiores causada por las tasas de transferencia colisional entre niveles J cercanos energéticamente resulta tener un impacto despreciable en las amplitudes de polarización lineal emergentes, salvo para las líneas a 4536 Å y 4544 Å del Titanio. En cuanto a las líneas del Ca II se refiere, han encontrado que las tasas colisionales no juegan ningún papel en la polarización del nivel superior de la línea K, mientras que producen una ligera depolarización de los niveles metaestables del Ca II. Por último, sugieren que las tasas colisionales de transferencia de polarización atómica podrían tener un efecto mucho más importante en sistemas atómicos y moleculares con niveles J más cercanos energéticamente (por ejemplo, en multipletes con estructura hiperfina y/o en moléculas).

### Algunos resultados relevantes

102 Se ha realizado y publicado en la revista *Astrophysical Journal* una investigación teórica, basada en la teoría cuántica de la polarización, cuyo principal objetivo ha consistido en determinar la sensibilidad de los perfiles de Stokes de la línea D2 del Bario ionizado a la presencia de un campo magnético como consecuencia de la acción conjunta de los efectos Hanle y Zeeman. Esto ha requerido tener en cuenta que el 18% de los isótopos del Bario tienen estructura hiperfina y que los niveles F correspondientes se cruzan en un régimen de intensidad de campo magnético que va desde 50 hasta 500 gauss, aproximadamente.

## Evolución del Proyecto

### *Magnetismo Solar y Espectropolarimetría en Astrofísica*

*Atlas sintético de polarización estelar.* Con el desarrollo de nuevos polarímetros para grandes telescopios, el estudio observacional de los campos magnéticos en diversos sistemas astrofísicos es ya posible y cada vez más frecuente. Con objeto de optimizar la interpretación de este tipo de observaciones, H. Socas-Navarro, A. Asensio Ramos y R. Manso Sainz han producido un atlas espectral de polarización circular en una red de modelos atmosféricos estelares con temperaturas efectivas entre 3.500 y 10.000 K, gravedades superficiales  $\log(g)=3.5-5$ , metalicidades entre un centésimo y una vez la solar, e intensidades de campo magnético de 100, 1000 y 5000 G, calculando los perfiles emergentes de los parámetros de Stokes I y V en equilibrio termodinámico local de más de 100000 líneas espectrales. El atlas y varias herramientas numéricas están disponibles en formato electrónico y pueden ser descargados de la Web.

*El campo magnético que confina el plasma de los filamentos coronales.* Se ha desarrollado un método que permite inferir el vector campo magnético de los filamentos coronales a partir de observaciones espectropolarimétricas de los efectos Hanle y Zeeman en las líneas del multiplete del helio neutro a 1083,0 nm. Por otra parte, se han realizado y analizado observaciones espectropolarimétricas de un filamento en tales líneas espectrales. La aplicación del código de inversión mencionado anteriormente ha permitido obtener mapas 2D de las tres componentes del vector campo magnético. Los resultados forman parte de la tesis doctoral de L. Merenda, la cual será finalizada durante el año 2008.

*Magnetismo del "Sol en calma".* En cualquier instante durante el ciclo de actividad magnética del Sol la mayor parte de su superficie se encuentra cubierta por regiones no activas, aparentemente en calma. Sin embargo, cada día tenemos más y más indicios de que en realidad la fotosfera del "Sol en calma" almacena una enorme cantidad de energía magnética debida a campos magnéticos no resueltos que no dejan apenas huella en la polarización inducida por el efecto Zeeman. El indicio más claro lo tenemos de recientes investigaciones basadas en el efecto Hanle en líneas atómicas y moleculares, si bien es muy importante desarrollar y aplicar nuevos métodos de diagnóstico basados en otros mecanismos físicos. Esto es algo que se ha logrado recientemente al descubrir que existe una línea IR del manganeso cuyo perfil de intensidad es altamente sensible a la presencia de tales

campos magnéticos como consecuencia de las distorsiones debidas a la estructura hiperfina del manganeso. Se han desarrollado códigos para la modelización e inversión de este observable y de los restantes parámetros de Stokes. Su aplicación a observaciones espectropolarimétricas obtenidas con el "Tenerife Infrared Polarimeter" muestra que el campo magnético en la región en calma observada tiene una intensidad media de unos 250 G (A. Asensio Ramos y J. Trujillo Bueno en colaboración con M. Collados, A. López Ariste y M. Martínez González).

*Nuevas investigaciones sobre el ciclo solar.* Se ha aplicado la teoría de los valores extremos para el análisis de las propiedades estadísticas de los eventos extremos en el ciclo solar, obtenido a partir de la variación mensual del número de manchas. Se encuentra que la distribución del número de manchas solares está acotada. Además, se ha comprobado que, en base a los datos actuales, un ciclo solar con la amplitud del ciclo 19 se obtiene una vez cada 700 años y que la probabilidad de obtener un ciclo como el 19 con una frecuencia menor de 50 años es muy pequeña (A. Asensio Ramos).

### *Aplicaciones de la teoría cuántica de la polarización*

*Alineamiento de átomos hidrogenoides mediante campos eléctricos.* Se ha demostrado que los campos eléctricos pueden generar alineamiento atómico en niveles hidrogenoides, incluso cuando los átomos son iluminados por un campo de radiación no polarizado y sin anisotropía. Tal polarización atómica (es decir, diferencias entre las poblaciones de los subniveles correspondientes a cada nivel degenerado del átomo) no se produce, sin embargo, si sólo se excita la transición Lyman alfa. Además, no existe una contrapartida magnética de este mecanismo. El resultado es de gran interés para el diagnóstico de campos magnéticos y eléctricos en Astrofísica (R. Manso Sainz en colaboración con R. Casini).

*Colisiones depolarizantes con hidrógeno neutro.* La interpretación física de la polarización por *scattering* en líneas espectrales ofrece una nueva ventana de diagnóstico para explorar la estructura térmica y magnética de la atmósfera solar, pero requiere de un riguroso conocimiento del papel de las colisiones depolarizantes con átomos de hidrógeno neutro. J. Trujillo Bueno y R. Manso Sainz han evaluado en colaboración con M. Derouich el impacto de las colisiones isotropas con el hidrógeno neutro sobre las señales de polarización por *scattering* en las 13 líneas espectrales del multiplete 42 del Ti I, las cuales contienen información sobre el campo magnético "oculto" en la fotosfera del "Sol en calma".

de inversión de perfiles de Stokes inducidos por el efecto Zeeman basado en técnicas bayesianas. Este código ha permitido analizar en profundidad la cantidad de información sobre los parámetros físicos que está codificada en los observables, demostrando cuantitativamente que hay muchos casos en los que las observaciones no son suficientes para conocer con exactitud estos parámetros. De esta forma, se ha demostrado que muchas veces los resultados de las inversiones son dependientes de las suposiciones en las que se basan. Debido a los requerimientos computacionales de un código de muestreo de este tipo, se está actualmente trabajando sobre su paralelización para la ejecución de este código de inversión en el cluster del IAC (A. Asensio Ramos en colaboración con M. Martínez González y J. A. Rubiño).

*Método para determinar abundancias químicas.* H. Socas Navarro ha ideado un método nuevo para determinar de forma precisa la abundancia de Oxígeno en la atmósfera solar, resolviendo así una controversia existente en la comunidad científica sobre la composición química del Sol.

*Dimensionalidad intrínseca de datos espectropolarimétricos.* Mediante estimadores geométricos, se ha cuantificado la dimensionalidad del espacio en el que "viven" los observables espectropolarimétricos. Se ha demostrado que las líneas infrarojas en 1.5 micras contienen más información que las líneas visibles en 630 nm porque el subespacio en que "viven" es de mayor dimensión. Asimismo, se ha logrado demostrar, por primera vez y de forma cuantitativa, que la cantidad de información que obtenemos sobre las propiedades físicas de un plasma es una función monótona creciente del número de líneas observadas (A. Asensio Ramos y H. Socas Navarro).

*Técnica de diagnóstico de la estructura térmica y magnética de la cromosfera solar.* Se ha avanzado mucho en una investigación teórica sobre la sensibilidad magnética de la polarización lineal producida por procesos de scattering en el triplete IR del Ca II, pues dicha polarización se modifica por la acción del efecto Hanle. Se ha concluido que las líneas 8662 Å y 8542 Å del Ca II son principalmente sensibles a campos de entre 0.001 G y 0.1 G. La línea 8498 es altamente sensible a campos en todo el régimen 0.001-10 G, pero su señal de polarización es más débil. Se han obtenido diagramas para el diagnóstico de campos magnéticos mediante el efecto Hanle,

los cuales dan Q/I frente a U/I en el centro de las líneas del triplete para distintas configuraciones e intensidades del campo magnético. Además, se ha investigado la sensibilidad de tales señales de polarización por *scattering* a los gradientes de temperatura del modelo atmosférico, concluyendo que la polarización lineal observada puede usarse también como un termómetro del plasma cromosférico. Esta investigación ha requerido desarrollar antes lo que sigue siendo el único código existente que permite resolver autoconsistentemente las ecuaciones del transporte radiativo y del equilibrio estadístico teniendo en cuenta la polarización atómica generada por procesos de bombeo óptico en cualquiera de los niveles del modelo atómico considerado (R. Manso Sainz y J. Trujillo Bueno).

#### *Transporte Radiativo y Astrofísica Molecular*

*Transporte radiativo en discos protoplanetarios.* Se ha realizado un estudio teórico de la emisión de la línea fundamental de H<sub>2</sub>D<sup>+</sup> en discos protoplanetarios y se han presentado las predicciones de cómo se puede observar esta línea con el futuro interferómetro ALMA. Los resultados sugieren que la observación de esta línea molecular es de gran importancia para obtener información sobre las propiedades físicas de la parte central del disco, justo donde se piensa que se empiezan a formar los planetas. Por tanto, el análisis de esta línea espectral puede ayudar a entender los mecanismos de formación de planetas y cómo las propiedades del disco protoplanetario pueden influir en éstos (A. Asensio Ramos, en colaboración con M. Elitzur y C. Ceccarelli).

*Modelización del mapa espectral de una nebulosa planetaria.* Se ha publicado el primer mapa espectral completo, junto con su modelado, de la región entre 80 y 276 GHz de la nebulosa planetaria CRL618. La identificación de líneas moleculares es la más completa hasta la fecha, de forma que sólo un rasgo por encima de 3σ queda sin identificar en cada 2.1 GHz (A. Asensio Ramos en colaboración con el grupo de J. Cernicharo).

*Transporte radiativo en modelos tridimensionales de atmósferas estelares.* Se ha continuado con el desarrollo de un sofisticado código numérico de transporte radiativo que permite una modelización realista de las señales de polarización lineal en líneas espectrales inducidas por procesos de *scattering* en modelos tridimensionales magneto-hidrodinámicos de las atmósferas estelares. Las

# EL SISTEMA SOLAR

*Desarrollo de nuevas técnicas de diagnóstico de plasmas magnetizados*

*Desarrollo de novedosas técnicas para inferir el campo magnético de la corona solar.* Existe un enorme interés por explorar empíricamente el magnetismo de la corona solar, lo que ha llevado a investigar y proponer técnicas de diagnóstico basadas en el efecto Hanle en líneas UV, como las líneas Lyman- $\alpha$  Lyman-b del hidrógeno, y con énfasis en observaciones espectropolarimétricas en geometría "forward scattering". De gran interés sería lograr inferir el vector campo magnético de los espectaculares arcos coronales que nos muestran telescopios espaciales como TRACE y HINODE. Para tal fin, se ha propuesto un mecanismo físico mediante el cual la polarización por "scattering" en las líneas coronales prohibidas podría ser bombeada eficientemente mediante colisiones a niveles más excitados y así generar polarización en algunas de las líneas espectrales del ultravioleta extremo. Las prometedoras predicciones de ambos estudios teóricos han llevado a preparar la justificación científica y los requerimientos técnicos de dos instrumentos para un futuro telescopio solar espacial, lo que formó una parte importante de una reciente solicitud de una misión a la Agencia Espacial Europea (R. Manso Sainz y J. Trujillo Bueno).

*Código de inversión basado en técnicas bayesianas.* Se ha desarrollado el primer código

## FÍSICA DE LA MATERIA INTERPLANETARIA (P4/00)

**J. Licandro.**

**A. Oscoz, M. Serra Ricart y J. de León Cruz.**

N. Pinilla Alonso (TNG, La Palma); L. Lara, P. Gutierrez, J.L. Ortiz Moreno, L. Bellot-Rubio y R. Duffard (IAA, Granada); H. Campins e Y. Fernandez (Univ. de Arizona, EEUU); J. Fernández, G. Tancredi y N. Sosa (Univ. de la República, Uruguay); H. Rickman (Obs. de Uppsala, Suecia); L. Jorda (Lab. d'Astrophysique de Marseille, Francia); E. Dotto, M. Di Martino (Obs. de Torino, Italia); G.P. Tozzi (Obs. de Arcetri, Italia); R. Gil-Hutton (CASLEO, Argentina); D. Lazzaro y A. Alvarez, (LESIA, Obs. Paris-Meudon, Francia), G. Strazzulla y R. Brunetto (Obs. de Catania, Italia).

## Introducción

### *El caso científico*

Este Proyecto estudia las propiedades físicas de una serie de poblaciones de cuerpos menores del Sistema Solar (objetos trans-neptunianos, Centauros, cometas y asteroides cercanos a la Tierra), de los asteroides del cinturón externo relacionados (ej. los Troyanos) y de sus interrelaciones. La información que se obtenga de estos objetos es crucial para comprender el origen y evolución de nuestro sistema planetario.

Los objetos trans-neptunianos (TNOs en inglés), Centauros y los cometas son tres poblaciones diferentes pero estrechamente relacionadas de planetesimales remanentes de las primeras épocas del Sistema Solar, formados en la región del disco protoplanetario donde se encuentran los planetas gigantes y hasta unas 50 UA del Sol. Los TNOs se han formado en una región plana más allá de Neptuno conocida como cinturón transneptuniano o de Edgeworth-Kuiper y a partir del descubrimiento del primero de ellos en 1992 se han transformado en uno de los objetos de mayor interés entre los estudiosos del Sistema Solar, ya que son una fuente de información invaluable sobre la composición y condiciones reinantes en esa región de la nebulosa pre-solar.

Debido a perturbaciones gravitacionales y a colisiones mutuas, algunos TNOs se difunden hacia órbitas que están en la región de los planetas gigantes transformándose en Centauros.

condiciones de irradiación y densidad de objetos en el cinturón transneptuniano. El mismo se realiza básicamente por medio de la fotometría multibanda o la espectroscopía visible e infrarrojo. En los últimos años el grupo está llevando a cabo un programa espectroscópico con grandes resultados en el infrarrojo cercano utilizando principalmente el telescopio TNG, al que se le ha complementado con espectroscopía en el visible tanto en el este telescopio como en los telescopios WHT y NOT. La espectroscopía en el infrarrojo es particularmente importante ya que permite detectar hielos superficiales como el hielo de agua y el metano, que producen profundas bandas de absorción en las bandas H y K. Este programa hace uso de las propiedades únicas del espectrógrafo infrarrojo del telescopio TNG, NICS, que dada su baja resolución y alta eficiencia permite obtener espectros de objetos débiles con S/N similares a los obtenidos con el Keck en tiempos de exposición comparables.

En este tiempo se han obtenido los primeros espectros infrarrojos de un núcleo cometario (28P/ Neujmin 1 y 124P/ Mrkos), espectros de varios TNOs y Centauros, e incluso para el caso de dos Centauros se ha estudiado en detalle posibles variaciones espaciales de sus propiedades superficiales. Hay que destacar el reciente descubrimiento de que la superficie de uno de los mayores TNOs conocidos, 2005 FY9, es muy similar a la de Plutón, con una abundante presencia de hielo de metano. Este estudio debe continuar para obtener resultados sobre un número significativo de objetos que nos permita trabajar con modelos de formación de mantos de radiación y efectos colisionales como el de Gil-Hutton.

#### *Propiedades superficiales y rotacionales de los NEOs y objetos transicionales asteroide-cometa*

El estudio de las propiedades rotacionales de los NEOs y de los objetos transicionales se inició en 2002 y se basa en determinar por medio de series de imágenes CCD, la curva de luz rotacional y los colores de estos objetos, y así establecer el período de rotación de un número significativo de estos que permita estudiar las propiedades rotacionales de estas poblaciones.

El estudio de las propiedades superficiales se realiza en base a observaciones espectroscópicas en el visible e infrarrojo utilizando principalmente los telescopios NOT, WHT y TNG con el objetivo de hacer una determinación más precisa del tipo y propiedades mineralógicas de un grupo significativo de objetos, de manera similar a lo que se hace con los TNOs. Los estudios mineralógicos se llevarán a cabo usando los modelos de scattering superficial, y los métodos

específicamente utilizados para el análisis de la composición de los asteroides de Gaffey (Gaffey et al. 1993) y el Método de Gaussianas Modificadas (MGM, Sunshine et al 1990).

#### *Propiedades del polvo y el gas en las comas cometarias*

En éste programa se pretende obtener las propiedades del gas y el polvo en las comas cometarias por medio de imágenes CCD con filtros de banda ancha y filtros estrechos especialmente diseñados para éste trabajo, por medio de imágenes en el infrarrojo cercano y por medio de la espectroscopía CCD e infrarroja de la coma. Se estudia el continuo que procede de la dispersión de la luz solar por el polvo, y las bandas de emisión de las moléculas cometarias (CN, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>). Se estudian abundancias, y mecanismos de formación y desaparición de estas moléculas, y tasas de producción de polvo y sus características como color y tamaño. Todo esto proporciona importante información sobre la composición de los cometas y los procesos físico-químicos que tienen lugar en la coma cometaria. Se está utilizando la extensa base de datos observacionales obtenidos principalmente con los telescopios IAC-80 y TCS entre 1996 y 2000 durante la tesis de Licandro, observaciones realizadas en el infrarrojo con el telescopio TNG y observaciones que se han realizado con los filtros interferenciales en el telescopio JKT en 2002-2003, así como observaciones realizadas en La Silla (imagen y espectros visible e infrarrojo). Finalmente, se cuenta con una extensa base de datos obtenidos durante el experimento Deep-Impact en 2005. Se aplican modelos de polvo (ver Moreno et al. 2003) y de producción y vida de especies moleculares como el de Haser o el de Festou, en colaboración principalmente con L. Lara y F. Moreno del IAA y G. P. Tozzi del Oss. Arcetri.

#### **Algunos resultados relevantes**

Demostramos que existe una población de TNOs, de la cual 2003 EL61 es el objeto de mayor tamaño, que se mueven en órbitas muy similares y cuyas superficies están compuestas casi únicamente de hielo de agua (Pinilla et al. 2007). Sugerimos que se trataría de una población con una inusual carencia de carbonaceos respecto del resto de los TNOs y que explicaría la existencia de una población de cometas con una baja abundancia de carbonaceos conocida desde 1985 y cuyo origen es controversial. Se trata de el único grupo de TNOs con una relación dinámica y física tan marcada y su estudio se ha transformado en uno de los puntos más candentes en el área ya que permitirá obtener información sobre los procesos colisionales y de regeneración superficial en el cinturón transneptuniano.

Finalmente algunos Centauros, debido a perturbaciones planetarias (principalmente causadas por Júpiter) pasan a órbitas de período corto, con afelios próximos a la órbita de Júpiter, y se transforman en cometas de la familia de Júpiter (FJ). Por otra parte, los cometas de largo período (LP) y los tipo *Halley* provienen de una región esférica en la periferia del Sistema Solar conocida como Nube de Oort. Los objetos en la nube sufren perturbaciones gravitacionales debido al campo gravitatorio de la galaxia, al pasaje del Sol por nubes moleculares o por el pasaje cercano de estrellas. Estas perturbaciones hacen que algunos objetos sean enviados nuevamente hacia la región interna del Sistema Solar, pasando en algunos casos por las cercanías del Sol en órbitas muy excéntricas (cometas LP). Todos estos objetos, TNOs, Centauros y cometas, tienen un origen común en la zona externa del disco protoplanetario, y su estudio nos revela importante información sobre el estado de la materia en esta región y sobre los procesos que han tenido lugar desde los orígenes del Sistema Solar.

Otros cuerpos de interés son los objetos cercanos a la Tierra (conocidos como NEOs en inglés), que constituyen una población de cuerpos menores (asteroides y cometas) cuyas órbitas les permiten aproximarse periódicamente e incluso interceptar la órbita de nuestro planeta. Se trata de una población de objetos que no se han formado en las órbitas que ocupan actualmente, sino que provienen mayormente del Cinturón Principal de asteroides, y en menor medida, de la población de cometas FJ. El estudio de los NEOs tiene una relevancia significativa desde el punto de vista astrofísico en la medida de que nos permiten comprender los mecanismos de transferencia de objetos a esta población y de cómo está compuesta. También porque son, junto con los cometas, los precursores de la enorme mayoría de los meteoritos y meteoros.

Dada la cercanía con nuestro planeta, diversas misiones espaciales se han dirigido y se dirigirán en el futuro cercano (ej. NEAR o Deep Space 1), hacia el estudio detallado de NEOs y cometas. Pero éstas solo pueden acceder a un número muy limitado de objetos, por lo que para tener una comprensión global de los NEOs es imprescindible el estudio de un número significativo de miembros de la población desde Tierra. También hay que destacar que los NEOs no sólo presentan un interés meramente astrofísico, sino que, dado que pueden colisionar con la Tierra (de hecho muchos de ellos lo han hecho en la historia reciente de nuestro planeta), presentan un interés desde el punto de vista de la seguridad y el desarrollo de nuestra civilización. El reciente desarrollo de diversos programas de búsqueda y seguimiento de NEOs

potencialmente peligrosos, y el reconocimiento de la importancia de su estudio por el Concejo Europeo en su resolución de enero de 1996 a favor del desarrollo de programas internacionales para la búsqueda y caracterización física de los NEOs, son muestras inequívocas de la importancia que le da la comunidad internacional al estudio de estos objetos.

Además de los cometas desactivados que se pueden encontrar en la población de NEOs, existe una población de objetos cuyas características no permite establecer claramente su naturaleza asteroidal o cometaria, son los objetos transicionales asteroide-cometa. Entre los objetos transicionales se encuentran los asteroides en órbitas cometarias (ACOs) y los asteroides activados.

Se ha trabajado en una serie de programas específicos:

#### *Propiedades físicas de los núcleos cometarios*

Este trabajo consiste principalmente en la determinación del tamaño de un número significativo de núcleos de cometas de la FJ para estudiar su distribución, y de la determinación de las propiedades rotacionales de algunos núcleos cometarios, principalmente de cometas de la FJ, y el estudio de posibles variaciones de éstas (en particular del período de rotación). La determinación del tamaño de los núcleos se realiza haciendo fotometría CCD con telescopios de medio y gran tamaño (incluido el telescopio VLT) de los cometas a grandes distancias heliocéntricas donde se los presume sin actividad cometaria, asumiendo un valor para el albedo se estima el radio efectivo. Hay que destacar que se está participando en un programa de gran alcance con el telescopio espacial SPITZER para determinar con precisión el tamaño y albedo de una centena de cometas.

El estudio de las propiedades rotacionales, que se realiza obteniendo series fotométricas con CCDs, proporciona valiosa información sobre la estructura interna del núcleo (distribución de momentos de inercia, densidad y calidad del material).

#### *Propiedades superficiales de TNOs, Centauros y núcleos cometarios*

El estudio de las propiedades superficiales (composición mineralógica) es de gran importancia para determinar la composición original y posibles diferencias en las distintas regiones donde se han originado, y para estudiar los diversos procesos que afectan y modifican la superficie de los objetos helados del Sistema Solar y relacionarlos con las

analizaron también los espectros publicados de los asteroides del CP y los meteoritos, y se comparó las propiedades mineralógicas de los NEOs con estos. Hay un artículo en avanzado estado de preparación (de León et al.).

- Se inició un programa de caracterización mineralógica de los asteroides en las regiones del cinturón principal de las que provienen los NEOs de acuerdo a los estudios dinámicos. Se obtuvieron espectros visible e infrarrojo en el telescopio TNG.

- Continúa la colaboración con A. Morbidelli, especialista en dinámica de asteroides, y se está realizando un análisis conjunto de las propiedades espectrales y dinámicas.

- Nos visitó R. Brunetto con quien trabajamos en los efectos de space weathering sobre NEOs y publicamos un artículo (Brunetto et al. 2007).

Para el caso del programa de propiedades superficiales y rotacionales de los objetos transicionales asteroide-cometa:

- Se envió para su publicación el artículo con resultados definitivos sobre la muestra completa de espectros de los asteroides en órbitas cometarias (Licandro et al.). Nos visitó A. Alvarez-Candal del grupo de A. Barucci (Francia) y H. Campins, quienes estuvieron trabajando en este tema.

- Se publicó en *Astronomy & Astrophysics* un artículo (Licandro et al. 2007) donde se presentan evidencias de la naturaleza asteroidal de un caso paradigmático de objeto transicional, el 3200 Phaethon.

- Se realizaron dos campañas de observación desde el ORM y otra con el telescopio VLT en las que se obtuvieron imágenes y espectros de 2 de los 3 "main belt comets". Se presentaron resultados preliminares en dos congresos, el Europlanets 2007 (Licandro et al.) y el DPS 2007 (Licandro et al.)

- Se han obtenido nuevos espectros de asteroides en órbitas cometarias, esta vez de objetos en órbitas tipo Halley, también conocidos como Damocloides. Esto permitirá una futura comparación con los asteroides en órbitas tipo cometas de la FJ.

Para el caso del programa de propiedades superficiales de TNOs, Centauros y núcleos cometarios:

- Se publicó un artículo donde se muestra que

existe una población de TNOs, de la cual 2003 EL61 es el objeto de mayor tamaño, que ocupan una región restringida en el espacio de parámetros orbitales y cuyas superficies están compuestas casi únicamente de hielo de agua (Pinilla et al. 2007) y donde sugerimos que se trataría de una población con una inusual carencia de carbonáceos respecto del resto de los TNOs. Se trata del único grupo de TNOs con una relación dinámica y física tan marcada y su estudio se ha transformado en uno de los puntos más candentes en el área.

- Se hicieron dos presentaciones en congresos sobre este tema, Europlanets 2007 (Pinilla et al.) y DPS 2007 (Licandro et al. conferencia invitada).

- Se obtuvieron espectros con resolución rotacional del TNO 2003 EL61 y se trabajó junto con el R. Brunetto (quien nos hizo una visita), en modelos de scattering donde se concluyó que este objeto está cubierto de una mezcla 1:1 de hielo de agua en forma amorfa y cristalina. Hay un artículo en avanzado estado de preparación (Pinilla et al.) donde se analizan las consecuencias de esta composición superficial.

- Se han obtenido espectros de varios TNOs y Centauros, en particular se ha observado en el visible a algunos posibles miembros de la población de 2003 EL61.

- Se continuó con la colaboración establecida con el grupo del Dr. Strazzulla del Obs. de Catania, Pinilla trabajó en los experimentos allí realizados y se recibió la visita de R. Brunetto con quien se estuvo trabajando en el análisis de dichos experimentos y la planificación de experimentos futuros, y la aplicación de estos resultados utilizando modelos de scattering al estudio de los TNOs, en particular a aquellos con abundancia de hielo de agua.

En lo relativo al programa de propiedades nucleares de cometas:

- Se participó en un programa de observación con el telescopio Spitzer (Fernandez et al.) que ha recibido 105 horas de tiempo de telescopio cuya ejecución acaba de finalizar. Estamos participando en el análisis de los datos.

En lo relativo al programa de comas cometarias:

- Se trabajó en las observaciones obtenidas durante la campaña de seguimiento del experimento Deep Impact desde el ORM, campaña liderada

# HISTORIA DE LA ASTRONOMÍA

## Evolución del Proyecto

Durante 2007 el grupo ha publicado 5 artículos en revistas con árbitro, hay 2 en prensa y al menos 4 en un estado muy avanzado de preparación.

Se asistió a 2 congresos internacionales, a 1 taller a nivel internacional y otro a nivel nacional. Se presentaron un total de 7 trabajos orales y 5 pósters. Licandro impartió una conferencia invitada.

Se dedicó un esfuerzo muy especial en participar en varias propuestas que se presentaron a la ESA "Cosmic Vision 2015-2025". Finalmente J. Licandro ha estado entre los proponentes de las siguientes (en orden de prioridad):

- Marco Polo: propuesta para realizar una misión a un NEA primitivo que incluye la toma de muestras y retorno de las mismas a Tierra (IP A. Barucci, Francia)
- Triple F: propuesta para realizar una misión a un cometa que incluye la toma de muestras y retorno de las mismas a Tierra (IP M. Koppers, MPI, Klatenburg-Lindau, Alemania)
- Darwin: detección y caracterización de planetas tipo Tierra en estrellas cercanas al Sol (IPA. Leger, IAS, Francia)

El grupo ha tenido especial participación e interés en Marco Polo. J. Licandro concurre a Tokio donde se acordó la participación de JAXA en el consorcio, y a un taller posterior en París donde se terminó la propuesta. Presentó Marco Polo en el taller ASTRID en Madrid. También ha presentado una Acción Complementaria al Programa Nacional del Espacio (ESP2007-29065-E) que fue aprobada para financiar la primera fase de participación en Marco Polo.

De las tres mencionadas Marco Polo ha pasado a la fase de estudio de viabilidad y ya hemos comenzado los contactos para fijar nuestra participación en tres áreas fundamentales: grupo científico de la misión; observaciones desde Tierra en soporte de la misión y definición del NEO a estudiar y definición de la instrumentación y participación en la construcción de alguno de los sub-sistemas.

Para el caso del programa de propiedades superficiales y rotacionales de NEOs:

- Se presentó el análisis de la base de datos del grupo junto con el de los espectros de NEOs, se

## ARQUEOASTRONOMÍA (P7/93)

**J.A. Belmonte.**  
**C. Esteban y N. Miranda.**

L. Costa Ferrer (Madrid), J.L. Escacena (Univ. de Sevilla); M. Fekri (Univ Minufiya, Egipto); C. González (UAM), O. González (Museo de la Ciencia y el Cosmos, Tenerife); M. Hoskin (Univ. de Cambridge, Reino Unido); D. Kolev (Inst. Astronomía, Academia Búlgara); R. Mauricio (Historic Preservation Office, Micronesia); M.A. Molinero y A. Tejera (Univ. de La Laguna); S. Moret y J. Pérez Ballester (Univ. de Valencia); M.A. Perera (Cabildo de Lanzarote); R. Schlueter (UNED, Las Palmas); M. Shaltout (Helwan Obs., Egipto); M. Zedda (Soc. Archeofila Sarda, Cerdeña, Italia).

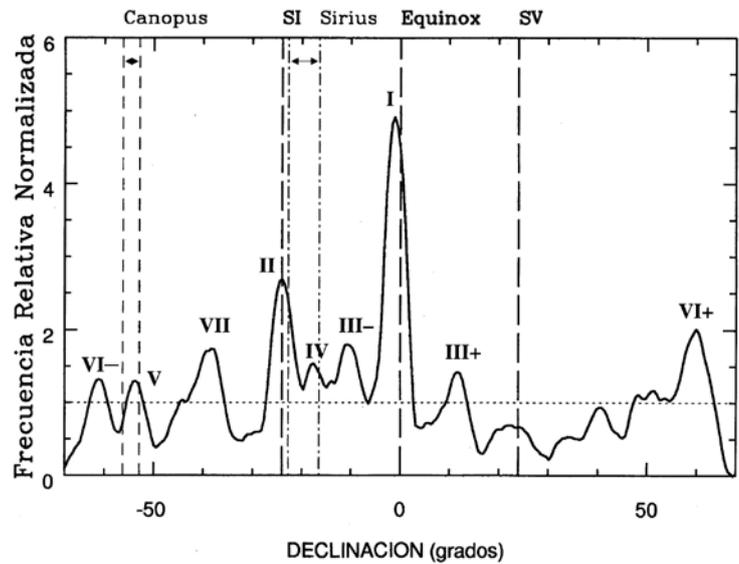
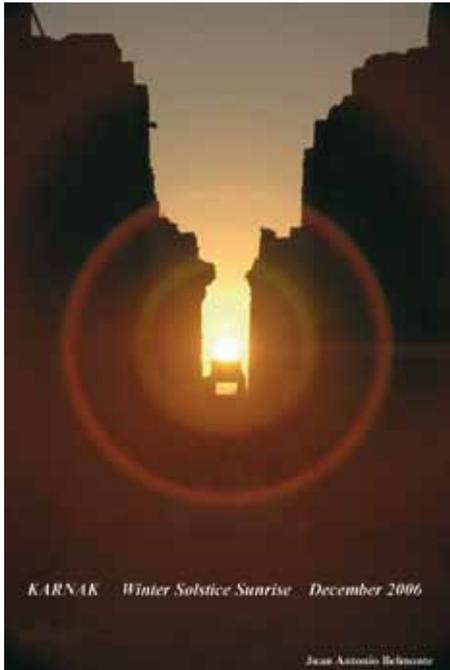
## Introducción

Este Proyecto tiene como objetivo fundamental determinar la importancia de la Astronomía como parte integrante de la cultura y de la civilización desde el Paleolítico a nuestros días. El interés del grupo se centra, en especial, en los pueblos del antiguo ámbito Mediterráneo desde el Atlántico al Oriente Medio, con una dedicación especial a España, su entorno geográfico inmediato y el Egipto antiguo. Sin embargo, también se tienen ramificaciones en el área del Pacífico y en Mesoamérica.

## Algunos resultados relevantes

Después de las campañas realizadas en los últimos cuatro años, la reducción y análisis de la mayoría de los datos y la publicación de los mismos (Shaltout y Belmonte 2005; Belmonte y Shaltout, 2006; Shaltout, Belmonte y Fekri, 2007) se puede afirmar, sin lugar a dudas, que los templos del Egipto antiguo estaban orientados astronómicamente.

En realidad, los templos se situaban y orientaban de acuerdo al paisaje, tanto terrestre como celeste, con el fin de plasmar el orden cósmico, la *Maat* en la tierra. Los resultados preliminares del análisis estadístico de la orientación de los templos se muestran en la Figura 1 y demuestran claramente que se seguían una serie de patrones o familias. Una de las más sugerentes, con ejemplos a todo lo largo y ancho de la geografía egipcia y durante toda la época faraónica es la familia solsticial (Ver Figura 2).



Figuras 1 (izquierda) y 2 (arriba).

brillante de los cielos del Egipto antiguo.

*La familia meridiana (o norteña).* Con dos picos localizados a las declinaciones respectivas de  $-61^{\circ} \pm 3/4^{\circ}$  y  $+60^{\circ} \pm 3/4^{\circ}$ , éstos son lo que habitualmente se denominan "picos de acumulación" y nos hablan claramente de la gran importancia que tenían las orientaciones cercanas a la línea meridiana o, en algunos casos, las orientaciones precisas al norte verdadero. En realidad, las familias I y VI son las dos caras de una misma moneda. Ambas son representativas de la preferencia de los egipcios por las orientaciones cardinales de acuerdo a sus necesidades de planificación siguiendo el orden lógico del cosmos. La idea que se ha defendido es que estas orientaciones se obtenían de hecho mediante la observación de ciertas configuraciones de estrellas o asterismos cercanos al polo norte celeste, como su orto u ocaso, su paso por el meridiano o su máxima digresión. En particular, creemos que la constelación de la "Pierna de Toro", *Mesjetiu*, sería el referente principal, como astro "imperecedero" por excelencia.

hacia el norte y girando luego el eje bien  $45^{\circ}$  o  $135^{\circ}$  hasta definir el que sería el eje de simetría definitivo del edificio. Algunos de los templos de Millones de Años de Abidos y de Tebas son ejemplos de esta idea. Resulta sugerente darse cuenta de que todas las direcciones necesarias para obtener las orientaciones de las familias I, VI y VII podrían haberse definido mediante una única observación hacia el norte de una cierta configuración estelar, mediante un antiguo instrumento de tránsito del que nos se conservaría ninguna copia pero sí su imagen esquemática que no sería otra que la representada en el signo de la diosa Seshat.

En resumen, cada uno de los picos que aparecen en el histograma pueden explicarse de manera razonable mediante hipótesis astronómicas muy sencillas que involucran a las estaciones principales del Sol, a las dos estrellas más brillantes de los cielos de Egipto y, finalmente, a la constelación de *Mesjetiu*, sin lugar a dudas uno de los asterismos más importantes en el contexto de la religión egipcia desde al menos el Reino Antiguo.

En este mismo contexto se ha llevado a cabo el análisis de los datos de los monumentos funerarios obtenidos en las cinco campañas, encontrándose patrones muy similares a los de los templos que permiten contextualizar los resultados iniciales que fueron presentados a la reunión anual de la SEAC en Klaipeda. Como complemento al Proyecto en Egipto, se han reducido y analizado los datos de la campaña arqueoastronómica realizada en Libia donde se estudiaron ciertos yacimientos de la Cirenaica, región ésta que en la antigüedad

*La familia de las direcciones cardinales intermedias.* Esta familia está asociada a un pico localizado a una declinación de  $-39^{\circ} \pm 3/4^{\circ}$ , aunque también existe su simétrico a  $\sim 40^{\circ}$  pero con una frecuencia por debajo de la media. Esta familia vendría definida por aquellos templos con una orientación cercana a las líneas SE-NO y SO-NE y es en realidad un subgrupo de lo que podríamos denominar la superfamilia cardinal, integrada por las familias I, VI y VII. En nuestra opinión, esta orientación se conseguía mediante una alineación primordial

## Evolución del Proyecto

Este ha sido un año en que se ha sacado partido de la media docena de campañas de trabajo de campo que se llevaron a cabo en 2006, reduciendo y analizando los datos, preparando las publicaciones y presentaciones a congresos correspondientes y elaborando nuevos planes para el proyecto que garantizan su continuidad y la difusión de sus resultados a todos los niveles.

Ha seguido en marcha la línea de trabajo para el estudio arqueoastronómico de los monumentos de la civilización faraónica en Egipto y más allá, en colaboración con el astrónomo egipcio Prof. Mosalam Shaltout del Obs. de Helwan y su compatriota el epigrafista Prof. Magdi Fakri de la Univ. Minufiya, bajo el auspicio del Consejo Supremo de Antigüedades de la República Árabe de Egipto. Esta es por ahora la línea de investigación principal del Proyecto.

En este año se ha llevado a cabo el análisis de los datos de los templos de la 5ª campaña realizada a finales de 2006 y se ha comenzado los estudios comparativos y el análisis estadístico con los 330 templos de la muestra obtenidos hasta la fecha. Esta representa más de un 90% de los monumentos que se conservan en el país. Los resultados de este análisis estadístico global son muy sugerentes. Como muestra el histograma presentado en la Figura 1, se encuentran un total de nueve (9) picos significativos por encima de la media que corresponderían a siete (7) familias diferentes de alineamientos astronómicos para los antiguos templos, pues cuatro de ellos (III+ y –o VI+ y –) se puede agrupar por parejas. Estas familias se pueden clasificar de la siguiente forma, donde los números romanos que identifican a la familia son los mismos que los usados en la Figura 1.

*La familia "equinoccial" u oriental.* El pico corresponde a una declinación de  $-1^{\circ}\pm\frac{3}{4}^{\circ}$ . Esto sugiere una orientación al sol "equinoccial" pero cuando el disco ya ha surgido por completo sobre el horizonte y no al primer contacto. Sin embargo, hay otra solución posible que se ha de tener en cuenta. Esta familia podría ser en realidad el resultado de una orientación siguiendo la línea meridiana (probablemente hacia el norte verdadero) mientras que luego la puerta del templo se abriría en la dirección perpendicular hacia el este, siguiendo técnicas estándar de delineación. Los templos de los complejos piramidales serían el ejemplo típico de este proceder, de forma que el eje norte-sur de la pirámide sería el primer elemento del complejo obtenido en las ceremonias

de fundación, mientras que su templo asociado abriría sus puertas posteriormente hacia el oriente.

*La familia solsticial.* Con un pico en  $-24^{\circ}\pm\frac{3}{4}^{\circ}$ , este grupo está claramente dominado por una serie de templos orientados a la salida del sol en el solsticio de invierno, aunque también hemos documentado otras orientaciones solsticiales. Esta era la costumbre dominante en los templos del Alto Egipto. Se ha discutido largamente la importancia del solsticio de invierno con respecto a la idea, muy extendida en el Mediterráneo antiguo, de que esta fecha representa el nacimiento de la divinidad solar y se ha postulado que esa correlación cobraría especial importancia a principios del Reino Medio, cuando el año nuevo (*wpt mpt*) ocurría precisamente en esa época. Esto podría explicar la importancia otorgada a Tebas y a su nuevo dios titular Amon-Re a partir de ese momento. Alguno de los monumentos más singulares de Egipto siguen este patrón tal como se puede observar en la Figura 2.

*La familia del sol estacional.* Este grupo de templos está integrado por dos series de edificios orientados a valores absolutos de la declinación cercanos a  $11^{\circ}$  e incluiría varios templos con orientaciones en un intervalo peculiar de declinaciones positivas ( $11\frac{1}{2}^{\circ}\pm\frac{3}{4}^{\circ}$ ) y negativas ( $-11^{\circ}\pm\frac{3}{4}^{\circ}$ ). Especulamos con la idea de que esta familia también tenga un origen solar. El caso más sugerente de este grupo es el del templo mayor de Abu Simbel pero también incluiría otros ejemplos singulares en diversas regiones de Egipto. Otros componentes de esta singular familia sería el complejo de templos que integraban el santuario del dios solar Re en Heliópolis, cuya orientación es lógico esperar que tuviese un origen solar. En realidad, la "familia solsticial" podría interpretarse como un subgrupo más especializado de ésta.

*La familia Sothiaca o de Sopdet.* Es de sobra conocida la importancia que en el Egipto antiguo tuvo la estrella Sirio, llamada *Sopdet* por los egipcios y referida como *Sothis* por los griegos del país. Esta familia está representada por un pico centrado a  $-17\frac{3}{4}^{\circ}\pm\frac{3}{4}^{\circ}$  que se corresponde con la declinación de Sirio durante gran parte de la época faraónica. Esta familia tiene representantes a lo largo de todo Egipto y refuerza la idea de la importancia que los egipcios concedían a este avatar de la diosa Isis.

*La familia de Canopo.* La confirmación de la existencia de esta familia es más problemática y debe ser considerada a modo de hipótesis aunque Canopo era, tras Sirio, la segunda estrella más

tiene por título preliminar el de "In Search of cosmic order: selected essays on ancient Egyptian astronomy" y su elaboración está ya en marcha.

La Astronomía del Antiguo Egipto, en general, ha seguido siendo un objetivo importante para este año. Singularmente, por un lado, hemos continuado las investigaciones sobre las antiguas constelaciones egipcias en colaboración con J. Lull, con estudios centrados en el estudio de los "cúmulos" estelares presentes en los techos astronómicos del Reino Nuevo y en la interpretación del controvertido Zodiaco de Denderah. Por otro, y dentro del marco de los estudios de doctorado de N. Miranda, bajo la dirección conjunta del profesor de egiptología de la Univ. de La Laguna M.A. Molinero, que supervisa las cuestiones de epigrafía e iconografía egipcias, y del IP de este Proyecto, que se encarga de supervisar las cuestiones astronómicas, se han analizado los datos obtenidos en la campaña de diciembre de 2006 que han permitido, junto al trabajo bibliográfico, la preparación de un extenso catálogo de representaciones, imágenes y textos asociados, en los que aparece la diosa Seshat, divinidad de la escritura y del cómputo del tiempo, en sus diferentes facetas. Este catálogo es el núcleo de su trabajo de investigación sobre esta diosa que debiera conducir a la presentación de su Memoria de Investigación y a la defensa de su DEA en un futuro cercano.

Cambiando completamente de cultura y localización geográfica, este año se ha culminado el análisis de los datos de los templos y las necrópolis fenicio-púnicas de la isla de Ibiza y Cerdeña, que complementa al que se ha realizado en la Península Ibérica y el norte de África, con el fin de preparar una monografía sobre el tema. Ya se ha comenzado a redactar pero se trabaja a un ritmo muy lento debido al traslado a la Univ. Autónoma de Madrid de C. González, persona encargada de coordinar la labor.

En este mismo sentido, este año se ha seguido con el estudio de los monumentos megalíticos de Bulgaria, pertenecientes a la cultura Tracia, en colaboración con C. González y D. Kolev del Inst. de Astronomía de la Academia Búlgara de Ciencias, aunque no se ha podido llevar a cabo la segunda campaña arqueoastronómica planeada, con el fin de medir el resto de los monumentos,

debido a problemas de agenda y la dificultad de coordinar el trabajo. En cualquier caso, se ha realizado un análisis preliminar de los datos disponibles que fue presentado en la reunión anual de la SEAC en Klaipeda. Este análisis muestra, de forma tentativa, que el patrón de orientación de los dólmenes tracios sigue reglas determinadas por el simbolismo religioso de su propia cultura.

Por otra parte, tras la visita de M. García Quintela y C. González al IAC en primavera, se consolidó la colaboración con un grupo de arqueólogos gallegos especializados en el arte rupestre de las Edades del Bronce y el Hierro. Durante esta visita se trabajaron los datos obtenidos en Galicia en febrero del año anterior. Los resultados preliminares obtenidos en los paneles rupestres del suroeste de la comunidad se presentaron en la reunión anual de la SEAC y actualmente se está tratando de contextualizarlos en el marco más amplio de arte rupestre gallego de esas edades, incluyendo la incorporación de nuestro trabajo en una monografía temática.

Se ha avanzado en la recopilación de datos etnográficos sobre la cultura tradicional de la isla de Pohnpei (Estados Federados de Micronesia) para contextualizar e interpretar los datos arqueoastronómicos recogidos en el trabajo de campo realizado en 2006, en vista de publicar los resultados en 2008. Por otra parte, durante una visita a la isla de Guam (Islas Marianas, Micronesia) se obtuvo información arqueológica y se realizó trabajo de campo en varias cuevas prehistóricas de la isla. Para ello se dispuso de la colaboración del personal del Guam Historic Preservation Office: V. April, R. Olmo y A. Ramírez.

En 2007 varios miembros del Proyecto y sus colaboradores asistieron a la XV reunión anual de la Sociedad Europea para la Astronomía en la Cultura, SEAC, que bajo el título "Astronomy and Cosmology in Folk Traditions and Cultural Heritage", se celebró en Klaipeda (Lituania) la última semana del mes de julio. En él se presentaron diversas contribuciones donde se mostraron los resultados en varias de las líneas de trabajo abiertas en el marco de este Proyecto. Adicionalmente, el IP desempeñó sus tareas como miembro del SOC y Presidente de la sociedad. Este año se nos invitó, además, a participar en los congresos "Starlight", celebrado en Santa Cruz de La Palma en el mes de abril, y "I Encontro de Archeoastronomía Ibérica",

# ÓPTICA ATMOSFÉRICA Y ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL

tuvo lazos culturales importantes con el antiguo Egipto. Los resultados más sugerentes proceden de los diagramas e histogramas de orientación de la ciudad de Cirene. Actualmente se están cotejando estos resultados con los obtenidos no sólo en Egipto sino también en nuestros trabajos de la última década en otras ciudades antiguas del norte de África, como Sbeitla o Sabratha, que muestran patrones similares.

Este año también se han dedicado esfuerzos notables tanto en el planeamiento como en la organización de dos objetivos singulares. Por un lado, estos esfuerzos se han dirigido en la línea de continuar el trabajo de campo en el norte de Sudán una vez se haya finalizado en Egipto. La posibilidad de falsar los resultados obtenidos en Egipto en territorio sudanés parece extraordinariamente sugerente. Por otro, se ha planificado la preparación de una monografía en donde se puedan recoger de forma coherente los trabajos realizados en Astronomía del Egipto Antiguo en estos últimos años por parte del equipo y sus colaboradores, así como de un cierto número de investigadores invitados. La obra planificada

## **CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS (7I2301)**

**C. Muñoz-Tunón.**

**A.M. Varela Pérez, J.A. Castro Almazán, H. Vázquez Ramio, B. García Lorenzo y P. Bonet Márquez.**

**Colaboradores del IAC: J.J. Fuensalida, M. Collados, J.M. Delgado y L.F. Rodríguez.**

J. Vernin (Univ. de Niza, Francia), R. Rutten (ING, La Palma), S. Ortolani y C. Bertolin (Univ. de Pádua, Italia), M. Sarazin (ESO, Alemania). Miembros del Proyecto NA2 de OPTICON y del WP12000 del Proyecto "ELT design study" del FP6.

## **Introducción**

Durante el primer semestre del 2007 han continuado las campañas de prospección astronómica en la Degollada del Hoyo Verde en el Observatorio del Roque de los Muchachos midiendo seeing y meteorología. Las novedades han sido la incorporación e instalación de una nueva estación de sondeo en el Observatorio del Teide, análoga a la existente en las Lajitas (ORM), que consiste en un Differential Image Motion Monitor completamente automático (DIMMA) y una estación meteorológica automática (AWS). El DIMMA ha sido desarrollado por la empresa IMASDÉ (ahora INERZA, S.A.) según diseño y prototipo del IAC. Asimismo, en colaboración con el personal del NOT, se ha puesto en funcionamiento (dato por minuto) un contador de partículas del aire (desde 0.3 a 10 micras). Los resultados en tiempo real son accesibles a través de la página Web del proyecto: <http://www.iac.es/project/sitestesting/site.html> (en Airborne Dust Counter). En septiembre 2007 se ha calibrado con el DIMM el MASS-DIMM (un sistema compuesto por un DIMM y un MASS o Multi Aperture Scintillation Sensor) que entrará en funcionamiento en el 2008 para la campaña de selección de sitio del Extremely Large Telescopes (ELT). Se ha iniciado una colaboración con el Área de Investigación e Instrumentación Atmosférica del INTA para intercambiar imágenes y resultados de satélites de observación atmosférica, especialmente

relacionadas con el estudio de aerosoles y nubes. Desde 2004 estos trabajos se gestionan y coordinan a partir de una red de cooperación internacional (Co-ordination and Integration of ENO facilities) dentro de Optical Infrared Co-ordination Network for Astronomy (OPTICON), en particular actividades de investigación y nuevas técnicas innovadoras relacionadas con el site testing para telescopios gigantes o Extremely Large Telescopes (ELT) se conducen desde un proyecto denominado Joint Research Activity: Site Characterisation of the Canarian Observatories.

Esta red básicamente pretende hacer disponible la información entre todos los participantes y posibilitar medidas coordinadas de los parámetros asociados a la caracterización astronómica de los Observatorios: seeing y perfil vertical de turbulencia  $C_N^2$  (necesario para implementar técnicas para compensar los efectos en la degradación de la imagen), meteorología, sismicidad, porcentaje de noches fotométricas, vientos troposféricos, aerosoles, nubes, vapor de agua, ozono, etc.

Se han implementado técnicas estándar conjuntas para medir la turbulencia atmosférica durante la noche; parte del equipo participa en propuestas que han sido pioneras en el diseño y desarrollo de técnicas e instrumentos.

Los miembros del grupo participan activamente en el proyecto del «ELT design study» bajo el marco del FP6 (<http://www.otri.iac.es/elt>) y en subcomités (Site Properties & Operation) del Comité Científico Internacional (CCI) (<http://www.iac.es/eno.php?op1=5&lang=en>).

La lista de paquetes de trabajos y tareas se describe en <http://www.otri.iac.es/files/na2/na2-9GsB0.PDF>. Los documentos correspondientes al primer Informe Anual 2007 del Networking Activity (NA2) dentro del Proyecto OPTICON están enlazados en <http://www.otri.iac.es/na2/>, en General Documents.

#### Medidas del seeing nocturno

Se ha continuado la campaña de caracterización en Degollada del Hoyo Verde (DHV), al suroeste del telescopio GTC, donde se trabaja desde 2002. Este lugar ha sido preseleccionado para la búsqueda del mejor enclave para albergar un futuro giga telescopio europeo (50-100 m) o ELT. Las medidas *Figura 2. Comparación del valor del seeing obtenido por el DIMM del MASS-DIMM (i.e. DIMM-ELT), en rojo, y el DIMM del IAC (DIMM-IAC), en verde. El MASS mide la turbulencia por encima de 1 km de su localización (mide lo que llamamos atmósfera libre), por tanto el valor del seeing es menor que el valor integrado en todas las capas de turbulencia que aporta el DIMM. La conclusión final de la calibración es que el DIMM-ELT fue satisfactoriamente calibrado utilizando el DIMM-IAC.*

de seeing se realizan con un instrumento basado en la técnica de movimiento diferencial de imagen o DIMM. Se ha utilizado una cámara CCD ST-237 de Santa Bárbara Instruments instalada en el 2004.

Datos y estadísticas del seeing están ahora disponibles en la página Web del Proyecto <http://www.iac.es/project/sitesting/site.html>, en "Statistics and Data" - "Seeing Results".

La DHV satisface las condiciones de excelencia ópticas obtenidas en otros lugares del ORM en años anteriores.

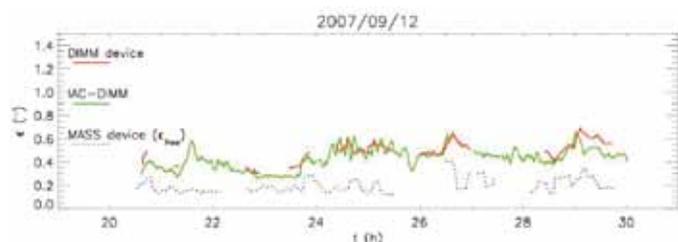
Los resultados del seeing obtenidos en la DHV en 2007 (incluye enero, febrero, marzo y junio. No hay datos entre abril y mayo por resolución del contrato de observador del DIMM) aportan media y mediana de 0.81" y 0.65" respectivamente (el verano está inframuestreado). En verano 2007 se desmonta el DIMM para instalarlo en las proximidades del telescopio JKT con el objetivo de calibrar el MASS-DIMM (híbrido entre un Multi Aperture Scintillation Sensor y un DIMM) que funcionará en el 2008 para la selección de sitio del futuro EELT. Habrá otros cuatro instrumentos análogos en otros lugares candidatos a albergar dicho telescopio Ventarrones (próximo a Paranal, Chile), Macón (Argentina), Aklim (Marruecos) y OT (España).

La siguiente imagen muestra el MASS-DIMM consistente en un Celestrón C11 (Ø11'), montura ASTELCO y una CCD PixelFly PCO. Más información en Doc n°. ELT-PLA-IAC-12200-0009,



Figura 1. MASS-DIMM durante la campaña de calibración con el DIMM en el ORM con parte del equipo participante.

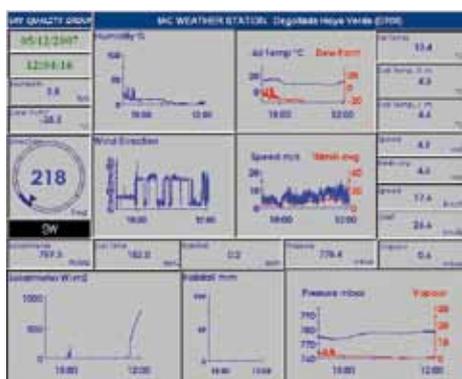
EL MASS-DIMM fue calibrado con el DIMM en septiembre de 2007. Se obtuvo un excelente acuerdo entre ambos instrumentos, tal y como muestran los valores del seeing en la Figura 2.



## Medidas sistemáticas de parámetros meteorológicos

Los parámetros meteorológicos: temperatura del aire y la humedad relativa a 2 m del suelo, velocidad, dirección y ráfagas de viento a 10 m, presión barométrica, presión de vapor, temperatura de suelo y subsuelo, pluviosidad, etc. se han registrado continuamente a razón de un dato por minuto.

Los ficheros de datos, gráficas y estadísticas están disponibles en <http://www.iac.es/project/sitesting/site.html> en "Statistics and Data" Meteorology. Un enlace Web permite obtener un display de las medidas de meteorología en tiempo real <http://www.iac.es/proyect/sitesting/onlinepro/wstation.html> (ver Fig. 3). A su vez, los datos se transfieren a una plantilla Web para ser utilizada en la miniview



del ORM (<http://catserver.ing.iac.es>) y a una base de datos del IAC.

Figura 3. Izquierda. Parámetros meteorológicos proporcionados en tiempo por la estación meteorológica automática (AWS) del IAC en la DHV (ORM).

Se han incorporado a la estación astroclimática las medidas proporcionadas por el contador de partículas de aire (incluye polvo local) instalado en la sala de mantenimiento del telescopio NOT. Este instrumento, Met One Particle Counter de Pacific Instruments (ver Fig. 4), es similar al utilizado en Paranal (Chile) (<http://www.eso.org/gen~fac/pubs/astclim/paranal/aerosol/>) y dispone de un láser que permite contar por dispersión las partículas en suspensión por debajo de 10 micras (PM10), a través de 6 canales centrados en 0.3, 0.5, 1, 3, 5 y 10 micras. El tiempo de muestreo es de un dato/minuto.

## DIMM Automático (DIMMA)

En verano de 2007 se ha montado un DIMM completamente automático (o DIMMA) en el OT (ver Fig. 6) cuyo principal objetivo es la obtención continua de medidas de seeing nocturno y de parámetros meteorológicos de modo completamente automático y robótico, alimentándose de paneles solares y sin operación

humana. Este DIMMA es idéntico al ya existente en el ORM y se estima su puesta en marcha de manera



Figura 4. Contador de partículas del aire instalado en el ORM.

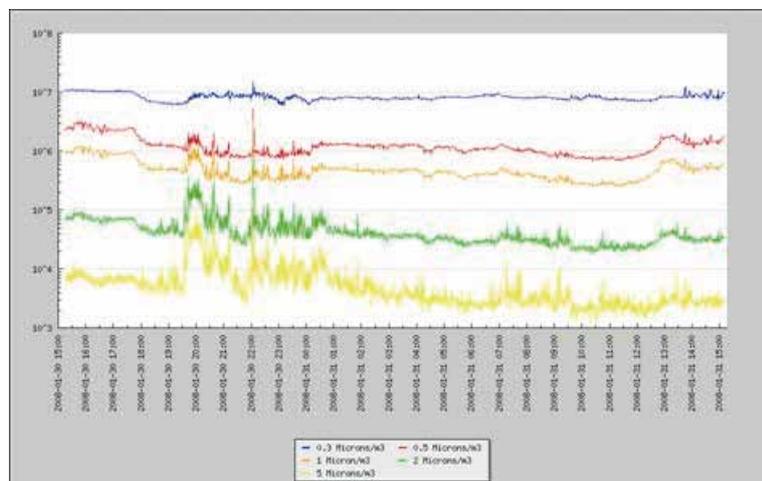


Figura 5. Variación del número de aerosoles entre 0.3 y 5 micras proporcionadas por el contador de partículas del Grupo de Calidad del Cielo del IAC instalado en las proximidades del NOT en el ORM.



Figura 6. DIMMA en el OT (entre la OGS y el Centro de Visitantes).

DIMM en el ORM como parte de la campaña de selección de sitio para el ELT (FP6).

El MASS-DIMM se ha calibrado con el DIMM resultando un excelente acuerdo entre ambos.

Se ha puesto en marcha de manera rutinaria un contador de partículas de aire (incluye polvo local) en el área del telescopio NOT. Los datos y gráficas se proporcionan en red en tiempo real.

Se ha iniciado la actualización de la página Web de Proyecto, mejorando algunos problemas de uso y acceso a las bases de datos.

El índice de aerosoles y el espesor óptico de aerosoles que proporcionan en la actualidad los satélites no son una herramienta útil para la caracterización local de la presencia de polvo atmosférico sobre enclaves de orografía abrupta como Canarias o Mauna Kea (Hawai, EEUU).

Se ha mejorado el software automático para determinar la velocidad de las capas de turbulencia a partir de los datos de G-SCIDAR, incluyendo los efectos de proyección del vector de velocidad de viento en la línea de las observaciones.

### Participación en foros científicos

Participación en Site Site Characterization Workshop en México, los días 12-14 de marzo (<http://www.astroscu.unam.mx/congresos/astrosites2007/>).

Participación en Symposium on seeing, en Hawai (EEUU), los días 20-22 de marzo (<http://mkwc.ifa.hawaii.edu/symposium>).

Participación en ARENA Workshops celebradas en Tenerife, los días 26-29 de marzo y en Roma, los días 11-13 de junio ([http://www.aip.de/arena\\_robot/index.html](http://www.aip.de/arena_robot/index.html) y <http://herschel.ifsirroma.inaf.it/arena/index.html>).

Participación en ELT – WP12000 Progress Meeting FP6 celebradas en Niza (Francia), los días 12-13 de febrero y en Madrid, el 27 de noviembre (<http://www.otri.iac.es/elt>).

Participación en SPIE: Remote Sensing, celebrado en Florencia (Italia), los días 17-20 de noviembre (<http://spie.org/>).

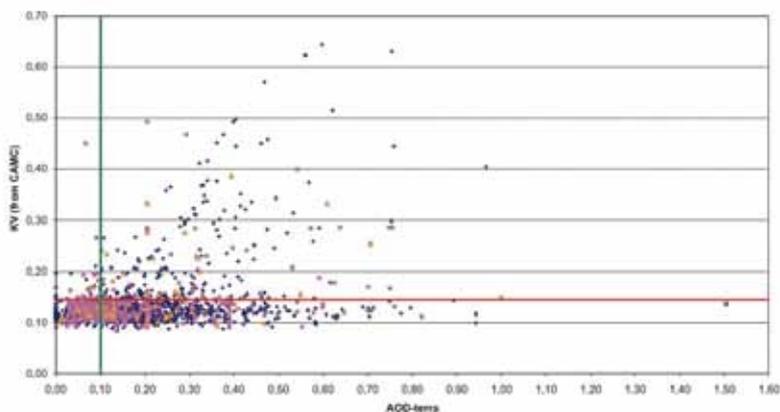
Participación en OSC Meetings, celebrado en La Palma los días 28 de febrero y 9 de octubre.

Participación en las reuniones de los subcomités del CCI para la Caracterización de los Observatorios (SUCOSIP) celebradas en Madrid los días 1 de junio y 26 de noviembre (<http://www.otri.iac.es/na2/>).

### Otros

Se ha respondido a consultas requeridas por grupos externos relacionados con la caracterización de sitio y se ha dado apoyo y respuesta a otros colectivos a través del Gabinete de Dirección del IAC y de los medios de comunicación.

Figura 7. Espesor óptico de aerosoles obtenido por MODIS a bordo de AQUA frente a la extinción atmosférica medida por el CAMC. Puntos azules indican aerosoles terrestres, rosa son los marinos y amarillos indican calima en capa superficial (bajo mar de nubes). Sólo existe correlación entre ambos cuando se trata de aerosoles terrestres que alcanzan la cota del Observatorio (cola de puntos con AOD > 0.10 y KV > 0.15).



El DIMMA del ORM está pendiente de la ampliación de baterías y paneles solares que garanticen la autonomía y seguridad del sistema, revisión de software y calibración de datos.

Calibración del uso de datos de satélites para caracterización de sitio

Este año se han presentado en diferentes foros los resultados de la calibración de los datos relacionados con aerosoles que proporcionan los satélites (índice de aerosoles o AI y espesor óptico de aerosoles o AOD) y las medidas in situ de extinción atmosférica que proporciona el CAMC. Este trabajo ha sido fruto de una colaboración entre el IAC y C. Bertolin y S. Ortolani (Univ. de Padua, Italia).

La principal conclusión es que las medidas que proporcionan en la actualidad los satélites de observación atmosférica (entre los explorados están OMI a bordo de AURA y MODIS a bordo de TERRA y AQUA, de la NASA) no tienen la suficiente resolución espacial para proporcionar medidas fiables de aerosoles especialmente en aquellos lugares de geografía abrupta y con elevados picos, como es el ORM, donde pueden ocurrir procesos locales de drenaje de polvo en altura o efectos locales asociados a la proximidad a la caldera.

En la Figura 7 se muestra el espesor óptico de aerosoles (AOD) medido por MODIS-AQUA frente al coeficiente de extinción atmosférica en V (KV) proporcionado por el CAMC. Las líneas verde y roja indican los límites a partir de los que se consideran situaciones de polvo para AOD y KV respectivamente. Se han superpuesto los puntos que representan aerosoles terrestres (azul) polvo, humo, sulfatos, etc., marinos (rosa) y situaciones de calima en capa baja o calima anticiclónica (amarillo) @INM. La mayor parte de situaciones con  $AOD > 0.1$ , i.e., indicando aerosoles absorbentes, corresponden a situaciones de calima en capa baja y sólo en algunas situaciones (mayoritariamente en verano) alcanzan la altura del Observatorio ( $KV > 0.15 \text{ mag/airmass}$ ).

Sin embargo, las medidas de nubes que proporciona los satélites son capaces de discernir el tipo y altura de nube, lo que se traduce en una buena correlación con las medidas in situ. Prueba de ello son los resultados presentados por Erasmus & Van Rooyen 2006, bajo petición de la ESO, con 7 años de muestreo de medidas de EUTMESAT-ISCCP, obteniendo un 83,7% de noches fotométricas en el ORM. Este valor difiere en menos de un 1% respecto a las medidas

proporcionadas por el CAMC. Este valor es similar al obtenido por Erasmus & Staden, 2001, para Paranal (84,6% de noches fotométricas).

*Acciones conjuntas para medir los perfiles de turbulencia y de viento*

- Medidas con SCIDAR (Scintillation Detection and Ranging) en el ORM y el OT con el SODAR

Se ha desarrollado también un nuevo software completamente automático para determinar la velocidad de las capas de turbulencia basado en wavelet. El algoritmo ha sido probado con datos simulados. Se ha diseñado también un instrumento híbrido (un G-SCIDAR y un Shack-Hartmann funcionando simultáneamente). Este instrumento dispone de dos brazos, un brazo G-SCIDAR (vertical) y el brazo Shack-Hartmann (horizontal). El brazo G-SCIDAR ha sido probado y se han obtenido perfiles de turbulencia con una frecuencia de unas 6 noches por mes en el OT. El brazo Shack-Hartmann está aún en prueba y se está desarrollando un software para analizar los datos. Se han obtenido también medidas simultáneas con ambos brazos durante parte de algunas noches.

Un SODAR (Sonic Detection And Ranging) ha sido instalado en el OT con el propósito de analizar automáticamente las capas más bajas de la atmósfera. Se ha iniciado un paquete de actividades con el propósito de evaluar las características de la técnica SODAR calibrándola con las medidas del G-SCIDAR.

### **Algunos resultados relevantes**

Los resultados de la campaña de caracterización en la Degollada del Hoyo Verde manifiestan la excelencia óptica de esta región al suroeste del ORM, definiendo posibles áreas de expansión del mismo. Los valores del seeing son similares a los obtenidos en otros lugares del Observatorio en la última década, apuntando hacia una gran homogeneidad de calidad óptica en el mismo.

Se ha instalado el primer DIMM completamente automático o DIMMA en el OT, previsto para estar operativo en primavera 2008.

Se ha instalado y puesto en marcha un MASS-

PB98-0408 del MEC), se ha desarrollado nueva instrumentación y adquirido un importante conocimiento de la estructura estadística de la turbulencia atmosférica. Un desarrollo de especial importancia ha sido un instrumento que usa la técnica generalized-SCIDAR (denominado cute-SCIDAR) con prestaciones que hacen muy fácil su uso (Fuensalida et al, 2003; Hoegemann et al, 2004). Gracias a él, se ha podido iniciar una campaña sistemática (una semana por mes) de medidas de la estructura vertical de la turbulencia en el ORM y en el OT. Esta actividad se debe continuar a lo largo de varios años para lograr una cobertura estadística suficientemente significativa. Una copia de este instrumento ha sido aprobada para ser instalada en Páranla (Chile), dentro del European Community's Framework Programme 6 «European Extremely Large Telescope Design Study». Es crucial que la información del perfil de turbulencia y de viento pueda generarse en tiempo real para tener un efecto directo en los sistemas AO/MCAO. Un paso en esa dirección ha sido el nuevo método que el grupo ha desarrollado para corregir el efecto de la turbulencia atmosférica. Por otra parte, resultado de medidas, se ha constatado que la mayor parte de la turbulencia en los observatorios de Canarias está alojada en los primeros cuatro kilómetros (Fuensalida et al 2004), de modo que el sondeo de la turbulencia y viento de estas capas es especialmente valioso (otros resultados importantes relacionados con la estructura vertical del viento están recogidos en Chueca et al, 2004, y García-Lorenzo et al 2005). Recientemente, se dispone de un SODAR que proporcionará información de la turbulencia y del viento hasta una altura de cinco kilómetros. Es decir, se está en condiciones, y se propone, establecer técnicas y métodos que produzcan datos de las características de la atmósfera útiles para sistemas AO/MCAO en tiempo real.

Las tareas de sensado y corrección de frente de onda estarán englobadas en un sistema de AO que suministrará un haz corregido a un espectrógrafo de campo integral ecualizado (EIFS). Ambas partes serán diseñadas como un instrumento completo, si bien con las características de prototipo. Es decir, se procurará acometer un sistema que proporcione resultados astrofísicos pero que sirva de plataforma de ensayo para futuros instrumentos competitivos en grandes telescopios. El sistema de AO será adecuado en cada momento a las características detectadas de turbulencia y capa de sodio. El instrumento se usará en los telescopios TCS y OGS, disponiendo de una matriz de elementos de 8x8. Parte del grupo, está probando el desarrollo de un sistema basado en el uso de FPGA's (Rodríguez-Ramos et al 2005). La implementación y versatilidad de estos dispositivos los hacen muy adecuada para sistemas de AO. Permiten una

adaptación rápida y fácil del lazo de control del sistema de AO. Actualmente, se puede corregir el frente de onda antes de que el sensor complete la lectura de la imagen, proporcionando un ancho de bando del lazo de control mayor que 1 kHz, prestaciones no logradas, por el momento, por ningún sistema.

Hace algunos años, el grupo desarrolló una nueva técnica de espectroscopía 2-D para objetos de gran rango dinámico (Arribas, Mediavilla, Fuensalida 1998). La alternativa sería el uso de un coronógrafo en serie con un espectrógrafo de campo integral corriente. Aunque la aplicación, en su momento fue exitosa, su potencial mayor es el caso de estar limitado por difracción, es decir, combinado con un sistema AO. El campo que cubrirá el mazo de fibras no será mayor que 2 seg. de arco y con un rango espectral 0.6-1 micras.

### Algunos resultados relevantes

Un instrumento cute-SCIDAR, desarrollado por el IAC, se ha probado recientemente (noviembre 2007) con éxito en el Observatorio del Paranal (Chile). Este instrumento proporciona perfiles de turbulencia vertical en tiempo real con y sin la contribución del seeing de cúpula, gracias a un nuevo algoritmo desarrollado para tal fin. Esta información es crucial, tanto para la caracterización del lugar, como para el diseño óptimo y la operación eficiente de los sistemas de AO/MCAO. Se ha diseñado, desarrollado y probado en el IAC y se ha instalado en uno de los telescopios auxiliares de 1,8 m (AT) del VLT. Durante las campañas rutinarias en Paranal, será operado por el grupo de site testing de ESO.

Este instrumento para Paranal es una versión actualizada del que el IAC desarrolló y tiene en operación en el ORM y en el OT desde hace varios años. El concepto y la técnica básica proceden del desarrollado en los años 90 por J. Vernin, M. Azouit y colaboradores en la Universidad de Niza, sin embargo los procedimientos de observación y análisis de datos, así como la corrección del seeing de cúpula son el resultado del trabajo llevado a cabo durante los últimos años por el IAC. El instrumento cute-SCIDAR para Paranal se ha diseñado y construido bajo el contrato 011863 "EUROPEAN EXTREMELY LARGE TELESCOPE DESIGN STUDY" con la Comisión Europea y co-financiado por el IAC.

Las nuevas prestaciones proporcionan, además de la evolución temporal de los perfiles de turbulencia con y sin la contribución del seeing de cúpula, el control remoto completo del instrumento. Para

## DESARROLLO DE SISTEMAS PARA ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL (P35/86)

J.J. Fuensalida.

B. García Lorenzo, Á. Rodríguez Hernández, J. Castro Almazán.

J. Vernin (Lab. Univ. d'Astrophysique de Nice, Francia).

### Introducción

A partir de los logros de proyectos anteriores (AYA2003-07728 y PB98-0408), el grupo pretende extraer la información relevante de la turbulencia y del sodio mesosférico para suministrarla en tiempo real a sistemas AO/MCAO. Específicamente, se aplicará al desarrollo de un instrumento prototipo compuesto por un sistema AO y un espectrógrafo de campo integral ecualizado (EIFS). Es decir, se intentará abordar un instrumento prototipo como plataforma de ensayo de futuros proyectos de mayor envergadura para ELT's, en donde la información de la estructura de la atmósfera sean datos de entrada en tiempo real. Para ello, ambas partes, AO y EIFS, deben diseñarse como un conjunto.

Los sistemas de Óptica Adaptativa (AO) justifican en gran medida los próximos proyectos de telescopios grandes y extremadamente grandes (ELT). Al incrementar el tamaño de los telescopios dos factores fundamentales para la observación son mejorados: uno es el incremento de la capacidad colectora (mejora la magnitud límite), el otro es el aumento de la resolución espacial, es decir la mayor capacidad para detectar detalles espaciales de las fuentes. Para alcanzar estas prestaciones, el sistema óptico global debe estar en lo posible libre de aberraciones, aun así, con técnicas habituales de observación, la información espacial de las medidas queda afectada y limitada por la turbulencia atmosférica. Salvo otras técnicas basadas en post-procesado, las técnicas que pretenden soslayar esta limitación en tiempo real, proporcionando un haz óptico corregido de fluctuaciones, se denominan de óptica adaptativa. La primera generación de estos sistemas logran corregir, con suficiente calidad, un campo (ángulo isoplanático) muy pequeño. Como la capacidad resolutoria de los telescopios aumenta inversamente con el diámetro, los grandes y extremadamente grandes, además de una corrección suficientemente buena de las fluctuaciones por la turbulencia, requieren un área de calidad mayor que la proporcionada por los sistemas simples de óptica adaptativa. Esta mejora se puede lograr con la Óptica Adaptativa

Multiconjugada (MCAO).

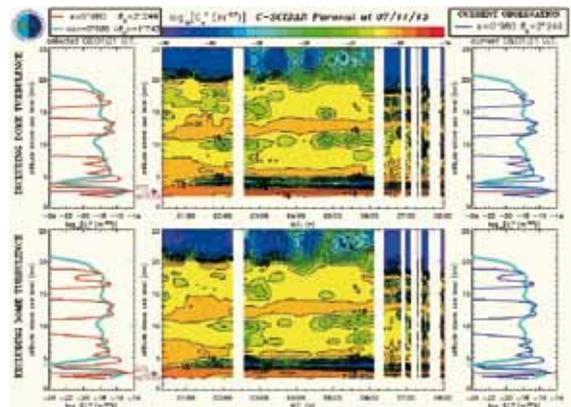
Estos sistemas se basan en la evidencia experimental de que la turbulencia vertical está estructurada en capas, muchas veces pocas y suficientemente estrechas. Se reproducen entonces ciertos planos conjugados correspondientes a alturas determinadas donde se detecta el frente de onda (hay varias estrategias de dónde y cómo se corrigen las fluctuaciones). Aunque para distribuciones de turbulencia determinadas, establecer algunos pocos planos fijos pudiera proporcionar un grado de corrección aceptable, en condiciones de compromiso, sin embargo la eficiencia óptima se logra cuando se cuenta con información de la intensidad y altura de las capas, lo que permite entonces gestionar la posición de los planos conjugados de observación o cambiar las prioridades en el telescopio.

Por otra parte, otros parámetros relacionados con la estructura vertical tienen una importancia relevante en las especificaciones y gestión operativa de los sistemas de MCAO, tales como el ángulo isoplanático, el perfil vertical promedio y el perfil vertical de vientos. El primero se obtiene a partir de los perfiles verticales de turbulencia y coteja la proporción de intensidad de turbulencia concentrada en las capas altas respecto a las bajas. Si el balance es a favor de las bajas, este parámetro aumenta, relajando entonces los requerimientos. Aunque es muy habitual su uso, no da idea detallada de la estructura de la turbulencia y hace muy difícil armonizar los estadísticos de esta variable con la estadística elaborada a través de los perfiles de turbulencia. También la componente horizontal de la velocidad del viento en cada capa de turbulencia es una información esencial para la operación óptima de los sistemas de MCAO. Los movimientos de las capas establecen los ritmos de lectura de los sensores de frente de onda y, por ende, el ancho de banda del servo-control global del sistema. La técnica más habitual, en la actualidad, para obtener los perfiles verticales de  $C_n^2$ , se denomina SCIDAR (SCIntillation Detection And Ranging) (Rocca, Roddier, y Vernin, 1974; Fuchs, Tallon, y Vernin, 1998), aunque utilizando globos sonda pueden lograrse perfiles con más resolución en altura, no facilita el seguimiento durante la noche, es una vía cara, y práctica para usarla puntualmente. La técnica SCIDAR se basa en la correlación del centelleo producido por las componentes de estrellas binarias separadas, que permite obtener, además del perfil de turbulencia, la velocidad horizontal de las capas.

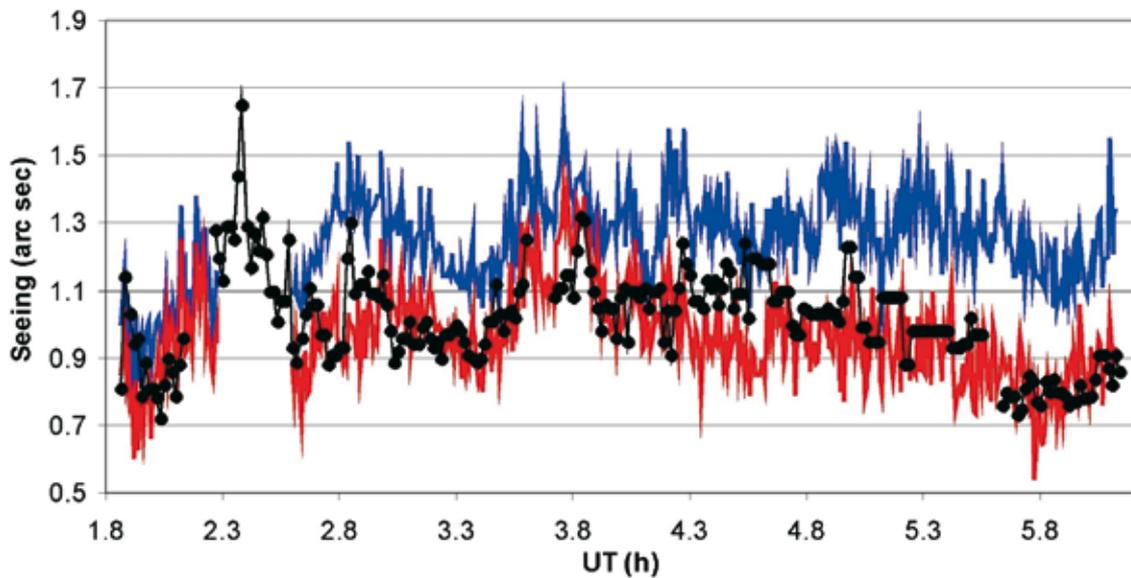
En los últimos años, y dentro del Proyecto AYA2003-07728 (previamente en el Proyecto

ello, el diseño se ha adaptado también a las características del AT en donde se ha instalado. En adelante, ESO operará el instrumento y se ocupará de la adquisición de las medidas; el equipo del SCIDAR-IAC continuará colaborando con ESO dentro del paquete de trabajo FP6-SITE

*Derecha: Resultado en tiempo real de los perfiles durante una noche. La parte central es una representación del Cn2 que sigue la paleta de color mostrada arriba. Los ejes X e Y son Tiempo Universal (h) y altura (km) respectivamente. El gráfico se va construyendo en tiempo real durante las observaciones. El mapa de color superior es sin descontaminar el seeing de cúpula y el inferior es después de corregir el seeing de cúpula (las bandas blancas verticales responden a cambios de estrella o a algún problema en la señal). Las columnas laterales muestran perfiles específicos: el de azul claro es el perfil promedio, el de azul corresponde al último perfil y los de color rojo son perfiles particulares elegidos con el cursor.*



Comparación entre los datos de cute-SCIDAR con (color azul) y sin



(color rojo) la contribución del seeing de cúpula y los datos de seeing obtenidos con el DIMM (color negro) de ESO instalado permanente en Paranal en una de las noches del periodo de commissioning del instrumento cute-SCIDAR en Observatorio de Paranal. Los huecos son causados por el cambio de estrella durante la noche 13-14 noviembre 2007.

transversales a los filamentos penumbrales.

- En los lados de las umbras que no tienen penumbra, no se desarrollan moats.
- La presencia de líneas neutras condiciona la orientación de los filamentos penumbrales e influye inhibiendo la formación de moats.

De todo esto se concluye una fuerte conexión entre los movimientos en penumbra y los movimientos en moats que vendrían a ser una continuación de aquellos.

### Evolución del Proyecto

Los elementos magnéticos en la superficie solar se modelan típicamente como tubos de flujo magnético que son reproducidos fielmente en las simulaciones MHD. Naturalmente, estas simulaciones han de

estar restringidas por las observaciones y de ahí nuestro interés por fijar una serie de parámetros de contorno para aplicar en las simulaciones. Utilizando una serie temporal de imágenes con manchas y granulación fuertemente magnetizada hemos estudiado la relación entre los puntos brillantes en banda G y las estructuras magnéticas con objeto de clarificar en qué condiciones se hacen brillantes en banda G las estructuras magnéticas. Las conclusiones de esta investigación se han publicado en la revista *Astronomy & Astrophysics*.

Basándonos en material observado en 2005 con el telescopio solar SST hemos publicado los resultados de estudiar el flujo moat en el entorno de un grupo de manchas de configuración compleja (tipo  $\tilde{a}$ ) con una variopinta población de umbras

## Evolución del Proyecto

Se ha desarrollado, probado e instalado en el Observatorio de Paranal, una nueva versión mejorada del instrumento cute-SCIDAR, con el que llevamos a cabo un estudio sistemático, desde hace varios años, de la estructura vertical de la turbulencia con el telescopio JKT en el ORM. Desde noviembre de 2007, fue asumido y aceptado por el grupo de Site Testing de ESO para hacer un seguimiento de la distribución vertical de la turbulencia sobre el Observatorio de Paranal. La novedad de esta versión del instrumento es que proporciona información de los perfiles de turbulencia en tiempo real, en dos opciones simultáneas: con y sin corrección del seeing de cúpula.

En relación con EDiFiSE, se han concentrado esfuerzos en la definición del instrumento que ha permitido especificar los diferentes elementos a diseñar y fabricar. Se ha iniciado el diseño de las ópticas de adaptación de los haces entre los distintos bloques del instrumento y se han hecho medidas de sensibilidad, apuntado y seguimiento en la OGS para limitar los requerimientos de la primera etapa del sistema de Óptica Adaptativa. Además de cerrar las especificaciones e iniciar los trámites de compras de los mazos de fibras, se ha analizado y probado en laboratorio la idoneidad de uno de los elementos básicos en el sistema: un tipo de atenuador de fibras adquirido previamente para pruebas. En cuanto al espectrógrafo, se ha seleccionado el detector (4k x 4k) y tramitado su compra. Por otra parte, se han llevado a cabo las primeras simulaciones numéricas de la respuesta del sistema en algunos marcos específicos de observación y, con el fin de preparar objetivos astronómicos concretos, hemos solicitado tiempo de observación con INTEGRAL, que no se nos ha concedido.

Estudios estadísticos de los perfiles de turbulencia, basados en las campañas de medida sistemática que continuamos realizando con el telescopio JKT (ORM) y con el telescopio TCS (OT), permiten establecer algunas características relevantes. Una de ellas es la existencia, durante el verano, de una capa localizada aproximadamente a 3 km de altura sobre el nivel del Observatorio. Estas características perfilan estrategias a tener en cuenta en la operación y diseño de los sistemas de Óptica Adaptativa (Fuensalida et al, 2007 RMxAA 31, 86).

## ALTA RESOLUCIÓN EN FÍSICA SOLAR (3I1403)

**J.A. Bonet.**

**S. Vargas.**

**Colaborador del IAC: M.I. Márquez Rodríguez.**

I. Cabello (GACE. Univ. de Valencia).

## Introducción

Una parte esencial en el desarrollo de la Física Solar se basa hoy en día en la adquisición de datos de muy alta resolución para describir los fenómenos físicos a muy pequeña escala y así sentar las bases y condiciones de contorno para los modelos MHD que se están desarrollando en paralelo. A esto está contribuyendo de manera muy eficaz el nuevo satélite japonés HINODE equipado con cámaras para imagen, espectrógrafo y magnetógrafo. Este mismo equipamiento está disponible en el telescopio SST (ORM, La Palma) pero con la ventaja de que este telescopio duplica el tamaño de apertura de HINODE. La mayor apertura del telescopio SST junto con la amplia batería de técnicas de post-procesado de imágenes de que se dispone hace que los resultados desde tierra igualen e incluso superen a los de HINODE.

Nuestro acceso al telescopio SST, en base a los Acuerdos Internacionales en Materia de Astrofísica, hace que se pueda disponer de material de alta calidad y obtener resultados muy competitivos en el campo de la alta resolución en Física Solar.

## Algunos resultados relevantes

Se han estudiado 8 series temporales de imágenes de manchas solares de distinta configuración y estado de evolución, mediante técnicas de Correlación Local para caracterizar las velocidades en el campo de visión y en particular en las «moats» de las manchas en comparación con las áreas granulares en calma.

El origen de las moats se atribuye comúnmente a fenómenos de tipo convectivo generados por exceso de calor en la base de manchas. Nuestros resultados sin embargo modifican este punto de vista, asociando estrechamente las moats con el efecto Evershed. Esta asociación se basa en nuestros hallazgos en el campo de velocidades en las moats, que podemos resumir como sigue:

- Los flujos de moat se orientan siguiendo la dirección de los filamentos penumbrales.
- Las moats no se desarrollan en direcciones

hemos extendido el trabajo a 7 muestras más de manchas solares con variadas configuraciones, en diferentes posiciones en el disco solar y estados de evolución. El resultado de esta investigación confirma sólidamente nuestras conclusiones previas sobre la continuidad del efecto Evershed en los flujos de la moat presentando un nuevo escenario muy distinto al que se tenía hasta el presente sobre el origen de la moat.

Todo el material empleado ha sido tratado con la técnica de reconstrucción de imágenes denominada MOMFBD que supone una herramienta de software de última generación que permite alcanzar en la mayoría de los casos el límite de resolución del telescopio solar SST.

## **OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES TELESCÓPICAS DEL IAC (3I1101)**

**A. Ocoz.**

**R. Barrena, A. García, J.M. González, P. Montañez, L. Chinarro, S. López, A. Pimienta, L. Blanco, D. López, I. Losada, M. Núñez, A. de la Nuez y J. Pla.**

### **Introducción**

Los investigadores del Instituto de Astrofísica de Canarias disponen de acceso a un conjunto de instalaciones cercanas que les permite realizar contribuciones de alto nivel a la investigación científica. Hasta hace muy pocos años la mayoría de estas instalaciones eran de origen extranjero, pero esta situación ha ido modificándose gradualmente con el tiempo, de manera que el número de las instalaciones del IAC en los Observatorios de Canarias ha crecido enormemente.

El objetivo de este Proyecto consiste en la gestión de las diferentes instalaciones de que dispone el IAC, la instrumentación propia del centro y parte del tiempo de observación concedido al mismo por otras instalaciones. En primer lugar, es conveniente distinguir entre instrumentos, telescopios y experimentos (ITE). En relación con los instrumentos, se consideran aquellos desarrollados por el IAC que estén en operación en este momento: LIRIS e INTEGRAL en el telescopio WHT, TIP o TIP-II en el telescopio VTT e IACUB en el telescopio NOT. Los telescopios incluyen los telescopios TCS, IAC-80 y MONS, el tiempo reservado para España en el telescopio OGS y las noches de servicio CAT en instalaciones extranjeras telescopios INT y NOT. Con respecto a los experimentos, hay tres grupos: el complejo CMB, el laboratorio solar y los experimentos STARE, PASS y EAST.

Teniendo en cuenta esta variedad de instalaciones, los principales objetivos que se buscan son:

Lograr que las instalaciones funcionen de forma correcta durante los períodos disponibles para la comunidad astrofísica internacional.

Adaptación continúa de las instalaciones a las nuevas tecnologías y realización de mejoras que proporcionen a los astrónomos un entorno de trabajo más amigable.

Maximizar el beneficio obtenido por los astrónomos usuarios de las ITE.

### **Algunos resultados relevantes**

FastCam consigue la mejor resolución espacial de la historia de tres telescopios: Carlos Sánchez = 0",13, NOT = 0",10 y WHT = 0",07.

CAIN-2 actualiza su soporte informático y CAIN-3 está casi finalizado.

La formación ofrecida al personal de apoyo es muy superior a la de años anteriores.

Se crea el paquete de reducción rápida y sencilla de los datos de CAIN-2.

Por primera vez se ofrece servicio todos los días y todas las noches del año.

Crece la financiación externa del Proyecto.

### **Evolución del Proyecto**

El año 2007 ha supuesto la consolidación de algunos instrumentos e instalaciones y el desarrollo, en algún caso espectacular, de otros nuevos, así como el inicio de futuras mejoras. A continuación se resumen los diversos aspectos en los que el Proyecto y su personal están involucrados.

*Astrónomos de soporte (AS), Operadores de Telescopios (Oper) y Técnicos de Operaciones Telescópicas (TOT)*

Los AS dedican un mínimo de un 70% de su tiempo a tareas de soporte, estando a cargo de la instrumentación española de ambos Observatorios y de las noches de servicio del CAT en telescopios del ORM. En la medida de lo posible están presentes en la primera noche de observación de los nuevos astrónomos del TCS, IAC-80 y de IACUB en OGS, así como en el primer día de TIP.

| TELESCOPIO        | INSTRUMENTO | DESPLEGADO | PERÍODO OPERATIVO | NUMERO AÑOS |
|-------------------|-------------|------------|-------------------|-------------|
| TCS               | CAIN        | 1999       | 1999 -            | 9           |
|                   | FIN         | 2004       | 2004 -            | 4           |
|                   | FastCam     | 2007       | 2007 -            | 1           |
| IAC-80            | CCD         | 2005       | 2005 -            | 3           |
|                   | TCP         | 2006       | 2006 -            | 2           |
| OGS               | CCD         | 2001       | 2001 -            | 7           |
| MONS              |             |            |                   |             |
|                   |             |            |                   |             |
| VTT               | TIP         | 1999       | 1999 -            | 9           |
|                   | TIP-II      | 2005       | 2005 -            | 3           |
| WHT               | LIRIS       | 2004       | 2004 -            | 4           |
|                   | INTEGRAL    | 1998       | 1998 -            | 10          |
| NOT               | IACUB       | 1992       | 1992 -            | 16          |
| STARE             |             | 2001       | 2001 -            | 7           |
| CMB               | VSA         | 1999       | 1999 -            | 9           |
|                   | COSMOSOMAS  | 1998       | 1998 -            | 10          |
| Laboratorio Solar | MARK-I      | 1977       | 1977 -            | 30          |
|                   | TELAST      | 2004       | 2006 -            | 2           |
|                   | PASS        | 2005       | 2005-2006         | 3           |
|                   | EAST        | 2005       | 2006.-            | 2           |

Tabla 1. Listado de todos los ITE e intervalo de tiempo en el que ha estado funcionando cada uno de ellos.

| AÑO  | IAC80 | TCS | FastCam | TIP | INTEGRAL | IACUB | LIRIS | SERV. NOT | TD | SERV. INT |
|------|-------|-----|---------|-----|----------|-------|-------|-----------|----|-----------|
| 2007 | 63    | 62  | 24      | 3   | 9        | 2     | 1     | 7         | 1  | 8         |

Tabla 2. Jornadas en las que los AS han permanecido en los observatorios durante 2007. Aunque no se refleja en la tabla, en ocasiones hubo más de un AS en dichas observaciones, fundamentalmente en telescopios del ORM.

En las noches de este estudio se han obtenido evidencias de una fuerte convención en el equipo de mantenimiento de los telescopios del ORM. Durante el año 2007, los AS han asumido mayores responsabilidades, lo que ha servido para que elaboraran numerosos manuales y procedimientos, se encargaran de la gestión de algunos experimentos, creasen nuevas aplicaciones informáticas y continuasen con el proyecto de Astrofotografía, entre otras cosas.

han asumido mayores responsabilidades, lo que ha servido para que elaboraran numerosos manuales y procedimientos, se encargaran de la gestión de algunos experimentos, creasen nuevas aplicaciones informáticas y continuasen con el proyecto de Astrofotografía, entre otras cosas.

#### FastCam

El proyecto que mejores resultados ha obtenido durante 2007 ha sido, sin duda, FastCam (<http://www.iac.es/proyecto/fastcam/>). Fruto de una colaboración del IAC con la Universidad Politécnica de Cartagena, FastCam es un instrumento cuyo objetivo es obtener imágenes de muy alta resolución espacial en el rango visible con telescopios terrestres. Fastcam consiste en un detector L3CCD Andor 512 x 512 de lectura muy rápida y bajo nivel de ruido con varias ópticas que se pueden intercambiar para muestrear el límite de difracción en banda I con telescopios de tamaño intermedio. Incorpora un sistema de transmisión y evaluación rápida de imágenes utilizando FPGAs (Field Programmable Gate Array) y un software propio desarrollado para procesar eficientemente y en tiempo real decenas de miles de imágenes.

Los AS han informado periódicamente de las novedades en los observatorios mediante las GAS-News, un boletín de noticias que en 2007 ha tenido tres números ([http://www.iac.es/telescopes/news/GAS\\_news\\_web.htm?flash=1](http://www.iac.es/telescopes/news/GAS_news_web.htm?flash=1)). Asimismo, han impartido el segundo de los seminarios, esta vez sobre el uso y reducción de los datos de la instrumentación presente en los telescopios IAC-80 y TCS.

Los Oper y los TOT se encargan de distintos experimentos y telescopios del OT. Gracias a la continuación del programa de TOT se ha podido, por primera vez, dar servicio todos los días y todas las noches del año, ofreciendo un servicio eficiente en ambos turnos. Ambos colectivos

cuestiones como equipo de primeros auxilios, cursos de prevención o riesgos en trabajos eléctricos, en altura o como conductor. Asimismo, se han organizado dos cursos de conducción, uno en el IAC sobre el conocimiento de los vehículos y otro externo sobre conducción en condiciones extremas. Finalmente, se ha impartido un curso de observaciones astronómicas con webcams.

La seguridad en el trabajo ha venido reflejada por la compra de distintos equipos y aparatos de seguridad, entre ellos Equipos de Protección Individual, la revisión por parte de FREMAP de las instalaciones y un curso de "línea de vida".

#### Servicios informáticos

Tal y como se realiza todos los años, se han llevado a cabo numerosas actuaciones informáticas, tanto en hardware como en software.

Se ha creado en IRAF un paquete de reducción de los datos de CAIN-2, *caindr*, que permite una reducción sobre la marcha de las imágenes obtenidas. Del mismo modo, se ha mejorado la rutina de reducción de datos del TCP. En la página

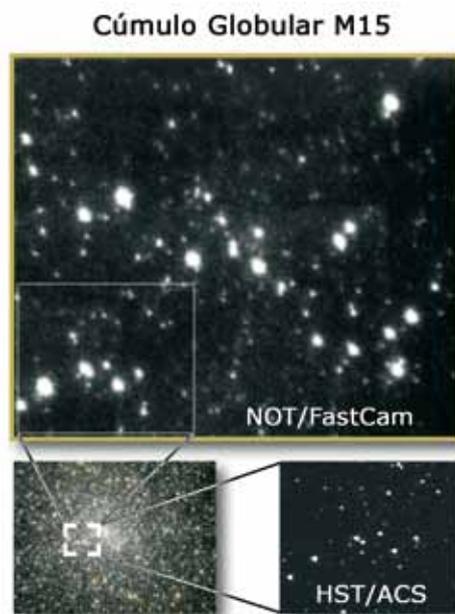
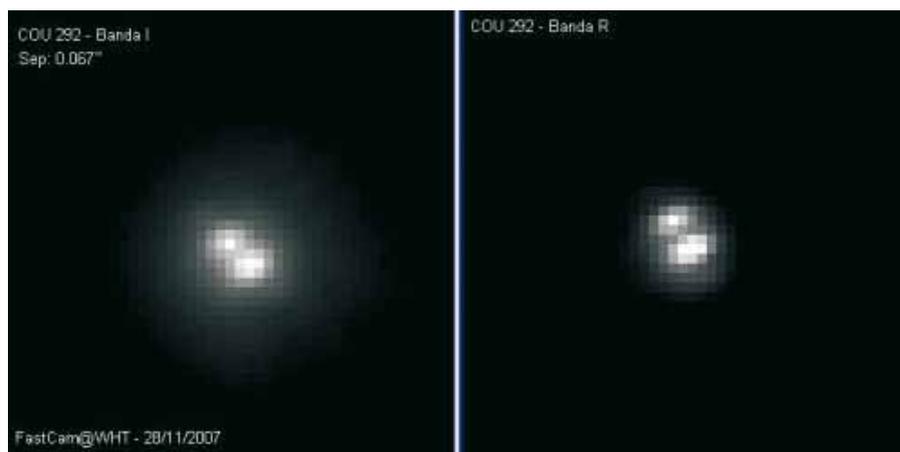


Figura 2. Imagen del núcleo de M15 en banda I obtenida con el telescopio NOT y comparación con imágenes del HST obtenidas con la cámara ACS. La imagen de FastCam está limitada por difracción y tiene una resolución de 0,10 segundos de arco.



Observaciones en el telescopio WHT del sistema COU 292. A pesar de la pequeña separación del sistema, 0,067", se pudo resolver con FastCam en las bandas I y R, una resolución nunca alcanzada por este telescopio.

MEMORIA  
2007 IAC  
124

Web principal (<http://www.iac.es/telescopos/ten.html>), aparte de la inclusión de nuevos enlaces, se ha mejorado la sección dedicada a CAIN-2, incluyendo las rutinas IRAF, análisis de linealidad, magnitud límite, brillo de cielo en diferentes bandas y tiempos de exposición para cada filtro, incrementos de foco, distintos procedimientos, etc. Algo similar se ha realizado para la CCD del telescopio IAC-80, aunque todavía no se haya hecho pública la página.

En otro orden de cosas, se ha sustituido el antiguo PC de control del telescopio TCS, un 486, por uno más moderno, tras un proceso de migración bastante complejo.

#### Astrofotografía y divulgación

El proyecto de la Imagen Astronómica del Mes (IAM,

[http://www.iac.es/telescopos/IAM/IndexAstrofoto\\_esp.htm](http://www.iac.es/telescopos/IAM/IndexAstrofoto_esp.htm)) ha continuado con sus objetivos durante 2007, presentando la ficha mensual y el póster del segundo año de la IAM. También se ha creado una página Web con una galería de imágenes del OT obtenidas a lo largo de los años (<http://www.iac.es/telescopos/Galeria/Galeria.html>).

Continuando con la formación, el personal del Proyecto ha colaborado impartiendo charlas, guiando visitas y ayudando durante las Jornadas de Puertas Abiertas (JPPAA). Los astrónomos de soporte siguen también colaborando en el Máster de Astrofísica de la Universidad de La Laguna.

Por último, se han grabado unos audiovisuales

La técnica de observación consiste en obtener series de miles de imágenes de un objeto empleando tiempos muy cortos de exposición (entre 10 y 50 milisegundos). Algunas de estas imágenes no están significativamente alteradas por la turbulencia atmosférica y se encuentran limitadas por difracción. La resolución viene determinada por el diámetro y la longitud de onda de la observación. Estas imágenes de características excelentes se identifican y seleccionan en cada serie de observación de un objeto y las resultantes de varias series se combinan hasta alcanzar la sensibilidad deseada. Los bajos ruidos de lectura de los detectores L3CCD permiten este tipo de observaciones que con detectores convencionales serían inviables.

En los últimos 12 meses FastCam ha experimentado un avance espectacular, con importantes mejoras con respecto al prototipo que se tenía en 2006. Se cuenta con nuevas componentes como una placa FPGA con mejores prestaciones, un detector de mayor tamaño, un ordenador de gran memoria para recepción de imágenes crudas y análisis de las mismas, un corrector de dispersión atmosférica, una cámara de identificación del campo y un software mucho más refinado y eficiente.

En cuanto a las observaciones, los resultados han sido magníficos. Se han conseguido 28 noches en el telescopio TCS, 4 en el telescopio NOT y 1 en el telescopio WHT. En los tres casos se ha obtenido la mejor resolución espacial de la historia de cada uno de los telescopios en la banda I de Johnson-Bessell: 0,13, 0,10 y 0,07 segundos de arco, respectivamente. Con FastCam cada noche de observación se puede, independientemente del estado atmosférico, obtener una resolución excepcional.

#### *Telescopios TCS, IAC-80 y MONS*

Las actuaciones en estos tres telescopios durante

2007 han sido numerosas, con el fin de mantenerlos no sólo operativos sino con sus prestaciones mejoradas.

Uno de los puntos principales está siendo la actualización de CAIN-2. Hasta hace poco este instrumento trabajaba bajo sistema operativo Solaris mediante una SUN Sparc-10. Un primer paso consistió en instalarlo en una SUN más potente, algo nada obvio debido a sus peculiares características. Tras esta mejora, se lleva unos meses trabajando intensamente para migrar CAIN-2 a Linux, con las ventajas que esto supone en cuanto a potencia y versatilidad. CAIN-3 ya ha visto su primera luz en laboratorio, y en unos meses estará a disposición de la comunidad. En cuanto al otro instrumento del telescopio TCS, FIN, se han solucionado ciertos problemas con la GPS, se sustituyó la SUN de control por una muy superior y se inició el estudio para su migración a Linux.

El proceso de mejora del telescopio IAC-80 ha experimentado un gran avance. Por un lado, la nueva caja de adquisición y guiado ya tiene el diseño definitivo, de manera que está en proceso de fabricación. Por otro lado, ya se tienen todas las componentes de MERLIN, el nuevo espectrógrafo del telescopio. Finalmente, el TCP se ha mejorado y se han reparado algunos problemas que aparecieron.

En cuanto al telescopio MONS, se han realizado numerosas pruebas hasta encontrar finalmente un método de apuntado manual aunque sencillo y de precisión. El nuevo manual explica perfectamente cómo usar el telescopio.

#### *Formación y calidad*

Dentro del proceso de formación continua del personal del congreso, 2007 ha sido un año especialmente intenso. Todos los AS, Oper y

TOT han asistido a cinco cursos diferentes organizados por FREMAP, abarcando



### Documentación de apoyo a las observaciones

Uno de los objetivos del Proyecto es que tanto los astrónomos usuarios como el personal de apoyo dispongan de la mejor y más completa documentación posible. Por tanto, cada año se va ampliando la biblioteca de manuales y procedimientos de las instalaciones e instrumentos. En este sentido, durante 2007 se han finalizado los siguientes documentos:

- Manual del telescopio MONS
- Manuales de GONG
- Nueva versión del manual de la CCD del telescopio IAC-80
- Manuales del Laboratorio Solar
- Procedimiento de emergencia de GONG
- Procedimiento para sacar de límites los telescopios IAC-80 y el TCS
- Procedimiento para desenclavar el embrague de DEC en el telescopio TCS
- Manual de bombeo de FIN
- Procedimiento sobre qué han de explicar los AS en el telescopio IAC-80
- Manual de operadores

### Encuestas

Se han recibido 30 encuestas del formulario de "Fin de Observaciones con los TTNN", dos más

que durante 2006 pero aún lejos del número que se debería recibir. El resumen de lo indicado en las encuestas aparece en la siguiente tabla:

### Otros

Las noches libres durante 2007 han representado un 11% del total de noches en el telescopio TCS y un 5% del total en el telescopio IAC-80. En la OGS se han utilizado 75 para observaciones del IAC, 21 de las cuales fueron para observaciones conjuntas OGS/IAC-80 para mediciones de la calidad atmosférica, proyecto al que se dedicaron otras 55 noches de observación con SCIDAR en el telescopio TCS.

La financiación externa conseguida por el proyecto ha sido muy elevada, ayudando en numerosos apartados: cámara CCD para MERLIN, ampliación del ancho de banda de salida de los telescopios, cámara CCD para FastCam, dicróicos para TCS, filtros astronómicos varios, instalación para la recepción de datos de METEOSAT-8 y, por último, contratación de personal para reformas de los telescopios.

MEMORIA  
2007 IAC

126

| <b>Información</b>              | <b>Excelente</b> | <b>Buena</b> | <b>Mala</b> | <b>Pésima</b> |
|---------------------------------|------------------|--------------|-------------|---------------|
| Sobre la isla y el Observatorio | 11               | 14           |             |               |
| Sobre el viaje y el acceso OT   | 9                | 14           | 2           |               |
| Climatología                    | 11               | 16           | 2           |               |
| Manuales                        | 2                | 21           | 3           | 1             |
| Petición tiempo                 | 8                | 18           | 1           |               |
| Utilidades                      | 6                | 20           | 2           |               |
| Telescopios                     | 8                | 19           | 1           |               |
| Instrumentación                 | 8                | 19           | 1           |               |
| Calendarios                     | 10               | 18           |             |               |
| JOT                             | 10               | 13           |             |               |
| Astrónomos de Soporte (AS)      | 14               | 15           |             |               |
| Operadores de Telescopio (Oper) | 14               | 15           | 1           |               |
| Interfaz instrumento            | 7                | 19           | 3           |               |
| Interfaz telescopio             | 7                | 22           | 1           |               |
| Valoración equipamiento         | 8                | 21           |             |               |
| Valoración del software         | 6                | 23           | 1           |               |

Tabla 3. Resumen de las respuestas ofrecidas en las encuestas del formulario de "Fin de Observaciones".

# INSTRUMENTACIÓN ÓPTICA

## ESPECTRÓGRAFO DE ALTA RESOLUCIÓN IACUB (P2/91)

R. García López.  
R. Rebolo.

Colaborador del IAC: J.L. Rasilla Piñeiro.

### Introducción

El espectrógrafo de alta resolución IACUB opera como instrumento de uso común en el telescopio NOT durante tiempo CAT. Es fruto de una colaboración entre el IAC y la Queen's University of Belfast, y opera bajo responsabilidad del IAC desde 1991. Este espectrógrafo ha sido diseñado para trabajar en el rango de longitudes de onda desde 3.100 a 11.000 Å, con una resolución espectral que varía entre  $R=13.000$  y  $50.000$  dependiendo de la rendija utilizada. Durante estos años se ha procedido a realizar diversas mejoras en el mismo, así como a dotarlo de los soportes técnicos y de operación necesarios para convertirlo en un instrumento competitivo en el ORM.

Existe información detallada del espectrógrafo en la siguiente dirección Web: <http://www.iac.es/cat/iacub/iacub.html>

### Evolución del Proyecto

Durante este año se han llevado a cabo dos campañas de observación con IACUB en el telescopio NOT por parte de investigadores españoles a través de tiempo CAT:

- 8 y 9 de marzo, noches de servicio ofrecidas a la comunidad española
- 17 de diciembre, "La Nebulosa Planetaria A14", A. Mampaso (IAC)

Por otra parte, se ha proporcionado también la cámara CCD del instrumento para observaciones llevadas a cabo con la misma en la estación terrestre (OGS) de la Agencia Europea del Espacio (ESA).

En estas labores ha participado de manera fundamental el Servicio de Mantenimiento Instrumental del IAC, que es el responsable del transporte e instalación de este instrumento.

## OSIRIS: OPTICAL SYSTEM FOR IMAGING LOW RESOLUTION INTEGRATED SPECTROSCOPY (411700, 4E5101)

J. Cepa-Nogué.  
M. Aguiar, S. Becerril, H. Castañeda, P. Fernández, V. González Escalera, A.B. Fragoso, F. Gago, M.B. Hernández, A. Herrera, G. Herrera, E. Joven, J.C. López, R. López, H. Moreno, L. Peraza, A. Pérez de Taoro, J.L. Rasilla, P. Saavedra, T. Vaz. Gabinete de Delineación Técnica, Taller de Electrónica y Taller de Mecánica y Administración de Servicios Generales.

### Introducción

OSIRIS es el instrumento de rango visible de Día Uno para el Telescopio de 10,4 m. Gran Telescopio CANARIAS (GTC), que está en construcción en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) en la Isla de La Palma.

El Proyecto nació en el seno del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) liderado por su investigador principal J. Cepa como respuesta a la necesidad de cubrir, con el futuro telescopio de 10,4 m, un campo fundamental de la investigación astronómica como es la fotometría en rango visible, sin embargo como ocurre con los instrumentos de día uno en grandes telescopios, el instrumento se ideó para ser multipropósito y dar acceso a un amplio sector de la comunidad astronómica española e internacional, cuyas líneas de investigación se enmarcaran en el rango de 365 a 1.000 nm.

En base a este concepto OSIRIS se diseñó para funcionar en múltiples modos de observación, de los cuales se puede destacar: el modo imagen, modos espectroscópicos en baja e intermedia resolución y multiobjeto, así como modos rápidos de fotometría y espectroscopía. Su característica sin duda más destacable es el uso de filtros "sintonizables" o etalones, un tipo de filtros interferenciales que permiten seleccionar la longitud de onda modificando la anchura de la cavidad interferencial. OSIRIS será uno de los primeros instrumentos con esta capacidad instalado en un telescopio de clase 8-10 m.

Con objeto de cumplir los diversos programas científicos planteados, OSIRIS adquiere imágenes

será el instrumento científico por excelencia en rango óptico para el telescopio GTC.

Otro punto a destacar es que el Proyecto ha sido fruto de una colaboración importante entre el IAC y el Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM). En México se desarrolló el diseño óptico, la manufactura de la mayoría de las lentes así como el diseño y fabricación del Barril de Cámara. Por su parte el IAC, al ser responsable del diseño en su conjunto, la fabricación, ensamblaje, integración y pruebas del instrumento, ha involucrado un gran número de recursos humanos y materiales, no sólo en el Área de Instrumentación sino prácticamente en todas las Áreas del centro.

La fabricación de cada uno de los subsistemas que componen el instrumento ha involucrado a múltiples compañías nacionales y extranjeras, así como a los propios talleres del IAC, donde actualmente se realiza la puesta a punto para su posterior comisionado en el ORM (La Palma).

### **Algunos resultados relevantes**

*Febrero:* Finalización en el IAC del diseño del carenado para el cierre del instrumento.

*Marzo:* Aceptación en Asturfeito. S.L., (Asturias) del Útil de Volteo. Aceptación en el IAC 2 semanas después.

*Abril:* Recepción del Filtro Sintonizable en el azul.

*Mayo:* Primer montaje del instrumento sobre el Simulador del Rotador Nasmyth en la sala de rotadores del IAC haciendo uso del útil de volteo.

*Junio:* Finalización del diseño de la estructura del Simulador del telescopio.

Aceptación en Diester S.L., (Valencia) del carenado para el cierre del instrumento. Dos semanas después aceptación en el IAC.

Finalizado al 95% los armarios electrónicos y su sistema de refrigeración y sobrepresión. Finalizado el diseño del útil de transporte.

*Julio - agosto:* Pruebas ópticas de OSIRIS montado sobre el rotador sin carenado ni armarios electrónicos. Contratación del útil de transporte de OSIRIS.

*Septiembre:* Contratación de la fabricación de la estructura del Simulador del Telescopio a la empresa Pinach (Valencia).

*Octubre:*

Finalizada una primera interfaz gráfica que permite el control integrado de mucho de los mecanismos de OSIRIS y la adquisición de imágenes, de acuerdo a los estándares del telescopio GTC. Iniciado el contrato para la fabricación de las máscaras multi-slit.

*Noviembre:*

Aceptación del Útil de transporte en el IAC. Integración de OSIRIS sobre el rotador con carenado

*Diciembre:*

Aceptación del simulador del telescopio en Valencia. Recepción en el IAC. Integración de OSIRIS sobre el rotador con carenado, armarios electrónicos y cableados: configuración muy próxima a la final.

### **Evolución del Proyecto**

A principios del año 2007 quedaban por diseñar y fabricar diversos elementos, así como gran parte de las tareas de ensamblaje e integración del mismo. Además, todo ello condicionado por el plan del Proyecto del telescopio GTC, que marca el momento en el que OSIRIS debía comenzar a probarse en el telescopio. En un principio, teniendo en cuenta el esquema de tiempos del GTC, el plan de OSIRIS aconsejaba integrar en GTC en dos fases. Posteriormente, las modificaciones de los planes del Telescopio han permitido enfocar las tareas hacia una sola integración en el mismo.

Por tanto, durante todo el año 2007 se han priorizado aquellas tareas fundamentales para el cumplimiento de la fecha prevista de instalación en el telescopio GTC, asignando baja prioridad a todas aquellas tareas no imprescindibles. A finales de este año el Proyecto ya casi ha finalizado la mayoría de los diseños y fabricaciones y esto le está permitiendo centrarse en las tareas típicas de integración y verificación.

#### *Diseño y fabricación*

Partiendo de la estructura y paneles de los armarios electrónicos, se comenzó con el aislamiento térmico del chasis con láminas de material aislante. Tras las pruebas correspondientes se demostró que, en condiciones de trabajo, la disipación de cada armario hacia el telescopio estaría entorno a 170 w. A continuación se procedió a la instalación en su interior de todos los rack electrónicos, el complicado cableado, el sistema de aire acondicionado, el sistema de sobrepresión de aire seco para evitar la condensación, etc. (Ver Fig. 1).

en cualquier longitud de onda entre 365 y 1.000 nm dentro de un campo de 8.5'x 8.5'. Con sus prestaciones tendrá una potente capacidad para estudiar en detalle las zonas de formación estelar desde galaxias cercanas hasta las más lejanas observables. Los campos de investigación serán tan variados como para englobar la formación estelar en galaxias cercanas, activas, distantes y cuásares. Añadiendo a esto los modos rápidos y la espectroscopía en diferentes resoluciones, OSIRIS

diseño estructural. Dada la forma tan compleja que se requería, se decidió utilizar tecnología de fibra de vidrio-carbono, lo que obligó a la fabricación de un molde en madera. El diseño fue intensivo durante finales del año 2006 y principios del 2007, con gran interacción con los posibles fabricantes. Con el objeto de reducir el plazo de ejecución se realizaron tres contratos diferentes para el molde, la fibra y los refuerzos metálicos.



Figura 1. Armario electrónico.



Figura 2. Útil de volteo.



Figura 3. Carenado del instrumento. Aísla el instrumento del entorno.



Figura 4. Útil de transporte. Permite trasladar el instrumento amortiguando las vibraciones.



Figura 5. Estructura del simulador del telescopio. Sobre este elemento se montará una óptica que simulará la luz proveniente del telescopio.

El útil de volteo (Fig. 2) permite elevar y girar el instrumento con el objeto de poder montarlo sobre el rotador Nasmyth del telescopio. A finales del año 2006 se finalizó el diseño del mismo, fabricándose durante los primeros meses, de modo que en marzo se recibió en el IAC. La fabricación de este elemento se consideró muy crítica en el plan del Proyecto por necesitarse para las etapas de integración sobre el rotador.

El elemento denominado carenado (Fig. 3) permite mantener estanco el instrumento. Inyectando aire seco y limpio se evita la entrada de polvo y humedad y se mantiene más controlado el gradiente de temperatura en su interior. Su diseño supuso una gran dificultad, ya que por ser el último elemento diseñado, tuvo que adaptarse a multitud de requisitos, como por ejemplo, de envolventes, peso, accesibilidad, interfaces mecánicas y eléctricas, etc. Además debe soportar el peso de los armarios electrónicos por lo que obligó a un

Para trasladar el instrumento al observatorio de La Palma se diseñó y fabricó el útil de transporte (Fig. 4). Se tiene previsto trasladar el instrumento al ORM sobre un camión. Se estimó necesario diseñar un módulo que permita sujetar el instrumento al camión y que a su vez amortigüe las vibraciones producidas por éste. También se utilizará para desplazar el instrumento dentro del telescopio acoplándose unas plataformas neumáticas que mantienen flotante el conjunto mientras se empuja manualmente.

Con el objeto de disponer de una fuente de luz que simulará el telescopio se diseñó y fabricó la denominada Estructura del Simulador del telescopio (Fig. 5). Es una estructura que se monta sobre el Simulador del Rotador Nasmyth de la sala de rotadores del IAC, sobre la segunda fila de taladros roscados. Es un diseño totalmente realizado en el IAC y fabricado en la empresa Pinach. Sobre esta estructura, en la zona central se montará el módulo óptico de dicho simulador, actualmente en fabricación.

Una parte fundamental de OSIRIS son las máscaras necesarias para operar en espectrografía. Durante los últimos meses del año se fabricaron los marcos y láminas de las multi-slit (Fig. 6). También se ha contratado la fabricación de las 12 Long-Slit requeridas.

Los detectores de OSIRIS están instalados en un criostato con el objeto de obtener un nivel de ruido bajo. El "hold time" (tiempo entre reposiciones de nitrógeno) actual es de unas 12 horas. Aunque este criostato es perfectamente operativo, se ha considerado la conveniencia de aumentar este tiempo al doble para facilitar su operación, por lo que durante el segundo semestre del año se ha estado estudiando junto con empresas externas los posibles diseños que mejoran esta prestación. Se contratará la fabricación, estando prevista su inclusión en OSIRIS antes de su puesta en operación en el telescopio.

Los Filtros Sintonizables de OSIRIS son unos elementos complejos que requieren de una caracterización y control bastante sofisticado si se pretende obtener un funcionamiento preciso. Durante diciembre se ha estado probando el filtro de forma similar a como se hará con el sistema de control final, quedando cerrados los requisitos para control.



Figura 6. Máscara Multislit. Las láminas se montan sobre los marcos una vez mecanizadas según requisitos del astrónomo.

Durante este año se ha estado programando los componentes para el control de los dispositivos como la unidad de selección de longitud de onda, adquisición de datos, unidad de Slit, etc.

#### Ensamble, integración y pruebas

Durante todo el año 2007 se han combinado las tareas de diseño y fabricación mencionadas en el apartado anterior con la integración de dichos elementos en el sistema. Cuando estas integraciones han supuesto nuevas condiciones se han realizado pruebas ópticas.

Desde el punto de vista de integración se han seguido los pasos siguientes:

- Pruebas ópticas sobre OSIRIS montado sobre el suelo (Fig. 7).
- Montaje de OSIRIS en el rotador sin elementos ópticos, utilizando el Útil de Volteo.
- Montaje de OSIRIS en el rotador con elementos ópticos. Pruebas ópticas
- Montaje de OSIRIS en el rotador con Carenado. Pruebas ópticas (Fig. 8)
- Montaje de OSIRIS en el rotador con Carenado y Armarios Electrónicos y cables. Configuración del instrumento próxima a la final. Pruebas ópticas (Fig. 9).



Figura 7. Integración sobre el ISB en el suelo. Posición que ha permitido realizar una integración y pruebas iniciales de forma cómoda. Alrededor del instrumento un sistema de andamios para facilitar el acceso.

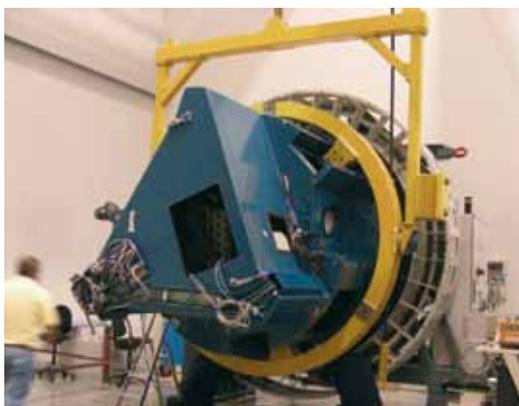


Figura 8. Montaje sobre el rotador con carenado.

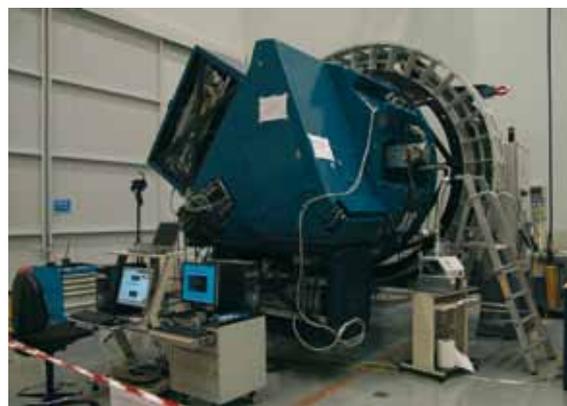


Figura 9. Integración sobre el rotador con carenado y armarios. Configuración muy próxima a la final.

## **LGS (LASER GUIDE STAR) CON OGS (OPTICAL GROUND STATION)**

**J.J. Fuensalida.  
A. Alonso.**

### **Introducción**

La turbulencia asociada a los gradientes locales térmicos y de presión en la atmósfera constituye una de las limitaciones básicas en el rendimiento de los (grandes) telescopios empleados para la investigación astronómica desde la superficie terrestre. La falta de homogeneidad del índice de refracción de la atmósfera provocada por la turbulencia causa distorsiones en los haces de rayos luminosos que se propagan en su interior, resultando en un ensanchamiento por encima del límite de difracción del telescopio, un baile aleatorio de la posición centroide de intensidad, y fluctuaciones de la irradiancia.

Con objeto de obtener de los (grandes) telescopios su resolución teórica, es necesario utilizar técnicas que permitan compensar el efecto de la turbulencia atmosférica. Estas técnicas, denominadas de Óptica Adaptativa (OA), consisten en medir el efecto de la turbulencia sobre el campo de observación, y corregirlo en tiempo real mediante dispositivos óptico-mecánicos. La medida de la turbulencia exige la presencia de una estrella brillante cercana o en el propio campo (estrella guía) que permita medir la turbulencia.

El número de estrellas naturales aptas para su empleo como estrellas guía es muy limitado, por lo tanto el empleo de sistemas de OA requiere la generación de lo que se conoce como Estrellas de Guía Láser. Los recientes desarrollos tecnológicos en láseres de alta potencia permiten generar estrellas artificiales enfocando un haz láser en la mesosfera terrestre (80-110 km) que provoca la retro-dispersión resonante por átomos de sodio o de potasio. Las estrellas así generadas se pueden emplear para corregir la turbulencia atmosférica en cualquier campo de observación.

El telescopio OGS en la configuración Coudé cuenta con un sistema compuesto por un láser de Nd:Yag a 532 nm (18 W) para el bombeo, un láser de titanio-zafiro sintonizable en 769.9 nm (potasio) y un láser de colorante sintonizable en 589.2 nm (sodio). Esto hace que dicho sistema sea adecuado para generar estrellas guía que permitirán caracterizar las necesidades técnicas de los sistemas de OA en los observatorios astronómicos del IAC.

## **Algunos resultados relevantes**

*Enero – diciembre:* El Proyecto está paralizado por falta de personal.

*Diciembre:* El láser de colorante está operativo en el banco norte.

### **Evolución del Proyecto**

Se ha paralizado la actividad de Proyecto por falta de recursos humanos.

## **JRA2 (JOINT RESEARCH AGREEMENT) - OPTICON**

**J.J. Díaz García.**

R. Kholey (GRANTECAN S.A.).

### **Introducción**

El IAC está involucrado en tareas de OPTICON del JRA2 (Joint Research Action 2, Fast Optical Detectors) pertenecientes al programa marco FP6 de la Unión Europea. El objetivo de este JRA es la producción de detectores de alta velocidad y bajo ruido de lectura para su aplicación en Óptica Adaptativa. Como producto final se generará un nuevo detector, el CCD220, que será caracterizado en el IAC como respuesta a su compromiso dentro del grupo. Ya se han producido algunos detectores en versiones de ingeniería y la entrega de los detectores de grado científico es inminente. Por otro lado está a punto de concluirse la fabricación de la cámara de pruebas de dichos detectores de la cual se entregará una réplica al IAC para llevar a cabo la caracterización de éstos. En el IAC se ha montado un laboratorio de caracterización y se han automatizado el control de algunos elementos. Este trabajo prosigue en la actualidad.

## **Algunos resultados relevantes**

Realización de los informes anuales de progreso requeridos por OPTICON.

Revisión del plan de pruebas en el IAC.

Identificación de nuevos componentes requeridos para las pruebas.

Mantenimiento a punto de las infraestructuras requeridas para llevar a cabo la caracterización del detector.

Seguimiento de las tareas de desarrollo de la

Cámara y electrónica.

Organización de una reunión de seguimiento del trabajo del JRA2 en el IAC.

Creación de una propuesta de participación del IAC en el FP7 como ampliación de la colaboración en el JRA2 del FP6.

## SIDE: SUPER IFU DEPLOYABLE EXPERIMENT

**J. Casares, F. Gracia, E. Joven, C. Martín y J.L. Rasilla.**

F. Prada y M. Azzaro (IAA, Granada), F. Castañar y X. Xirgú (Institut d'Estudis Espacials de Catalunya), M. Martínez y L. Cardiel (Institut de Física d'Altes Energies), J. Torra y L. Balanguer (Univ. de Barcelona), J. Gallego y A. Castillo (Univ. Complutense de Madrid), I. Aretxaga, E. Carrasco (INAOE, México), L. Georgiev (UNAM, México) y S. Eikenberry (Univ. de Florida, EEUU), R. Kohley (GRANTECAN S.A.) y D. D. Schlegel (Lawrence Berkeley National Lab., EEUU).

## Introducción

El objetivo del Proyecto SIDE es el desarrollo de un instrumento de uso común para el telescopio GTC dedicado a la espectroscopía de resolución intermedia en el rango óptico e infrarrojo cercano alimentado por fibras ópticas mediante un robot posicionador (modo multiobjeto) y por una unidad de campo integral (modo 3D).

El Proyecto está liderado por el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IP F. Prada) y en él participan varias instituciones de España, México y Estados Unidos.

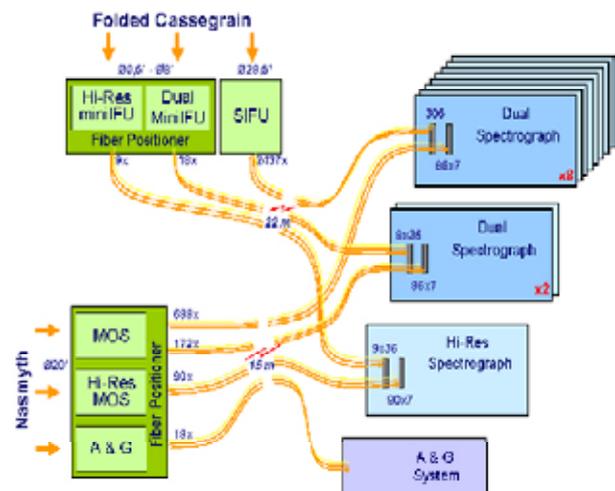
Las características del instrumento son las siguientes:

- Robot posicionador de fibras MOS (Foco Nasmyth): ~1.000 unidades de 1,5" (7 fibras de 0,5"). Campo de patrulla de 20' de diámetro
- Robot posicionador fibras mini-IFU (Foco Cassegrain doblado): ~27 Unidades de 3"x3" (36 fibras de 0,5")
- Unidad de campo integral (Foco Cassegrain doblado): ~2.500 fibras ópticas de 0,5" Campo de visión de 30"x30"
- 10 Espectrógrafos duales (Vis-IR) de baja resolución: Resolución espectral 1.500 - 5.000 Banda: 0,4 – 1,7 micras
- 1 Espectrógrafo visible de alta resolución: Resolución espectral <30.000 Banda 0,35 – 0,9

micras

- 1 Espectrógrafo infrarrojo de baja resolución: Resolución espectral 2.800 a 5.000 (rango espectral hasta 1,7 micras)
- Modos de observación: MOS: Vis-IR baja resolución @ Nasmyth; MOS: Vis alta resolución @ Nasmyth; Mini-IFU: Vis-IR baja resolución @ Cass. Doblado; Mini-IFU: Vis alta resolución @ Cass. Doblado; Campo integral: Vis-IR baja res. @ Cass. Doblado; Nod&read

En la gráfica siguiente puede verse un esquema del instrumento:



en OGS y GHRIL en WHT

Un **espectrógrafo de campo integral ecualizado** basado en fibras.

- Rango: 0.6 - 1  $\mu\text{m}$
- Atenuadores: filtro neutro circular variable controlado externamente
- Detector 4k x 4k

## Algunos resultados relevantes

**Mayo:** Cierre especificaciones mazos de fibras sistema IFU e inicio de compras.

**Diciembre:**

Adjudicación contrato fabricación espejo deformable a CILAS.  
Reunión de inicio fabricación espejo deformable.  
Selección del detector del espectrógrafo.  
Recepción de las microlentes para el haz de fibras.

## Evolución del Proyecto

Durante 2007 principalmente se han concentrado esfuerzos en la definición del instrumento que nos han permitido especificar los diferentes elementos a diseñar y fabricar. Por otra parte, se han

La participación del IAC se centra en el diseño y fabricación de los haces de fibras ópticas, incluyendo las microlentes y los conectores, y en los detectores y sistema de control.

En la elaboración de los casos y requerimientos científicos también participaron por parte del IAC, J. Casares, J. Licandro, A. Herrero, M. R. Zapatero, J. Betancort-Rijo, S. Patiri, F. Garzón y D. Martínez. Y como parte del grupo de definición del instrumento A. Manchado y E. Mediavilla. V. Sánchez asesoró en aspectos mecánicos y criogénicos.

## Evolución del Proyecto

La actividad durante este año ha estado centrada en la elaboración del estudio de viabilidad del instrumento, iniciada en diciembre de 2006. Por nuestra parte, además de aspectos científicos, se contribuyó a los apartados correspondientes de la propuesta, con un estudio de mercado de los detectores y controladores, con una propuesta para el sistema de control y con un diseño de los haces de fibras y microlentes. Además, fue necesario pulir unas muestras de fibras y medir sus características en el laboratorio.

Durante 2007 ha habido varias reuniones del grupo de definición del instrumento, teleconferencias y reuniones de progreso que permitieron ir poniendo en común los avances de cada grupo.

Los principales hitos de 2007 son la entrega a GRANTECAN S.A. en el mes de julio de un primer borrador del estudio de viabilidad o propuesta de instrumento, y del estudio de viabilidad completo en diciembre.

En plan para 2008 está supeditado a los plazos que imponga GRANTECAN S.A. para realizar la revisión por su parte del estudio de viabilidad. Así, a falta de concretar las fechas, los hitos para este nuevo año serían:

- Completar la propuesta/estudio de viabilidad con las indicaciones de GRANTECAN S.A. después de su revisión.
- Firma del acuerdo/contrato con Grantecan para el desarrollo de SIDE.
- Inicio de la fase de diseño conceptual.

## EDiFiSE - ESPECTRÓGRAFO DE CAMPO INTEGRAL ECUALIZADO LIMITADO POR DIFRACCIÓN (3I1202)

J. J. Fuensalida.

Á. Alonso, M. Barreto, A. Fragoso, F. Gracia,

M.A.C. Rodríguez-Hernández, B. García-Lorenzo, Y. Martín, J. L. Rasilla, L. F. Rodríguez y T. Viera.

## Introducción

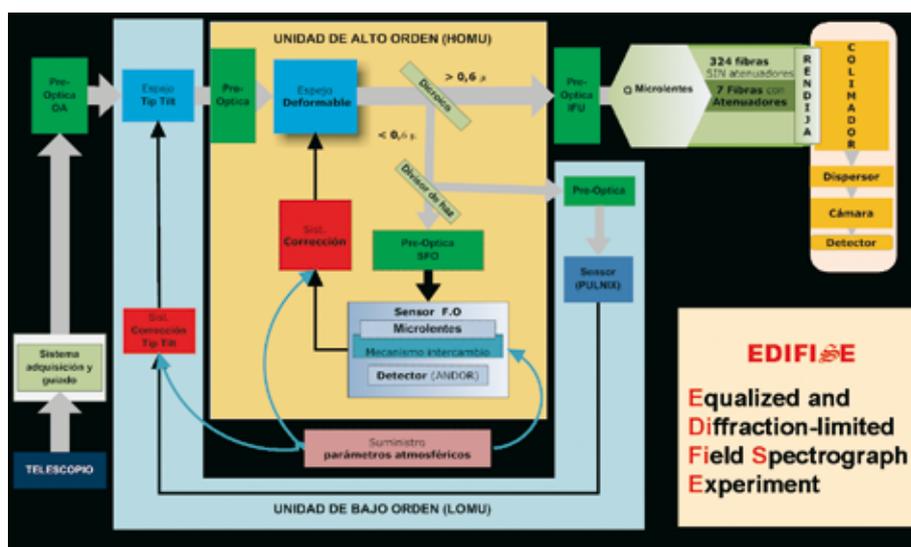
EDiFiSE es un instrumento prototipo compuesto por un sistema de Óptica Adaptativa y un espectrógrafo de campo integral ecualizado (EIFS). Con EDiFiSE se pretende abordar un instrumento prototipo como plataforma de ensayo de futuros proyectos de mayor envergadura para ELT's. donde la información de la estructura de la atmósfera sean datos de entrada en tiempo real. Para ello, ambas partes, AO y EIFS, deben diseñarse como un conjunto. El caso astronómico está centrado en objetos compactos con grandes contrastes en intensidad. La detección resuelta de los componentes espaciales del objeto se aprovechará tanto de la mejora de la resolución espacial como de la resolución espectral.

EDIFISE nace a partir de los logros del proyecto AYA2003-07728 y en el marco del Proyecto AYA 2006-13682 "Sensado y corrección de la turbulencia atmosférica: aplicación astronómica" en el que se pretenden, por una parte, extraer y analizar, en tiempo real, la información relevante de la turbulencia y del sodio mesosférico para suministrarla a sistemas AO/MCAO; y por otra, la aplicación de técnicas para atenuar los efectos de saturación producidos por los componentes más intensos que impiden la detección de los más débiles en objetos compactos.

Características de EDIFISE. Los requerimientos básicos del instrumento son:

Un **sistema de Óptica Adaptativa** que suministre un haz óptico a un **EIFS**, capaz de adecuarse a las condiciones de turbulencia atmosférica. A partir de la información adecuada de  $\tau_0$  (tiempo característico de turbulencia) y  $r_0$  (parámetro de Fried), el sistema debería modificar los parámetros de control y sensado del frente de onda para optimizar la corrección y mejorar la magnitud límite del sensado.

- Rango espectral del haz óptico corregido: 0.6 - 1  $\mu\text{m}$
- Campo espacial corregido: 2 - 4 seg-arc
- Tipo de fuente de referencia: estrella natural puntual (NGS)
- Relación Strehl: 0.9
- Mecanismo para cambio de muestreo del Shack-Hartmann: tipo revolver con varios arrays de lentes
- Telescopio: OGS (tentativo para final del Proyecto, WHT). Disposición en mesas ópticas: Sala Coudé



que comienzan a longitudes de onda mayores.

ESPRESSO persigue hitos científicos concretos por sí y, además, constituye un banco de pruebas tecnológicas para el espectrógrafo CODEX ("COsmic Dynamics EXperiment") en el telescopio E-ELT. ESPRESSO será alimentado a través de fibras ("Coudé Train") por una o más unidades VLT. En el caso de una única unidad VLT, la resolución espectral será en torno a 150.000 conforme al diseño óptico conceptual (podría decirse que ESPRESSO en este modo de observación equivale a un "súperHARPS"); si son cuatro las unidades VLT (equivalente a un telescopio de 16 m), la resolución espectral será de 45.000 ("súperUVES"). Esta última configuración proporciona una capacidad colectora de fotones sin precedentes. La calibración en longitud de onda es crítica en un instrumento como ESPRESSO con requisitos exigentes de estabilidad y precisión. Se considera la utilización de los "láser frequency comb" (todavía en desarrollo) que proporcionan líneas de emisión muy estrechas, equiespaciadas y con posiciones muy bien definidas.

El consorcio formado por la ESO, Observatorio de Ginebra (Suiza), Observatorio de Trieste (Italia), Instituto de Astrofísica de Cambridge (Reino Unido) y IAC, es responsable de los estudios realizados en la fase A de ESPRESSO. Es la primera vez que un centro español participa en un instrumento para los telescopios VLT.

### Algunos resultados relevantes

*Febrero:* Reunión de "Kick-off" de Fase A.

*Mayo:* Iª Reunión de progreso del consorcio.

*Octubre:* Participación en el congreso "Science with the VLT in the ELT era".

### Evolución del Proyecto

El IAC se incorporó al consorcio por invitación en junio de 2006, y desde entonces nuestras responsabilidades técnicas se han concentrado en el diseño opto-mecánico y térmico del instrumento. La primera reunión del consorcio ("Kick-off") se celebró en Tenerife en febrero de 2007, y la segunda en Garching (Alemania) en mayo de 2007. Los trabajos realizados en el IAC se presentaron en un póster (Pérez et al.) en el congreso internacional "Science with the VLT in the ELT era" celebrado en Garching (Alemania) en octubre de 2007.

### Concepto Mecánico de ESPRESSO

El concepto mecánico de ESPRESSO se ha desarrollado teniendo en cuenta los aspectos operativos relacionados con su ubicación en el laboratorio combinado Coudé del Observatorio VLT en Cerro Paranal (Chile), esto es, restricciones internas, espacio disponible, cuestiones de manipulación y cuestiones de transporte; los aspectos técnicos relacionados con la gestión e integración del concepto óptico; y, los aspectos técnicos requeridos y especificados, en términos principalmente de estabilidad térmica y estructural, de acuerdo a las prestaciones científicas del instrumento. De este modo, desde un punto de vista mecánico, el sistema se ha dividido en cinco subsistemas principales (optomecánica, banco óptico, cámara de vacío, estructura de soporte y cerramiento térmico) que, en combinación con otros tres subsistemas complementarios (sistema de vacío, sistema térmico y sistema de adquisición de datos del entorno) y un equipamiento de soporte, permiten la operación de ESPRESSO.

*Cámara de vacío y cerramiento térmico de ESPRESSO.*

*Interfases ópticas:* Partes importantes son las etapas de adecuación de los haces ópticos entre los distintos bloques: Pre-ópticas. Por su complejidad, las de OA y la del IFU requieren especial atención. En ambos casos se ha iniciado ya el diseño.

*Sistema Óptica Adaptativa:* Se han llevado a cabo medidas de sensibilidad en la OGS y de la idoneidad de características del telescopio en cuanto a apuntado y seguimiento.

*Sistema IFU:* Además de cerrar las especificaciones e iniciar las compras, se ha probado en laboratorio la idoneidad de uno de los elementos básicos en el sistema: un tipo de atenuador de fibras adquirido para pruebas.

*Espectrógrafo:* Además de la selección del detector y del inicio del proceso de compras del mismo, se ha contactado con posibles fabricantes del espectrógrafo.

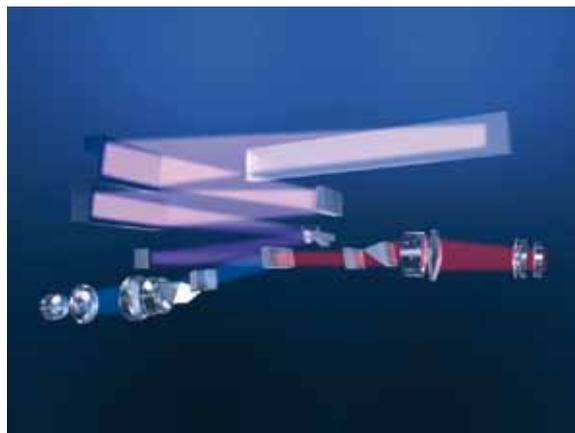
## ESPRESSO (3E3107)

**M.R. Zapatero Osorio.**

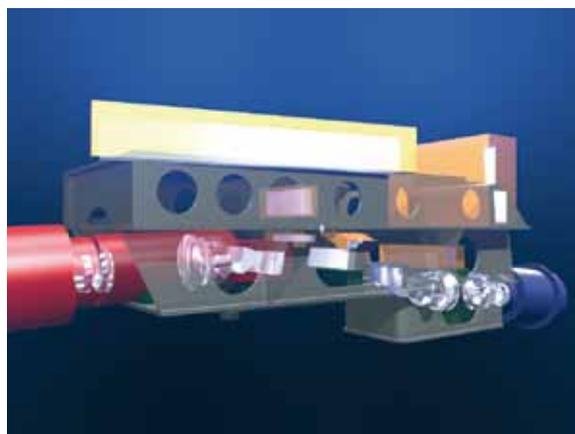
**J.M. Herreros, R. García López, R. López, J. Pérez, J.L. Rasilla, R. Rebolo, E.L. Martín, V.J.S. Béjar, A. Manchado y G. Israelian.**

### Introducción

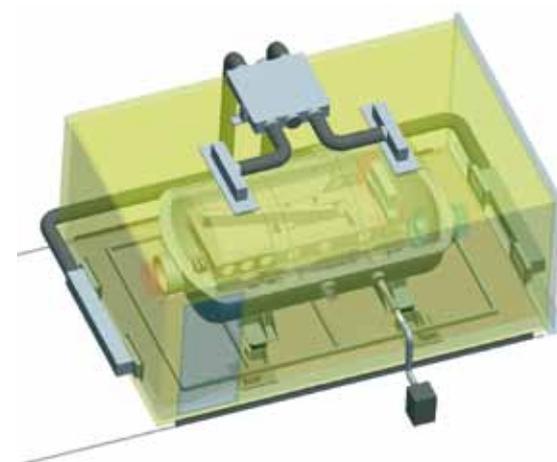
ESPRESSO ("Echelle Spectrograph for PREcision Super Stable Observations") pretende ser una nueva generación de espectrógrafo óptico caracterizado por una alta resolución y estabilidad espectrales con destino en la sala Coudé incoherente de los telescopios VLT en Paranal (Chile). El objetivo científico motor principal de este instrumento es la búsqueda y detección de planetas terrestres alrededor de estrellas de tipo solar y algo más frías con la técnica de medidas de velocidad radial estelares. ESPRESSO se concibe, pues, para proporcionar medidas de desplazamiento Doppler con una precisión exquisita en torno a los 10 cm/s (el requerimiento final es alcanzar precisiones de 1 cm/s) a lo largo de escalas temporales de decenas de años (~20-30). Otros programas científicos, como son el estudio de las razones isotópicas de elementos químicos críticos (ej. Mg, Li, C, O) en las estrellas y el medio interestelar de la Galaxia, supernovas y el análisis químico de cuásares de alto desplazamiento al rojo, sin duda se beneficiarán de las prestaciones de ESPRESSO cuya cobertura espectral está entre 370 y 686 nm, con un objetivo final de 350-720 nm,



Concepto óptico de ESPRESSO.



Elementos ópticos, banco óptico y estructura soporte de ESPRESSO.



evitando las intensas líneas telúricas de absorción

# INSTRUMENTACIÓN INFRARROJA

de 4.2'x4.2' (0.25 "/pixel). Además de los modos de operación comunes con otros espectrógrafos infrarrojos de última generación, tiene modos únicos como espectroscopía multiobjeto, coronografía y polarimetría. Con este instrumento se están abordando proyectos de investigación punteros, como por ejemplo el estudio químico de objetos transneptunianos y cometas, la búsqueda de exoplanetas, evolución química de supernovas hasta el estudio de galaxias con alto desplazamiento al rojo.

Principales características de LIRIS:

- Imagen en las bandas J, H y Ks, así como filtros banda estrecha
- Rendijas de distintas dimensiones: 0.65", 0.75", 1" y 5" x 4.2'
- Resolución espectral de 800 en el rango 0.95 hasta 2.4 micras y 2500 alrededor de 2 micras
- Capacidad de espectroscopía multiobjeto en un campo de 2 x 4.2 arcmin
- Capacidad de polarimetría en modo imagen
- Coronografía con máscaras de apodización

## Algunos resultados relevantes

- Pseudogrismas J y K:

*Mayo:*

Recepción red de difracción J fabricada por Jobin Yvon.

Recepción prismas para Pseudogrismas.

*Junio:* Adquisición Filtro Y.

*Julio:* Recepción red de difracción K fabricada por Jobin Yvon.

*Agosto:*

Pruebas ópticas, en laboratorio, de las redes de difracción J y K.

Validación mecánica de la óptica de los Pseudogrismas (sándwich prisma-red-prisma) en frío.

*Noviembre:*

Integración Pseudogrismas J y K en LIRIS.

Verificación en parking, en frío, Pseudogrismas

| Name       | Prism material | Prism angle $\alpha$ (degrees) | Blank material        | lines/mm | $\lambda_0$ ( $\mu\text{m}$ ) |
|------------|----------------|--------------------------------|-----------------------|----------|-------------------------------|
| "Grisma J" | ZnSe           | 20.3                           | IR Grade Fused Silica | 820      | 1.25                          |
| "Grisma H" | ZnSe           | 19.3                           | IR Grade Fused Silica | 590      | 1.65                          |
| "Grisma K" | ZnSe           | 19.3                           | IR Grade Fused Silica | 433      | 2.25                          |

J y K.

Recepción red H.

*Diciembre* Recepción filtro Y.

Durante todo el año LIRIS ha seguido operando en el telescopio WHT con buenos resultados.

## Evolución del Proyecto

Durante el año 2007 LIRIS desarrollo sus operaciones científicas con gran éxito en el telescopio WHT.

Una vez por semestre se realizaron integraciones de mascarar multirendijas para realizar espectroscopia multi-objeto.

Tres pseudogrismas de alta resolución se han definido para LIRIS.

En mayo se recibieron los prismas que formarán parte de los pseudogrismas.

La fabricación de las redes la ha realizado la empresa Jobin Yvon. Las redes J y K se recibieron en mayo y julio respectivamente. La red H se recibió en agosto pero su aceptación no se hizo hasta finales de noviembre, con lo cual su integración quedó pendiente hasta inicio del 2008.

En el marco de las pruebas de validación en el IAC se integraron los pseudogrismas en un criostato de pruebas y se enfriaron controlando las pendientes de enfriamiento y calentamiento para validar que pueden operar en condiciones criogénicas. En el laboratorio de óptica y en caliente se midió la transmisión de las redes con el espectrofotómetro.

En noviembre de 2007 se realizó la integración de los pseudogrismas J y K dentro del criostato de LIRIS. Esta integración se realizó paralelamente al desarrollo de las tareas anuales de mantenimiento preventivo que requieren el calentamiento del

## EXPLOTACIÓN CIENTÍFICA DEL ESPECTRÓGRAFO IR LIRIS (3I1202)

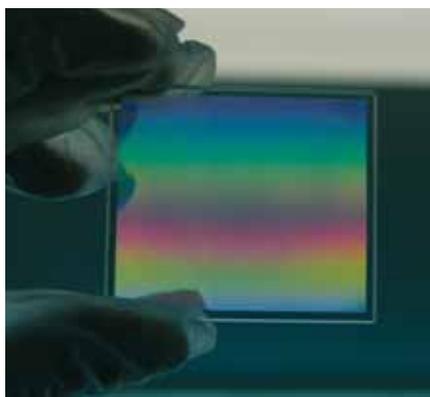
A. Manchado.

J. Acosta Pulido, M. Barreto, R. Barrena, E. Cadavid, A. Fragoso, F. García, E. Hernández, H. Moreno, J. Olives, P. Ayala, J. Morrison, J. García y J. González.

### Introducción

LIRIS es una cámara y espectrógrafo para el rango infrarrojo cercano, construido en el IAC y que está operando en el foco Cassegrain del telescopio WHT, en ORM. Desde el mes de agosto de 2004 LIRIS funciona de manera rutinaria como instrumento de uso común en dicho telescopio.

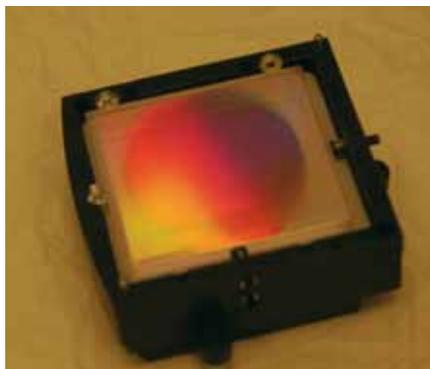
LIRIS trabaja en el rango de 0,9 a 2,4 micras cubriendo las bandas fotométricas J, H y K. Se usa un detector Rockwell-Hawaii-I de 1024x1024 píxeles. proporcionando un campo



*Red K.*



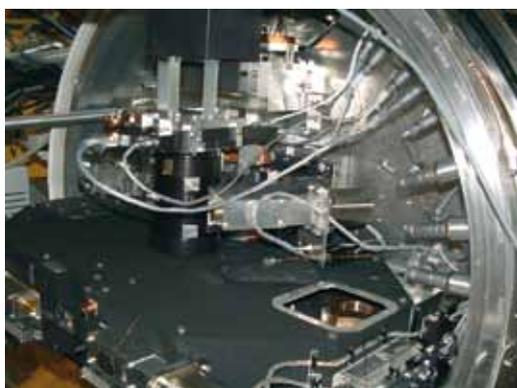
*Prisma.*



*Red J integrada en la montura.*



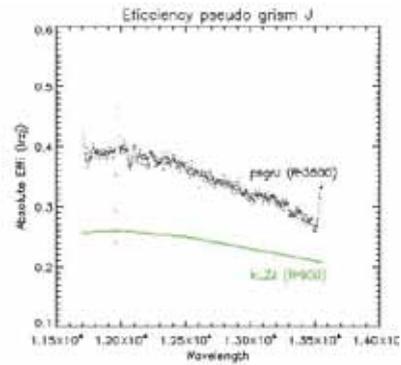
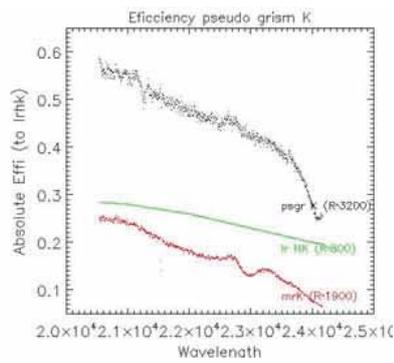
*Pseudoprisma Formado por sándwich prisma-red-prisma.*



*Vista interior de LIRIS con ventana integración de la rueda de grismas abierta.*



*F. García y E. Hernández integrando una de las redes.*



Se enfrió LIRIS en parking y se verificaron los pseudogrismas J y K previamente al montaje de LIRIS en telescopio. Las redes alcanzan la resolución esperada por encima de 3000 para una rendija de 0.75". Los rangos espectrales cubren perfectamente las bandas J y K. En cuanto a eficiencia mejoran entre un 20 y 50% con respecto a los grismas de baja resolución.

#### Explotación tiempo garantizado

Los últimos días del año 2006 y primeros de 2007 tuvo lugar la última campaña de observación realizada dentro del tiempo garantizado al equipo de LIRIS. Esta campaña se dedicó casi en su totalidad al estudio de la determinación de la tasa de formación estelar en galaxias lejanas ( $0.7 < z < 1.0$ ), haciendo uso del modo de espectroscopia multi-objeto. Las condiciones de observación no fueron óptimas, registrándose una pobre calidad de imagen debida a la atmósfera. Se han observado un total de 48 galaxias, para 31 de ellas se ha encontrado detección clara de la línea H, y 17 presentan también detección de la línea [N II]6583. Estas detecciones alcanzan un flujo límite de  $\sim 10$ - $16$  erg/s/cm<sup>2</sup> con relación señal/ruido mayor de 3.

#### Estrellas débiles de calibración polarimétrica

Se continuó con el programa de observación destinado a la obtención de un catálogo de estrellas débiles para calibración polarimétrica. Se han observado regiones del cielo cuya extinción es muy alta debida a la gran cantidad de polvo, en concreto alrededor de las llamadas nubes de Barnard. La polarización aparece gracias a la extinción dicroica que sufre la luz proveniente de

estrellas más lejanas al atravesar nubes con alta concentración de polvo. Se presentaron resultados preliminares en la conferencia "The 2007 ESO Instrument Calibration Workshop", celebrada en Munich (Alemania), en el mes de enero. Por otra parte en agosto de 2007 se obtuvieron medidas de la polarización en el visible usando el polarímetro Turpol del telescopio Nórdico. De esta manera se puede corroborar el origen de la polarización en las estrellas donde se ha detectado polarización en el rango infrarrojo.

#### Uso del instrumento por la comunidad astronómica

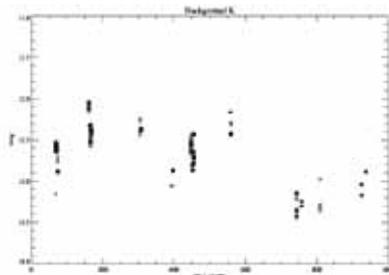
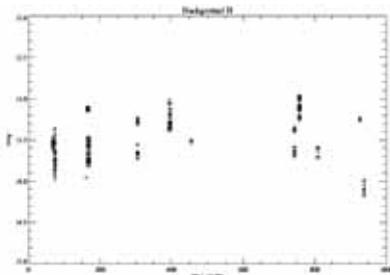
Durante el año 2007 LIRIS se mantuvo como el segundo instrumento más utilizado en el telescopio WHT. Hay una distribución equilibrada entre las observaciones en modo imagen y espectroscopia. Se han publicado durante el año 2007 cinco artículos usando observaciones obtenidas con LIRIS. La mayoría de los resultados publicados están relacionados con estrellas de baja masa, tipo enanas marrones.

#### Variación del fondo de cielo

Se ha realizado un estudio de la variación del cielo infrarrojo sobre el ORM usando los datos obtenidos por LIRIS desde el año 2004 hasta mediados de 2007. Este estudio se realizó como proyecto de beca de verano de M. Mezcuca Pallerola. Se han obtenido estimaciones de la variación del fondo de cielo en las tres bandas fotométricas J, H y Ks. Se adjunta una figura mostrando la variación en las bandas H y K. También se han obtenido espectros promedio tanto de la emisión como de la absorción atmosférica sobre el Observatorio.

MEMORIA  
2007 IAC

138



Variación del fondo de cielo medido a partir de imágenes de LIRIS.

## EMIR: ESPECTRÓGRAFO MULTIOBJETO INFRAROJO PARA EL GTC (P5/01)

F. Garzón.

A.B. Fragoso, C. González, D. Abreu, F. Tenegi, F. Gago, J. Pérez, J. Patrón, J. Sánchez, P. Fernández, J.C. López, J.J. Díaz, J.L. Rasilla, L. López, L.M. Cairós, M. Insausti, M. Vallbé, M. Balcells, M. Prieto, P. López, P. Fernández, P. Saavedra, S. Becerril, S. Barrera y V. Sánchez.

R. Guzmán (Univ. de Florida, EEUU); J. Gallego, N. Cardiel, S. Pascual, J. Gorgas y J. Zamorano (UCM, Madrid); R. Pelló, F. Beigbeder, S. Braun-Nogué y T. Contini (LAOMP, Francia); C. Gry, B. Milliard y R. Grange (LAM, Francia).

### Introducción

El Proyecto EMIR aborda el diseño y construcción de un espectrógrafo multiobjeto con capacidad de imagen para observaciones en el rango infrarrojo cercano con el telescopio GTC. EMIR será un instrumento único en su categoría al proporcionar capacidad de espectroscopía multirrendija y de imagen en un gran campo, en un telescopio de 10 m de apertura y en el dominio infrarrojo cercano. En particular, la capacidad de realizar espectroscopía multiobjeto en la banda de 2.2  $\mu\text{m}$  abrirá campos de investigación únicos a la comunidad de astrónomos usuarios del telescopio GTC. EMIR está diseñado para operar principalmente como multiobjeto en la banda K, pero ofrece un amplio rango de modos de observación, que incluyen imagen y espectroscopía, tanto de rendija larga como multiobjeto, en el rango espectral entre 0.9 y 2.5  $\mu\text{m}$ . Está equipado, entre otros, con tres subsistemas de alta tecnología de última generación, algunos especialmente diseñados para este proyecto: un sistema robótico reconfigurable de máscaras de selección; elementos dispersores formados mediante la combinación de redes de difracción de alta calidad, fabricadas mediante procedimientos fotorresistivos, y prismas convencionales de gran tamaño, y el detector HAWAII-2 de Rockwell, diseñado para el infrarrojo cercano con un formato de 2048 x 2048 píxeles, y dotado de un novedoso sistema de control, desarrollado por el equipo del Proyecto.

Las prestaciones del instrumento quedan resumidas en la siguiente tabla. Es oportuno resaltar que prácticamente todos los requisitos se cumplen en la actualidad más allá de lo solicitado. Especificaciones de EMIR:

- Rango espectral: 0.9 - 2.5  $\mu\text{m}$
- Resolución espectral: 5000, 4250, 4000 (JHK)
- Cobertura espectral: Una ventana de observación en Z, J, H o K
- Formato del detector: HAWAII-2 2048 x 2048 píxeles de Rockwell
- Escala en el detector: 0.2 arcsec/píxel
- Tasa de toma de datos > 1 imagen/seg
- Temperatura del espectrógrafo: ~77 K
- Campo de visión: 6.64x6.64 arcmin imagen 6.64x4 arcmin espectroscopía
- Número de máscaras para MOS: > 50
- Transmisión: >40% en modo Imagen, ni filtro ni detector
- Calidad de imagen ( $\theta_{80}$ ): < 0.3 arcsec (en todo el rango espectral)

La explotación científica inicial de EMIR corre a cargo de dos grupos científicos principales. El grupo GOYA, cuyo Proyecto científico dio origen y dirige el desarrollo de este instrumento, y el grupo EAST. El objetivo principal de GOYA es realizar un censo de galaxias dedicado a la observación de fuentes con desplazamiento al rojo  $2 < z < 3$ , para la exploración de épocas tempranas en la historia del Universo, donde la formación de galaxias alcanzó su máxima intensidad. GOYA queda descrito en más detalle en la memoria del Proyecto 310500. Por otro lado, desde el año 2004 funciona, dentro del Proyecto EMIR, el grupo EAST (EMIR Associate Science Team), que reúne a los investigadores interesados en la explotación científica inicial de EMIR, y que se encargarán de preparar el programa central de observaciones cubriendo aspectos no contemplados dentro de GOYA.

Hasta la fecha, EAST está preparando 18 programas de observación, presentados por grupos que incluyen a más de 40 científicos, que están actualmente en discusión y optimización vía un proceso iterativo. Se cuenta con disponer de algún tipo de asesoría o evaluación científica externa sobre las propuestas previa a su inclusión en el Programa Central de EMIR. El conjunto de propuestas cubre la práctica totalidad de los temas de la moderna Astrofísica observaciones, y puede resumirse en la siguiente lista:

- Seguimiento espectroscópico en el infrarrojo cercano de fuentes extragalácticas en el infrarrojo lejano y submilimétricas
- Núcleos galácticos activos
- Galaxias Starburst
- Poblaciones estelares en galaxias de tipos tempranos
- Estrellas masivas
- Objetos de la Galaxia interna
- Estrellas AGB y Post-AGB
- Espectroscopía en el infrarrojo cercano de sistemas planetarios aislados y enanas marrones

El diseño y construcción de EMIR corre a cargo de un equipo de instituciones nacionales e internacionales con amplia experiencia en instrumentación infrarroja, liderados por el IAC: la Universidad Complutense de Madrid (UCM), el Laboratorio de Astrofísica del Observatorio de Midi-Pyrénées (LAOMP) y el Laboratorio de Astrofísica del Observatorio de Marsella (LAM), en Francia.

EMIR será un instrumento único por sus características y alcance, y abrirá nuevos campos de investigación a la comunidad astrofísica española e internacional con acceso al telescopio GTC. De un lado, debido a la alta sensibilidad, sin precedentes en la instrumentación disponible para los astrónomos españoles, resultado de la combinación de la gran apertura del telescopio GTC con los detectores de última generación que equiparán el instrumento. De otro, la capacidad de realizar espectroscopía con resolución espectral intermedia en el IR cercano y de un gran número de objetos simultáneamente.

### Algunos resultados relevantes

Adjudicación del contrato de fabricación de la CSU a la empresa Janssen Precision Engineering. La reunión de lanzamiento tuvo lugar en mayo.

Adjudicación del contrato de fabricación del Banco Óptico a la empresa G&P Vacuum Projects. La reunión de lanzamiento tuvo lugar en mayo 2007.

Se completaron las tareas de optimización de los enlaces fríos del criostato de pruebas multipropósito, EMCTS, y la fabricación y montaje del útil de verificación. Asimismo se recibieron y verificaron sus nuevas extensiones laterales.

Se ha continuado con el diseño detallado de los principales subsistemas de EMIR:

Se han recibido los 6 prismas de ZnSe de los elementos dispersivos contratados a la empresa II-VI.

Se ha completado la fase de fabricación e integración de la DTU y se están terminando las pruebas preliminares en CSEM. La unidad estará lista a principios del próximo año para enviarse a la

empresa NTE para la integración final del sistema electrónico y pruebas finales de aceptación en fábrica.

Se ha cerrado la revisión de diseño de los barriles contratados a SESO. Se ha iniciado la fabricación de los mismos.

### Evolución del Proyecto

El desarrollo de EMIR durante 2007 se ha basado en el avance en las tareas de diseño detallado de prácticamente todos los subsistemas del instrumento y el inicio de la fabricación o contratación de muchos de los sistemas más complejos, además del seguimiento de los contratos de diseño y fabricación en curso. El diseño de la cámara de vacío, incluidas las pantallas flotantes, se cerrará a principios del próximo año. Los subsistemas principales en los que queda aún pendiente el diseño final son el periscopio y las estructuras de soporte (estructuras de anclado entre el instrumento y el telescopio).

Prosigue el trabajo de fabricación de lentes y barriles por parte de la empresa SESO (Francia) con un retraso considerable y fecha de entrega prevista en el segundo trimestre de 2008. El nivel de dedicación en este contrato ha excedido con creces las expectativas, debido a los problemas y solicitudes de cambios de configuración que se han seguido dando por parte del fabricante, lo cual llevó a tener que desechar y fabricar de nuevo 5 de las lentes ya fabricadas. En la actualidad casi todas las lentes están listas para los recubrimientos finales y se ha cerrado el diseño e iniciado la fabricación mecánica de los barriles contratados.

Prosiguen las últimas fases del trabajo de integración y pruebas de la Unidad de Traslación del Detector por parte de la empresa CSEM (Suiza) con un retraso considerable y fecha de entrega prevista en el segundo trimestre de 2008. La unidad está fabricada y lista para las pruebas de aceptación en fábrica.

Se resolvió la licitación para la fabricación del Banco Óptico de EMIR, adjudicándose a la empresa G&P Vacuum Projects (Valencia). Se han fabricado los principales componentes del mismo, premecanizado, vaciado, etc., y en estos momentos se ha iniciado el proceso de soldadura

*Principales componentes del Banco Óptico preparadas para el proceso final de soldadura.*



Se resolvió la licitación para el diseño y fabricación de la Unidad Reconfigurable de Rendijas (CSU), adjudicándose a la empresa Janssen Precision Engineering (Países Bajos). En la actualidad se está fabricando dos prototipos de 1 y 6 barras (3 rendijas) para verificar las prestaciones del diseño propuesto.

Se ha mantenido la interacción entre el IAC y el LAM (Marsella, Francia) para la definición y diseño de las monturas de los elementos dispersivos. En LAM se ha probado de forma satisfactoria un prototipo de la misma, estando en la actualidad cerrándose los detalles de interfase finales para iniciar la fabricación de las unidades definitivas.

Durante todo 2007 ha transcurrido la fabricación de los prismas de Seleniuro de Zinc (ZnSe), contratados a la empresa II-VI (Alemania). Se han recibido los 6 prismas y se encuentran pendientes de unas pruebas de ciclado criogénico para su envío definitivo a LAM para su integración final.

Se realizaron tareas de optimización del sistema de enfriamiento del EMCTS, integrándose y poniéndose a punto además el sistema de verificación (que permite el uso del mismo en distintas orientaciones en un rango de 360°). Aunque se recibieron las extensiones laterales necesarias para la instalación de la CSU en este criostato, estas presentaban defectos que impedían su instalación. Finalmente, tras la cancelación del correspondiente contrato, se han vuelto a fabricar, disponiéndose en la actualidad



*EMCTS en el útil de verificación con una de las extensiones laterales integradas.*

Se ha seguido avanzando en el análisis detallado para la validación de la unión pegada en los soportes radiales del banco óptico, incluyendo la caracterización de las propiedades mecánicas, quedando pendiente la fabricación y caracterización de la unión real a escala 1/2, con la empresa INASMET. Finalmente, el software de control y gestión

progresa en su concepción e implementación, en paralelo con el desarrollo del sistema de control del telescopio GTC.

Se sigue trabajando en la electrónica de los prototipos y auxiliar del EMCTS al tiempo que se ha comenzado con el diseño de los armarios finales del instrumento.

En el aspecto de explotación científica de EMIR, los grupos GOYA e EAST han continuado su trabajo de preparación del programa central de observaciones y de difusión de EMIR entre la comunidad de usuarios.

## **FRIDA Y DESPUÉS: CIENCIA CON ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL EN LA ÉPOCA DE LOS TELESCOPIOS GIGANTES (3I2105)**

**A. Prieto.**

**J. Acosta, C. Martínez, A. Marín, C. Álvarez, J.J. Díaz, F.J. Fuentes, F. Gago, P. López y J. Patrón.**

A. López (Univ. de México), S. Eikenberry (Univ. de Florida, EEUU), N. Cardiel (UCM), R. Pelló (LAOMP, Francia), J. Reunanen (Tuorla, Finlandia).

### **Introducción**

#### *Ciencia con FRIDA*

El Proyecto de ciencia con FRIDA se enfoca en la identificación y preparación de programas de observación competitivos para FRIDA. FRIDA se prevé que llegue al telescopio GTC hacia finales de este decenio. Para esta fecha, todos los grandes telescopios del mundo ya habrán estado trabajando con instrumentos para Óptica Adaptativa por más de 10 años, produciendo ciencia frontera. Por ello, es fundamental que la comunidad del GTC comience a organizarse con el fin de identificar y preparar programas originales para la época de FRIDA.

El objetivo de este Proyecto es iniciar dentro del IAC tales estudios. Para ello se pretende establecer una colaboración estrecha entre el equipo de FRIDA de IAC y la comunidad científica de GTC a fin de identificar programas y estrategias de observación claves para este instrumento.

Como punto de partida, se ha seleccionado el estudio a gran escala de la galaxia de Andrómeda. Andrómeda es la galaxia espiral más cercana a la Tierra, lo que permite que sus diferentes componentes galácticas: núcleo, disco, bulbo,

### *Ciencia*

Marzo 2007, A. Prieto y J. Fuentes imparten un seminario en el IAC para presentar el Proyecto FRIDA.

Marín y A. Prieto construyen la página Web FRIDA del IAC: <http://www.iac.es/project/frida/>. A. Marín es el responsable de la página.

Femenia (GRANTECAN S.A.) proporciona información sobre la determinación del sky-coverage con óptica adaptativa, siendo esta ahora accesible en la página Web de FRIDA.

Enero – Julio: preparación de la documentación del PDR de FRIDA en agosto 2007.

Se establece una interacción más fuerte entre GTCOA y el grupo de FRIDA. Un intercambio frecuente de información es mantenida por B. Femenia y A. Prieto.

### *Ingeniería*

Se completó la documentación entregable para la PDR bajo responsabilidad del IAC.

Se ha establecido un sistema de control de configuración de documentación dentro del Proyecto. Se ha construido una base de datos y documentación de FRIDA accesible vía una página Web interna.

Compra de los principales componentes del hardware relativo al controlador del detector Hawaii-2 de Rockwell.

Se han identificado las especificaciones del instrumento a nivel del sistema y subsistemas.

Se ha completado la transferencia de tecnología desde el IAC hacia la UNAM.

Inicio del desarrollo de prototipos de FRIDA.

Tras el concepto presentado en PDR, se ha planteado un concepto final de plegado del diseño óptico de FRIDA en el criostato.

## **Evolución del Proyecto**

Como actividad general en el proyecto se ha trabajado en la elaboración de documentación y presentación de la PDR de FRIDA, que tuvo lugar en Ciudad de México en Agosto de 2007. Tras la finalización de la misma, el trabajo se ha centrado en completar/actualizar parte de la documentación presentada y considerar en el diseño los comentarios recibidos.

### *Gestión*

Se completó la negociación de las condiciones del acuerdo entre la UNAM y el IAC para la participación del IAC en FRIDA. El acuerdo está firmado, vigente y el primer ingreso previsto, 100.000 € ha sido ingresado (J. Patrón, R. López y A. Prieto).

Se ha recibido la aprobación de la solicitud al

Plan Nacional 2007-2009 para costear gastos de personal en FRIDA: un ingeniero en informática por 3 años. Se han iniciado las acciones necesarias para la publicación de las bases del contrato del ingeniero en informática a principios de 2008 (A. Prieto).

### *Ciencia*

En materia de divulgación del proyecto FRIDA en la comunidad científica, el equipo de ciencia del IAC ha realizado las siguientes tareas:

- Marzo, A. Prieto y J. Fuentes imparten un seminario en el IAC para presentar el Proyecto FRIDA.

- Marzo, A. Marín y A. Prieto inician la página Web FRIDA del IAC: <http://www.iac.es/project/frida/> que está en continua revisión, siendo A. Marín el responsable de su mantenimiento. En la construcción de esta página se interaccionó con todo el equipo de FRIDA y con GRANTECAN S.A. (C. Álvarez, B. Femenia).

- Enero – julio, todo el equipo participó en la preparación de los documentos para el PDR de FRIDA. La involucración del equipo de ciencia del IAC fue la siguiente:

1.- Elaboración de los documentos (en interacción con C. Álvarez, B. Femenia GRANTECAN S.A.): "Frida observing modes" (A. Prieto, A. Marín, J. Acosta et al.); "FRIDA pipeline" (J. Acosta, A. Prieto, A. Marín et al); "Inspector panels for FRIDA: quick look and analysis Tools" (A. Marín, A. Prieto y J. Acosta).

2.- Participación en la redacción de los documentos: "FRIDA operational concept definition" (A. López y el equipo de FRIDA); "FRIDA system specifications" (J. Fuentes y el equipo de FRIDA).

3.- Revisión de los documentos: "Data Factory Use case models" (C. Eliche y N. Cardiel, UCM); "FRIDA Observing Program Management System" (Brau-Nogue y R. Pello, LAOMP).

En relación con los programas de ciencia de FRIDA, el equipo de ciencia extiende la aplicación de casos científicos para FRIDA al uso de Óptica Adaptativa con láser, a la vista de las sugerencias planteadas por GRANTECAN S.A. en la PDR. A. Prieto redefine los casos científicos para astronomía extragaláctica.

Durante 2007, se establece una interacción consolidada entre FRIDA y el grupo de GTC-AO. Cabe destacar los siguientes progresos:

- El documento de modos de observación de FRIDA es revisado por B. Femenia y C. Álvarez (GRANTECAN S.A.).

- A. Prieto revisa los documentos de GTCOA:

brazos y halo, puedan ser estudiadas bajo escalas espaciales sin precedencia. FRIDA podrá realizar un mapeado espectroscópico de regiones seleccionadas en Andrómeda con resoluciones espaciales por debajo de 0.16 pc a 2 $\mu$ m.

Por su proximidad, la observación de Andrómeda con FRIDA involucra el estudio de un gran número de problemas astrofísicos: formación estelar, función inicial de masa en cúmulos globulares, dinámica galáctica, escenarios de formación de galaxias, etc., a escalas espaciales sólo conseguidas anteriormente en nuestra Galaxia y las nubes de Magallanes. En este Proyecto, se pretende analizar las posibilidades de realización y nivel de competitividad de estos estudios en Andrómeda sobre la base de las capacidades y limitaciones actuales de FRIDA y del sistema de Óptica Adaptativa del telescopio GTC.

#### *Involucración tecnológica en FRIDA*

El IAC esta involucrado tecnológicamente en la construcción de FRIDA y es responsable de tres paquetes de trabajo:

1.- Desarrollo del Sistema de Control completo de FRIDA, el cual estará basado en la medida de lo posible en EMIR. El sistema de adquisición de datos, la electrónica de control del detector y la caracterización de éste así como el software de alto nivel para el control de mecanismos son responsabilidades directas del IAC. Asimismo, el IAC es responsable de la definición de la pipeline y de las herramientas de observación con FRIDA así como del desarrollo del software para la coordinación de operaciones de FRIDA. El IAC coordina todas estas actividades con las instituciones implicadas en estas tareas: LAOMP, UCM y UNAM. Estas tareas comprenden: diseño, fabricación y adquisición de componentes.

2.- Ingeniería del Sistema (System Engineering), que incluye:

- Gestión del control de configuración
- Gestión de entregables
- Definición de la arquitectura del sistema
- Establecimiento de especificaciones a nivel del sistema y todos sus subsistemas
- Trazabilidad y cumplimiento de especificaciones
- Gestión de los presupuestos de ingeniería
- Gestión de interfases
- Estudios de viabilidad y trade-off
- Definición y gestión del Plan de Aseguramiento de la Calidad
- Gestión del análisis de riesgos y planes de mitigación
- Análisis RAM
- Coordinación y gestión de los modelos de

ingeniería

- Manuales de Usuario y Mantenimiento
- Gestión de no-conformidades

3.- Transferencia de tecnología en vacío, criogenia, optomecánica y mecanismos a la UNAM y a la empresa CIDESI (ambos en México). Esta transferencia incluye la coordinación y dirección por parte de IAC del diseño, construcción y validación de los siguientes prototipos:

- Prototipo del criostato de FRIDA (FCTF, ya en marcha)
- Prototipo del carrusel de rejillas
- Prototipo del mecanismo de inserción de la IFU
- Prototipo del mecanismo de enfoque
- Prototipo del barril del colimador (o cámara) del espectrógrafo

#### *Equivalentes de FRIDA en telescopios gigantes*

La Comunidad Europea bajo las premisas de ESO y a través de diferentes institutos identificados por esta organización, está trabajando activamente desde hace 4 años en el establecimiento de la instrumentación apropiada para la futura generación de telescopios gigantes o ELTs (Extreme Large Telescopes). Los casos científicos que se debaten están en su gran mayoría enfocados a la explotación conjunta de la enorme capacidad de adquisición y máxima resolución espacial al límite de difracción, que proporcionan un ELT. La única forma eficiente que se conoce en la actualidad para recuperar el límite de difracción de un telescopio en tierra es el uso de Óptica Adaptativa. Es por ello que la Comunidad considera crucial el definir y encontrar nuevos conceptos de instrumentación astronómica que exploten con eficacia estas resoluciones espaciales, y el uso de esta técnica.

Con este Proyecto se pretende continuar la involucración de este equipo en los proyectos de instrumentación para ELTs actualmente bajo estudio en Europa (A. Prieto participa como co-investigador en el proyecto MIDIR – Mid-IR ELT study) e identificar posibilidades y recursos en el IAC para involucrarlo en este estudios o en la definición de otros nuevos.

#### **Algunos resultados relevantes**

##### *Gestión*

Firma del acuerdo de colaboración-contraprestación IAC-UNAM.

Se ha completado el documento de descripción de los paquetes de trabajo de Control bajo el IAC.

cuando se instale un espejo primario.

## **Evolución del Proyecto**

- Construcción y comprobación de los elementos optomecánicos. Se ha terminado de diseñar gran parte de los elementos optomecánicos del espectrógrafo. La mayoría de ellos ya han sido fabricados y algunos ya han sido comprobados en el Laboratorio de Óptica. Las pruebas finales serán realizadas durante el primer semestre de 2008, tras lo cual se trasladará el espectrógrafo al telescopio, en verano. Falta por diseñar, construir y verificar el sistema de calibración polarimétrica. Este trabajo se hará a lo largo de 2008 y el dispositivo se instalará en 2009, cuando el telescopio vea luz solar.

- Software definitivo de control de los motores. Se ha terminado de desarrollar el software que servirá para controlar la sintonización y enfoque del espectrógrafo en el telescopio. Éste incluye la interfaz de usuario y su integración dentro del modelo de comunicaciones del telescopio.

- Definición de los comandos de control y comunicación del sistema de adquisición de datos con el resto de instrumentos y sistemas del telescopio GREGOR. En interacción con el equipo que está definiendo las comunicaciones entre los diferentes sistemas de GREGOR (telescopios, instrumentos, posicionador de barridos, óptica de calibración, etc.) se ha determinado la estructura de los comandos que necesita TIP-II en el telescopio. Se ha profundizado en la descripción precisa de los comandos (sintáctica y semánticamente), tanto los que se refieren al espectrógrafo como al resto de dispositivos del telescopio y se está desarrollando el software de comunicaciones pertinente.

## **NAHUAL – ESPECTRÓGRAFO INFRARROJO ECHELLE DE ALTA RESOLUCIÓN (4E2206)**

**E. Martín Guerrero,  
M. Amate, E. Sánchez, J. Fuentes y L. Valdivieso.**

P. Esparza (Universidad de La Laguna).

Consorcio: Thüringer Landessternwarte Tautenburg (Alemania), INAF-Obs. de Arcetri (Italia), SIM-Univ. de Lisboa (Portugal), National University of Ireland (Irlanda), Dublin Inst. for Advanced Studies (Irlanda), LAEF – INTA (España), UCM, IAA (Granada).

## **Introducción**

El objetivo científico principal del instrumento es permitir la obtención de medidas de velocidad radial con muy alta precisión (1 m/s) en el infrarrojo cercano. Esto posibilitará la detección de exoplanetas de baja masa alrededor de estrellas frías y enanas marrones. Además NAHUAL ofrecerá a la comunidad un instrumento único con el cual se podrán llevar a cabo una gran variedad de programas científicos, como ej. : estudios detallados de las atmósferas y composición química de estrellas frías y enanas marrones, estudios de actividad estelar, especialmente mediante medidas de campo magnético, caracterización espectral de discos circumestelares, astroseismología de estrellas frías, y caracterización de explosiones gamma.

## **Algunos resultados relevantes**

- Creación de grupos de trabajo para la revisión de ciertos requisitos científicos y modos de observación.

- Revisiones parciales del diseño óptico conceptual.

- Contratación del diseño mecánico conceptual.

- 1ª Versión del documento de requisitos y especificaciones técnicas.

- 1ª Entrega del borrador del diseño mecánico conceptual.

- 1ª Entrega del plan de gestión para el "Diseño Preliminar".

- Cuarta reunión internacional de NAHUAL.

- Creación de la página Web externa pública del Proyecto.

- Creación de la página WIKI del Proyecto.

- Parte de la documentación para la Ingeniería de Sistemas.

## **Evolución del Proyecto**

Estado actual del diseño

- El diseño óptico conceptual se ha reabierto para considerar propuestas de los socios en cuanto a soluciones que afectan los modos de observación.

- Se ha pospuesto la revisión formal del diseño óptico conceptual hasta tener las conclusiones de

GTCOA System Error Budget y GTCOA stakeholders.

- A. Prieto y B. Femenia analizan el sky coverage con Óptica Adaptativa con estrella natural y con láser en relación con FRIDA y GTCOA.

*Ingeniería*

- Sistema de Control

Se ha completado y cerrado la definición de los paquetes de trabajo y se ha completado la fase de Diseño Preliminar del Proyecto. La contribución del IAC al mismo sigue estando basada sobre todo en la duplicación del trabajo ya elaborado para EMIR. Tras la entrega de la documentación de Diseño Preliminar y su revisión, se ha procedido a la actualización de dicha documentación junto con la generación de nuevos documentos de Casos de Uso de Control.

Se ha cerrado la cuestión del uso del detector Hawai-2 como el detector final para FRIDA. Por parte del resto del Proyecto, ya se ha iniciado la compra del mismo. El Proyecto en el IAC ha iniciado la duplicación del sistema de control, habiéndose iniciado la compra de las principales placas de control y se dispone además del circuito de cable flexible criogénico, la tarjeta de Fan-Out del detector y los circuitos necesarios para montar el controlador del detector.

- Transferencia de tecnología

Se ha identificado un concepto viable para cada uno de los subsistemas mecánicos, optomecánicos y criogénicos del instrumento, basado en todos los casos en desarrollos ya probados en otros instrumentos del IAC. Los conceptos propuestos se han incluido en la propuesta de diseño preliminar de FRIDA. Tras la revisión de diseño preliminar y la posterior actualización de documentación se da por terminado este paquete de trabajo, habiéndose transferido al equipo de ingeniería de UNAM-CIDESI toda la información técnica necesaria para continuar con las tareas de diseño, fabricación, integración y pruebas de los subsistemas mecánicos de FRIDA (J. Fuentes).

- Ingeniería de sistemas

Se han desarrollado las siguientes actividades: Revisión y actualización de los procedimientos de gestión de configuración; gestión y actualización de la intranet documental del Proyecto; gestión del árbol del producto; definición de estándares de materiales y procesos de fabricación; diseño de la arquitectura de FRIDA, plegado óptico y definición general del instrumento; estructura de los presupuestos de error a nivel del sistema; definición

de sistemas de referencia y envolventes a nivel de subsistemas; análisis de riesgos y propuesta de un plan de mitigación y un plan de prototipado; definición y gestión de los modelos de ingeniería; captura de especificaciones técnicas a nivel del sistema y los subsistemas; gestión de la matriz de cumplimiento a nivel de diseño; preparación de la documentación de diseño preliminar y revisión de ésta de acuerdo a las conclusiones de la PDR.

## ESPECTRÓGRAFO PARA GREGOR

**M. Collados.**

**J.J. Díaz, E. Hernández, R. López y E. Páez.**

### Introducción

El IAC está construyendo un espectrógrafo de uso común para el telescopio GREGOR, ubicado en el OT. Este instrumento está diseñado especialmente para la obtención de datos espectropolarimétricos de alta resolución espacial, espectral y temporal en el infrarrojo cercano. Para ello, se usará una cámara rápida basada en un sensor TCM-8600 de 1024 x 1024 píxeles, capaz de adquirir hasta 30 imágenes por segundo. El polarímetro está integrado en el espectrógrafo y usa cristales líquidos ferroeléctricos, que se caracterizan por su alta velocidad de transición entre estados. Este conjunto formado por el detector y el polarímetro constituye el denominado Tenerife Infrared Polarimeter-II (TIP-II), actualmente en operación en el telescopio VTT del OT, y que será trasladado a GREGOR una vez este telescopio entre en operación, permitiendo mejorar en un factor 2 la resolución espacial alcanzada actualmente. El espectrógrafo ha sido diseñado expresamente para optimizar las prestaciones de TIP-II. Su instalación en el observatorio se ha retrasado por motivos técnicos, todavía no resueltos actualmente, relacionados con la fabricación del espejo primario del telescopio. Aún no se sabe cuándo estará operativo el telescopio. Es posible que temporalmente se instale el espejo de respuesto de la misión Sunrise (de 1 m de diámetro), a la espera de que se termine de fabricar con éxito el espejo de 1,5 m. La primera luz con este espejo temporal podría ocurrir a principios de 2009. Mientras tanto, se terminarán de hacer en los laboratorios del IAC las pruebas de todos los elementos mecánicos y ópticos y se acabará de desarrollar el software de comunicaciones con todos los dispositivos del telescopio GREGOR. El espectrógrafo se instalará en el telescopio durante el verano de 2008 y se alineará con luz artificial. Posteriormente, se cubrirán convenientemente todas las piezas a la espera de tener luz solar

# ASTROFÍSICA DESDE EL ESPACIO

También el IAC colabora con los Consorcios que desarrollan los instrumentos PACS y SPIRE de HERSCHEL en la concepción y desarrollo de los ICC (Centros de Control de los instrumentos).

*Descripción de los equipos REBA y SPU*

El equipo electrónico REBA consta de: dos ordenadores, DPU y SPU, de altas prestaciones específicamente diseñados para satisfacer los requisitos de la misión PLANCK, que realizan las funciones de control, gestión del tiempo de abordo, procesado y compresión de datos del instrumento. Una unidad auxiliar que realiza las funciones de interfaz de comunicaciones con el satélite. Una unidad de adquisición de datos (DAU) que vigilará el estado de funcionamiento del equipo REBA. Una unidad de alimentación (PSU) que adaptará el suministro de potencia del satélite a las necesidades específicas del REBA y, el software de vuelo de bajo "Start-up o Boot software" y alto nivel "application software". Este sofisticado paquete de software permitirá inicializar el equipo, controlar y monitorizar el instrumento, procesar y comprimir los datos científicos con un algoritmo de compresión de datos diseñado a medida con el objeto de cumplir con los límites de velocidad de transferencia binaria impuestos por el sistema de comunicación Tierra - satélite.

El equipo electrónico SPU consiste en dos sofisticadas unidades de procesado de señal y compresión de datos, SPU-SWL y SPU-LWL, que incorpora la última tecnología electrónica disponible en el mercado y que permitirá alcanzar las máximas prestaciones de procesamiento demandadas por el instrumento. Una unidad de adquisición de datos pasiva (DAU) que permitirá de forma remota vigilar el estado de funcionamiento del equipo electrónico SPU. Una unidad de alimentación (PSU) que adaptará el suministro de potencia del satélite a las necesidades específicas de la SPU y, el software de vuelo de bajo "Start-up o Boot software". Como resultado de la experiencia adquirida en el satélite ISO, esta unidad ha sido considerada uno de los elementos clave para el buen funcionamiento del instrumento PACS, de ahí su importancia.

## *El Plan de Desarrollo del Proyecto*

A continuación se resume las cinco fases que constituye el plan de desarrollo de los equipos REBA, SPU, software de arranque y librería de controladores de dispositivos (drivers):

Fase I: Fase de diseño preliminar, fabricación, montaje, integración y verificación de los Modelos de Ingeniería (EM) de REBA y SPU. Selección y aprovisionamiento de convertidores DC/DC comerciales, montaje e integración en los equipos. Diseño preliminar y desarrollo de ASICs. Especificación, diseño preliminar, codificación y pruebas funcionales de la versión 1 del software embarcado, incluida librería de funciones.

Fase II: Fase de diseño detallado, fabricación, montaje, integración y verificación de los Modelos Aviónicos (AVM) de REBA y SPU. Diseño y desarrollo de los convertidores DC/DC de vuelo. Diseño detallado y desarrollo de prototipos ASICs (Application Specific Integrated Circuit). Diseño detallado, codificación y pruebas funcionales de la versión 1 del software embarcado y librería de funciones.

Fase III: Fase de calificación del diseño, fabricación, montaje, integración y verificación del Modelo de Calificación (QM) de REBA. Calificación del Software embarcado de vuelo y producción de la versión 2.

Fase IV:

a: Aprovisionamiento de componentes especiales, magnéticos, ASICs y PCBs con calificación espacio.

b: Fase de aceptación para el vuelo. Fabricación, montaje, integración y verificación de los Modelos de Vuelo y de Repuestos (PFM y FS) de REBA y SPU, incluido software.

Fase V: Fase de integración en HERSCHEL y PLANCK y de preparación para el lanzamiento.

Las Fases I, II, III, IV a y IV b están finalizadas y la Fase V se encuentra en curso.

Simultáneamente y de forma relacionada con estas cinco fases se desarrolla el software de vuelo de la aplicación científica, incluido el compresor, que sigue un modelo de desarrollo conforme a las normas ESA. De la misma manera lo hace el equipo de apoyo EGSE, hardware y software, que actúa de herramienta para permitir el desarrollo, verificación y validación del software, a su vez de proporcionar un entorno operacional representativo de las unidades de vuelo del instrumento y del satélite.

Este desarrollo de realización del software de vuelo se encuentra finalizado y en la actualidad se lleva

**PARTICIPACIÓN DEL IAC EN LAS  
MISIONES ESPACIALES HERSCHEL Y  
PLANCK SURVEYOR  
(411499 - 411000 – 4E3702 - 4E4202 –  
4E2604 – 4E4804)**

**Misión HERSCHEL**

**- Instrumento PACS**

**J. Cepa Nogué.**

**J.M. Herreros, M.F. Gómez Reñasco y S. Iglesias.**

**- Instrumento SPIRE**

**I. Pérez Fournon.**

**J.M. Herreros y E. Hatziminaoglou.**

**Misión PLANCK SURVEYOR**

**- Instrumento LFI**

**R. Rebolo.**

**J.M. Herreros, M.F. Gómez Reñasco, S. Hillebrandt, R. Hoyland, R. Rodríguez y M. Sánchez.**

**Introducción**

Desde el año 1996 el IAC viene participando en la concepción y desarrollo de la carga útil científica de las misiones espaciales Herschel Space Observatory y Planck Surveyor de la Agencia Espacial Europea (ESA). Ambas misiones forman parte del programa Horizon 2000 y se desarrollan en el ámbito de un solo proyecto. Los satélites realizarán sus observaciones en el rango de longitudes de onda del infrarrojo, submilimétrica y milimétrica, desde órbitas similares alrededor del punto de Lagrange L2. El presente concepto de misión contempla lanzar ambos satélites con un lanzador tipo Ariane 5, estando previsto su lanzamiento el 7 de agosto de 2007.

HERSCHEL es una misión tipo observatorio multi-usuario que explorará el espectro electromagnético en el rango 60-670 micras (480 GHz – 5 THz). En noviembre de 1993 se seleccionó para ser la cuarta misión "piedra angular" en el programa Horizon 2000.

En 1996 PLANCK fue seleccionada como la tercera misión de tamaño medio del programa Horizon 2000. Es del tipo IP (Investigador Principal), de exploración del cielo. Su objetivo principal es obtener nueve mapas de todo el cielo en el rango de frecuencias 30-900 GHz con una resolución

y sensibilidad sin precedentes. A partir de estos mapas se podrá cartografiar las fluctuaciones en el Fondo Cósmico de Microondas (FCM), radiación interpretada como el remanente de la fase inicial del Universo que se conoce como Big-Bang.

*Participación del IAC*

Los grupos del IAC que estudian el Fondo Cósmico de Microondas y el Origen y Evolución de las Galaxias precisan poder acceder a los datos que obtendrán los satélites HERSCHEL y PLANCK para mantener una actividad científica de primera línea en estos campos. A tal fin, los científicos e ingenieros del presente Proyecto son miembros, desde hace más de diez años, de los Consorcios Internacionales que se han formado para proporcionar a la ESA los instrumentos PACS (Photoconductor Array Camera & Spectrograph) y SPIRE (Spectral and Photometric Imaging Receiver) para el satélite Herschel y el instrumento LFI (Low Frequency Instrument) para PLANCK. Estos instrumentos presentan algunos desafíos tecnológicos de primera magnitud que conciernen campos tan diversos como las tecnologías de recepción en microondas, sistemas de criogenia o tecnologías de procesamiento y compresión de datos.

El IAC es responsable de suministrar al Consorcio del instrumento LFI de PLANCK:

- el equipo electrónico REBA (incluye las unidades DPU, SPU, DAU y PSU)
- el software de arranque, los controladores de los dispositivos hardware (drivers) y la aplicación de vuelo
- el compresor de a bordo
- el descompresor de Tierra

Además, el IAC realiza el diseño del conmutador de fase de los híbridos de los radiómetros de 33 y 44 GHz, y da apoyo, en estos canales, a la ingeniería de microondas. Por otra parte participa en la integración y verificación del Instrumento, y contribuye al diseño y desarrollo del DPC del LFI (Centro de Control del Instrumento).

El IAC es responsable de suministrar al Consorcio del instrumento PACS de HERSCHEL:

- el equipo electrónico SPU (incluye las unidades SPU-SWL, SPU-LWL, DAU y PSU)
- el software de arranque y drivers de vuelo

cambios bien por mejoras o por problemas encontrados. Todos los problemas, análisis asociados, peticiones de cambios, informes de nueva versión, fueron debidamente documentados. Se ha reinstalado y se ha puesto en funcionamiento el software SCOS-2000 v3.1 de ESOC-ESA.

#### *Actividades DPC del LFI*

Continúa una activa participación en los grupos que preparan la explotación científica de la misión PLANCK. Se trabaja en las técnicas de separación de componentes (dirigidas a una eficiente separación de la señal cosmológica de otras señales contaminantes producidas en nuestra Galaxia). Se lidera la investigación sobre campos magnéticos primordiales en el marco de los estudios de desviaciones de la gaussianidad de la señal cosmológica y se lidera también la investigación del efecto Sunyaev-Zeldovich a grandes escalas en el Universo. Además se participa activamente en los grupos de trabajo sobre caracterización de los cúmulos de galaxias que descubre la misión PLANCK y sobre la polarización de la señal cosmológica y de los procesos de emisión galáctica. Cuatro investigadores del IAC forman parte del "core team" del LFI responsable del procesado y análisis científico de los datos de este instrumento.

#### *Desarrollos para el centro de control y procesado ICC de PACS*

Durante este año se ha realizado un seguimiento de los métodos desarrollados para el pipeline de los datos del instrumento PACS, en particular para la calibración del instrumento y los procesos de descompresión y procesado de datos. Igualmente se ha continuado el proceso de familiarización con las nuevas versiones de la herramienta HSPOT, diseñada para que el observador prepare sus observaciones y con las AOTs propuestas tanto para el espectrómetro como para el fotómetro. En este sentido, se ha participado con una demostración del uso de HSPOT, en el workshop celebrado en el IAC el pasado 11 de junio, para dar a conocer el instrumento a la comunidad científica española.

Además se ha asistido a las reuniones del ICC 28 y 29 realizadas durante los meses de julio en el MPE (Garching, Alemania) y Octubre en Saclay (Paris, Francia) e igualmente se ha asistido al "PACS GT preparation" celebrado en Garching el 24 de enero de 2007.

Como trabajo para el ICC se ha realizado en este año, dentro del grupo de desarrolladores de software de Análisis Interactivo (IA), tres funciones

python para el tratamiento numérico de los arrays. En particular:

- Double meanPassband(Double1d abscissae, Double1d inArray [,min = min, max = max])
- Double2d normalise(Double1d abscissae, Double1d inArray [,min = min, max = max])
- Double/int \*correl\*(Double1d array1, Double1d array2)(pendiente de revisión)

Igualmente se ha puesto a disposición pública una amplia página web <http://www.iac.es/proyecto/herschel/pacs/index.html> sobre el instrumento que además de dar a conocer las características del mismo proporciona al observador la información necesaria de las características y potencialidades del instrumento, los modelos de observación disponibles, el acceso a los documentos esenciales para una observación y el cómo trabajar con el instrumento (reducción de datos, manejo de librerías, el uso de HSPOT, etc.). Se está trabajando en incorporar un breve resumen informativo sobre los pasos en el pipeline de los datos.

También se ha participado con una pequeña contribución en las oportunidades para programas clave de tiempo abierto de Herschel y cuya propuesta denominada H-LEAP: Herschel Landscape of the Evolution of AGN Population, fue enviada el pasado 25 de octubre.

#### *Desarrollos para el centro de control y procesado (ICC) de SPIRE y actividades científicas del consorcio Herschel-SPIRE*

En 2007 se ha continuado participando en el desarrollo de software del Centro de Control de Instrumento (ICC) del Consorcio SPIRE. El grupo SPIRE del IAC está encargado del paquete de trabajo sobre apuntado ("Pointing"). Se ha participado en varias reuniones del ICC, y en reuniones de revisiones "end to end" del software de reducción de datos de SPIRE.

El grupo científico Herschel/SPIRE del IAC ha participado en 2007 en la preparación de los programas científicos de tiempo garantizado de los consorcios SPIRE y PACS. Se participa en los 4 "Key Projects" extragalácticos del consorcio SPIRE y en el cartografiado extragaláctico PEP del Consorcio PACS, así como en el "The Herschel Thousand Degree Survey" (PI: Steve Eales, Univ. de Cardiff, Reino Unido), que ha sido seleccionado recientemente por el Comité de Asignación de Tiempo del Observatorio HERSCHEL y es el mayor de los "Key Projects" en tiempo abierto que se llevarán a cabo con HERSCHEL.

a cabo su mantenimiento.

### Algunos resultados relevantes

En el año 2006 se entregaron a los Consorcios LFI y PACS los equipos de vuelo REBA y SPU así como la versión de vuelo 2.0 del software de a bordo del LFI. Durante el año 2007 se procedió con la reparación del modelo de vuelo de la SPU de PACS y se procedió, con éxito, a su reintegración en el instrumento. También se procedió con la integración y pruebas del LFI y PACS en los satélites correspondientes. Finalizó el año y estas pruebas seguían en curso.

### Evolución del Proyecto

El estado del progreso de la participación del IAC en el LFI y PACS es el siguiente:

#### *Equipo del Proyecto*

R. Rodríguez, que venía participando en el desarrollo y mantenimiento del REBAEGSE y Scos 2000, dejó el Proyecto en diciembre al finalizar el objeto de su contrato.

#### *Contratación industrial*

Se implementaron las reparaciones acordadas sobre las tarjetas CPUs. de PACS debido a la NC-67 y se realizó el delta de pruebas de vibración y funcionales correspondiente. Recordar que estos cambios se encontraban pendientes ya que la unidad SPU-FM fue entregada anteriormente para realizar de forma preliminar la integración y pruebas del instrumento PACS. Posteriormente se hizo la aceptación y entrega al Consorcio PACS. Esos cambios, debido a la NC-67, también se aplicaron a las tarjetas de vuelo de repuesto. Con la conclusión de estas actividades se dio por finalizado el contrato con CRISA.

#### *Estado de las unidades LFI-REBA y PACS-SPU (Hardware, software de arranque y controladores de dispositivos)*

El modelo aviónico REBA-AVM se encuentra en Alcatel Espacio - Alenia (Italia) como equipo de apoyo para el desarrollo del software de vuelo del satélite. El modelo de ingeniería REBA-EM se encuentra en el IAC de repuesto del modelo REBA-QM. El modelo de calificación REBA-QM también se encuentra en el IAC. Este modelo se utilizará durante la fase de operaciones en vuelo para mantener el software de vuelo. El REBA de vuelo, con sus dos secciones, se encuentra montados en el satélite Planck de vuelo.

El modelo SPU-EM se encuentra en la Universidad de Viena (Austria) y se viene utilizando para el desarrollo del software de procesado y compresión de a bordo de la SPU. El modelo SPU-AVM se encuentra en el Instituto MPE (Alemania) como equipo de repuesto. El modelo de vuelo SPU-FM se encuentra integrado en el instrumento de vuelo de PACS y este a su vez en el satélite Herschel de vuelo.

#### *Software de la aplicación de a bordo*

A lo largo de 2007 se ha dado soporte, en todos los aspectos relacionados con el control, procesado y análisis de los datos, a los usuarios de operaciones del LFI que vienen participando en la integración y pruebas del satélite y, por otra parte, se ha continuado como estaba previsto con el mantenimiento del software de vuelo del instrumento.



*REBA EGSE y REBA EOL (EGSE Off-Line)*

Durante 2007 se ha realizado el mantenimiento del REBAEGSE y REBAEOL. Se han introducido



Hay tres hitos o sucesos a resaltar en el proyecto durante 2007:

- El trágico fallecimiento de M. Panniello, Astrofísico Residente del IAC, que realizaba su tesis doctoral en el seno del Proyecto.

- Finalización de la fabricación del modelo de vuelo de la caja de electrónica para RICH y ECAL.

- Entre los resultados obtenidos con el telescopio MAGIC I, destacar el descubrimiento de radiación gamma de muy alta energía en el remanente de supernova IC 443.

## Evolución del Proyecto

El año 2007 empezó de forma trágica para el IAC y, en particular, para los miembros de este Proyecto por el fallecimiento de Maurizio Panniello en un trágico accidente en el interior de una galería en el Norte de Tenerife. Para Maurizio iba a ser un año de consolidación de su tesis, pues defendería su Diploma de Estudios Avanzados (DEA) en marzo y, habiendo ya presentado el año anterior su proyecto de tesis, dedicaría todo su tiempo y esfuerzo a la investigación. Estaba previsto que se desplazase al IFAE (Barcelona) para colaborar allí con el responsable del software de MAGIC, puesto que desde que entramos en la Colaboración Maurizio proporcionó aportes clave al desarrollo del software de análisis de datos. Su pérdida supuso un duro golpe para los que trabajábamos directamente con él, y del que un año después, aún no nos hemos recuperado.

En lo concerniente a la marcha del Proyecto, durante el año 2007 finalizamos la aportación instrumental del IAC al experimento AMS. La totalidad de las piezas del modelo de vuelo de los armarios de electrónica de los detectores RICH y ECAL fueron fabricadas en el Taller de Mecánica del IAC y enviadas al CIEMAT. Una vez que recibieron el tratamiento superficial en un laboratorio de la península, personal del IAC procedió a su ensamblaje en Madrid.

Se ha avanzado en la simulación del detector RICH y esperábamos comenzar el análisis de los primeros datos experimentales tomados en el CERN para todo el instrumento AMS, pero esta última tarea se ha postergado hasta después de marzo de 2008, debido al retraso sufrido por la integración del instrumento completo.

Se incorporó al Proyecto en agosto una nueva estudiante de doctorado, A. Diago, financiada con una beca FPI gracias al proyecto aprobado por el Plan Nacional de Espacio. Se encuentra realizando el primer curso del Master de Astrofísica

en la Universidad de La Laguna. Su trabajo de tesis estará relacionado principalmente con el experimento AMS.

Como contrapartida, en octubre de 2007 dejó el Proyecto C. Delgado al haber obtenido una plaza como investigador titular de OPI en el CIEMAT (Madrid). Desde el comienzo del Proyecto a finales de 2003, había sido una pieza clave del mismo y continúa colaborando de manera cotidiana al ser codirector de las tesis de las tres estudiantes.

En el marco de la Colaboración MAGIC, se incorporó en mayo al Proyecto un nuevo investigador postdoctoral, M. Gaug. Según el acuerdo alcanzado con la Colaboración, este investigador permanece un 50% de su tiempo en el IAC y el 50% restante en el CALP (La Palma), pero siempre en el seno del Proyecto Astrofísica de Partículas del IAC. Esta forma de trabajar ha permitido que el IAC tenga una mayor presencia en la operación de MAGIC I y en la puesta a punto de MAGIC II, y ha demostrado ser viable en el ámbito del Proyecto.

En octubre de 2007 se incorporó también una nueva estudiante de doctorado, J. Becerra, que obtuvo una plaza como Astrofísico Residente del IAC cuyo trabajo estará relacionado fundamentalmente con MAGIC.

Tras haber consolidado en 2006 la participación del IAC en la Colaboración MAGIC, hemos comenzado a aparecer de forma regular en las publicaciones generadas por la misma.

Durante 2007 el IAC se ha hecho cargo de dos campañas mensuales de observación con el telescopio MAGIC (enero y diciembre) y hemos contribuido al desarrollo de software para la mejora del análisis de los datos.

Desde el punto de vista científico, el grupo participa del análisis de los datos en el Grupo de Física Galáctica de la colaboración. En particular, se han analizado observaciones de varios remanentes de supernova en los que se daban las condiciones potenciales para ser indicadores de la aceleración de rayos cósmicos galácticos, cuyo mecanismo no ha sido todavía observado. El resultado más importante en este campo ha sido el descubrimiento de radiación gamma de muy alta energía ( $E_\gamma \gg 100$  GeV) en el remanente IC 443, que podría haber sido producida parcialmente por el mecanismo de Fermi de primer orden, lo que proporcionaría información indirecta acerca de la aceleración de rayos cósmicos. Este resultado se publicó en la revista *Astrophysical Journal Letter* en agosto de 2007. Otras fuentes estudiadas han sido los remanentes W44 y W66 y los cúmulos globulares

## ASTROFÍSICA DE PARTÍCULAS (3I2803)

R. García López.

R. Rebolo, A. Herrero Davó, J.M. Rodríguez Espinosa, C. Delgado Méndez, M. Panniello y M.T. Costado Dios.

S. Ting (MIT, Cambridge, EEUU); M. Aguilar Benítez de Lugo, J. Berdugo Pérez, C. Díaz Guinzo, C. Mañá Barrera y M. Mollá (CIEMAT, Madrid); J. Cortina (IFAE, Barcelona) y D. Torres (IEEC, Barcelona).

### Introducción

El Proyecto Astrofísica de Partículas del IAC empezó su andadura en 2003 y actualmente participa en dos grandes colaboraciones internacionales: AMS (*Alpha Magnetic Spectrometer*) y los telescopios de radiación Čerenkov MAGIC I y II.

AMS es un detector de partículas diseñado para operar en el espacio, a bordo de la Estación Espacial Internacional. Se espera que esté operativo a partir de 2010 durante al menos tres años para realizar un estudio de alta precisión y estadística del espectro y la composición de los rayos cósmicos primarios en un amplio rango de energía, así como buscar antimateria primordial y materia oscura de forma indirecta.

El diseño y construcción de AMS es responsabilidad de una colaboración internacional, liderada por el Premio Nobel de Física Samuel C.C. Ting (Massachusetts Institute of Technology, EEUU), en la que intervienen institutos de investigación de Alemania, China, Corea del Sur, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Holanda, Italia, México, Portugal, Reino Unido, Rumanía, Rusia, Suiza y Taiwán.

Dentro del experimento AMS, se colabora con el CIEMAT (Madrid) en la caracterización del Detector de Radiación Čerenkov (RICH) en lo concerniente a sus capacidades para la identificación química e isotópica de elementos ligeros en los rayos cósmicos, así como en la fabricación de armarios de electrónica para el mismo.

En el IAC se lleva a cabo también parte de la producción de datos Monte Carlo para la colaboración AMS, y se participa en el desarrollo de las herramientas necesarias de calibración y monitorización del detector. De igual modo se trabaja en los análisis de datos Monte Carlo destinados a establecer el análisis estándar para la identificación de elementos ligeros.

El Proyecto forma parte también de la Colaboración MAGIC. Se trata de una colaboración formada por 20 institutos y departamentos universitarios de Alemania, Armenia, Bulgaria, España, EEUU, Finlandia, Italia, Polonia y Suiza. La colaboración cuenta con dos telescopios de 17 m de diámetro (uno de ellos operativo y otro en construcción), diseñados para medir la radiación Čerenkov asociada a cascadas atmosféricas y localizados en el ORM.

### Algunos resultados relevantes

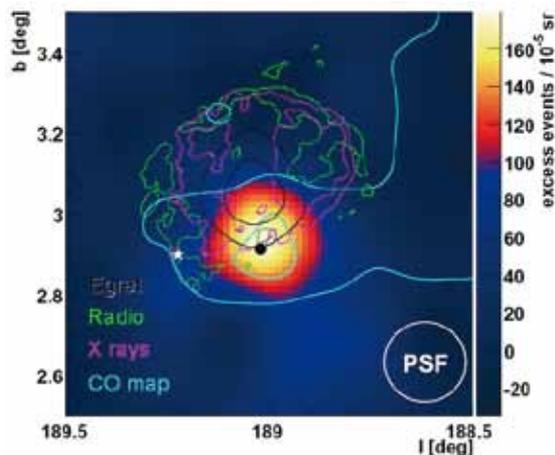


Figura 1. Imagen en rayos  $\gamma$  del remanente de supernova IC 443 a la que se han superpuesto las observaciones previas en rayos gamma de menor energía del satélite EGRET, en radio y rayos X, así como la localización de un púlsar próximo a la fuente (tomada de Albert et al. 2007, ApJ 664, L87).

La incorporación de M. Gaug al Proyecto ha hecho también que los intereses científicos del mismo se hagan más variados, estudiando en particular los estallidos de rayos gamma (GRB), así como otros fenómenos extragalácticos muy energéticos, entre ellos el micro-quasar LSI +61 303 y varias observaciones tentativas de GRBs.

Hemos participado de forma regular en las reuniones científicas semestrales de la Colaboración MAGIC, que tuvieron lugar en mayo en Sofía (Bulgaria) y en noviembre en Dortmund (Alemania). En estas reuniones se presentaron las siguientes charlas:

- MAGIC Collaboration Meeting, mayo en Sofía (Bulgaria): "Inhomogeneities in Camera and DT Flatfielding Campaign".
- MAGIC Collaboration Pre-Meeting Galactic Sources, noviembre en Dortmund (Alemania): "Analysis of M13 and M42", "Celestina joins Calisto and Melibea" y "Secondary Pulse Extraction".

Además de esto, el IP del Proyecto es también el representante del IAC en la Colaboración, y ha asistido de forma continuada a las reuniones del Collaboration Board.

## Introducción

Actualmente las comunicaciones con satélites se basan fundamentalmente en el empleo de microondas ( $n \approx 10^9$  Hz). El ancho de banda de las transmisiones usuales impone claras restricciones en el flujo de información manejable mediante estos sistemas. Es probable que la creciente limitación de espacio en las órbitas circumterrestres, así como el incremento en la demanda mundial de las telecomunicaciones signifique la saturación de los sistemas convencionales de microondas en un futuro próximo.

A partir de los años 60, y en previsión del mencionado problema comenzó a investigarse la posibilidad de usar frecuencias ópticas ( $n 10^{15} \approx$  Hz) en las comunicaciones entre satélites, y entre satélites y estaciones terrestres. El gran avance registrado en el desarrollo de láseres de alta potencia ha convertido este tipo de comunicaciones en una realidad.

Además de la indudable ventaja del aumento del ancho de banda que permite incrementar el flujo de información, y eliminar las regulaciones restrictivas en el empleo de frecuencias, las comunicaciones ópticas tienen otras ventajas no desdeñables, como son las mayores garantías de confidencialidad en las transmisiones, y la disminución del peso, el volumen y el consumo de energía de los equipos de comunicaciones tanto espaciales como terrestres.

Aunque la tecnología relacionada con las comunicaciones ópticas en el espacio-atmósfera ha experimentado un desarrollo espectacular, la caracterización de los enlaces satélite-tierra está todavía en sus comienzos. Es en este campo, la OGS ha permitido llevar a cabo experimentos de gran importancia, ya que en las campañas iniciales ha demostrado una fiabilidad y una eficiencia superior a la de cualquier sistema desarrollado hasta el momento con el mismo propósito. Los resultados se están analizando en este momento y resultarán fundamentales para la validación de teorías y modelos de propagación de haces gaussianos en la atmósfera. Se ha concluido satisfactoriamente la campaña de enlaces ascendentes con el satélite SMART-1 en su fase de órbita lunar y la primera fase de los experimentos de comunicación cuántica entre el ORM y la OGS (QIPS).

En 2008, está previsto implementar un sistema de óptica adaptativa para permitir enlaces coherentes con el satélite TERRASAR-X (Agencia Espacial

Alemana; DLR), y en el segundo semestre comenzará la preparación de enlaces ópticos con este satélite de baja cota. En lo que concierne a la Astronomía, el telescopio de la OGS se ha convertido en un banco de pruebas de instrumentos de última generación tanto de la ESA como del IAC.

## Algunos resultados relevantes

*Enero:* Participación en el Workshop sobre SMART-1: Technology Demonstrations and Lesson Learnt held at ESTEC, 16-17 enero.

*Marzo-abril:* Participación en el experimento MORE (Modulated Optical Retro-reflector Experiment) para determinar de forma pasiva la actitud de un satélite de cota baja mediante una cápsula estratosférica (STRAPLEX) lanzada desde el ORM. El experimento se pospuso debido al mal tiempo atmosférico.

*Agosto-septiembre:* Entrenamiento anual del equipo de operaciones. Se han llevado a cabo, con éxito, experimentos de enlace con TERRASAR-X (TESAT-DLR) para probar el sistema de adquisición del satélite.

*Diciembre:* Envío de la documentación entregable del contrato de SMART-1.

## Evolución del Proyecto

Se ha asistido al personal de la ESA en los trabajos de ajuste y calibración en los sistemas ópticos de la OGS durante sus visitas, y se ha procedido al mantenimiento y reparación de diferentes subsistemas de la estación, y al entrenamiento del equipo de operaciones.

En abril se instaló un nuevo láser Nd:Yag a 532 nm y 1064 nm de alta potencia para validar las terminales ópticas de TERRASAR-X y N-Fire.

Entre marzo y agosto se implementó un sistema de autoguiado en el telescopio para facilitar los enlaces ópticos con satélites de baja cota.

En agosto se realizaron enlaces con TERRASAR-X que sirvieron para validar el sistema de adquisición del terminal óptico a bordo del satélite.

En septiembre se dio apoyo al experimento DOLCE, un enlace estático ORM-OGS para simular un enlace descendente Marte-OGS.

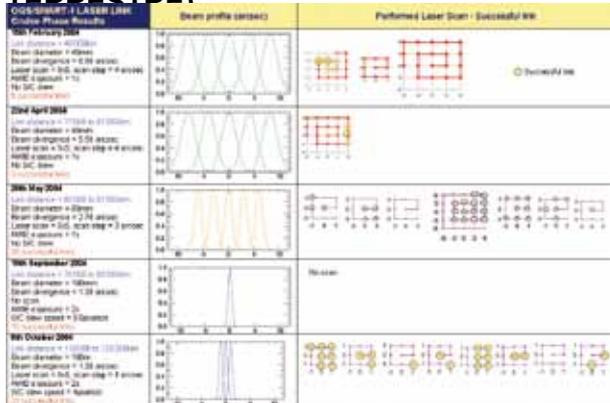
Prosigue la colaboración con el Proyecto AOFPGA para probar un sistema de Óptica Adaptativa en el

Del 3 al 7 de diciembre se celebró el "MAGIC Gamma Ray Burst Workshop" organizado por M. Gaug en el Centro de Astrofísica de La Palma (CALP; <http://mojorojo.magic.iac.es/grbworkshop/>) con la participación de unos 20 investigadores procedentes de las colaboraciones MAGIC, Swift, Agile y GLAST. Entre los participantes figuraron algunos expertos en GRBs con renombre internacional, cuyas presentaciones fueron transmitidas por video-conferencia a la sedecentral del IAC en La Laguna (Tenerife).

En el año 2006 echó a andar una iniciativa para construir el gran observatorio europeo de rayos gamma del futuro, el Cherenkov Telescope Array (CTA), con la participación de un alto número de investigadores de las colaboraciones HESS y MAGIC, así como con contribuciones de otras instituciones. En febrero de 2007 tuvo lugar la primera reunión en París (Francia), de la que salió una propuesta de estudio de diseño presentada para su financiación en el séptimo programa marco de la UE. Desafortunadamente la propuesta no ha sido financiada, pero los integrantes de esta iniciativa siguen adelante procurando conseguir fondos de los diferentes países que la integran. En el IAC se participó en paquetes de trabajo que tienen que ver con la caracterización de sitio y el análisis de datos.

Los miembros del Proyecto han participado también de forma habitual en las reuniones denominadas Technical Interchange Meetings (TIM) de la Colaboración AMS que tienen lugar en el CERN (Suiza).

## OPERACIONES DE COMUNICACIÓN ÓPTICA CON OGS (OPTICAL GROUND STATION – ESTACIÓN ÓPTICA TERRESTRE)



Resumen de los resultados de los enlaces con SMART-1 durante la órbita de cruceo a la Luna.

## OBSERVACIÓN DE BASURA ESPACIAL

M. Serra-Ricart, J. de León y L. de Fátima.

### Introducción

Este Proyecto es un subcontrato con el Instituto de Astrofísica de la Universidad de Berna (AIUB), Suiza, para realizar las observaciones necesarias para la búsqueda de basura espacial en las órbitas geoestacionaria (GEO) y de transferencia (GTO) con el telescopio OGS ubicado en el OT y que pertenece a la Agencia Espacial Europea (ESA).

### Evolución del Proyecto

Durante el año 2007 se finalizaron con éxito las campañas de observación de la órbita de transferencia y seguimiento de objetos catalogados (Subcontrato E/17836-02 del Contrato 17836/01/D/HK ESOC-ESA "Extension of Optical Observation Capability for the Zeiss 1M Telescope" Fase 1). Las observaciones se han distribuido en 12 campañas (1 por mes) seleccionadas, entre otros criterios, de forma que coincidan con el mayor número de noches alrededor de la luna nueva para evitar la contaminación lumínica producida por el fondo lunar. El porcentaje de buen tiempo sigue una tendencia similar a la observada en los últimos años: 2003-81,35%, 2004-50,19%, 2005-66,66%, 2006-66,47%, 2007-71,5%.

## CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE OGS

E. Cadavid, J.A. Morrison, J.J. González, J.E. García y P.A. Ayala.

### Introducción

En año 2007 se realizaron las tareas rutinarias de mantenimiento previstas en el contrato con la ESA. Las únicas cosas relevantes son los problemas con los conectores de señales del foco del telescopio y con el codificador del mismo.

MEMORIA IAC 2007

153

### Evolución del Proyecto

A las tareas relacionadas con el Contrato de Mantenimiento de OGS dedicamos un total de 401 horas distribuidas conforme se ve en el Gráfico.

En el apartado de reparaciones hay un fuerte aumento con relación al año 2006. Esto se debe que a lo largo del año se dieron repetidos

problemas con los controles del foco, cableado y codificador. Las causas de estos problemas vienen, en parte, por un problema de mal contacto en los conectores del foco y también por un procedimiento incorrecto durante los cambios de configuración. En los cambios de configuración es necesario desconectar los conectores del foco y al reconectarlos un pico de tensión puede dañar el codificador. Para evitarlo el procedimiento manda cortar la alimentación general del telescopio con las consecuencias que esto trae. Para resolver este problema está previsto solicitar a la ESA autorización para instalar un interruptor que desconecte únicamente la alimentación del codificador. También está previsto el cambio de los conectores de señal en marzo de 2008.

Finalmente en lo que se refiere a reparaciones se terminó la reparación de la estación meteorológica. Esta había quedado en muy mal estado al ser derribada por el hielo a finales de 2006 siendo

substituida por una nueva durante el primer semestre.

## COSMOSOMAS

E. Cadavid, J.A. Morrison, J.J. González, J.E. García y P.A. Ayala.

### Introducción

En 2007 se mantuvo un mantenimiento regular en esta instalación. Lo único reseñable es que el experimento COSMO15 estuvo fuera de servicio todo el año. Esta instalación quedó seriamente averiada a finales del año 2005 por la tormenta Delta. En el año 2006 se procedió una reforma de la antena averiada más no llegó a instalarse quedando el experimento fuera de servicio. Por otro lado COSMO10 funcionó normalmente.

### Evolución del Proyecto

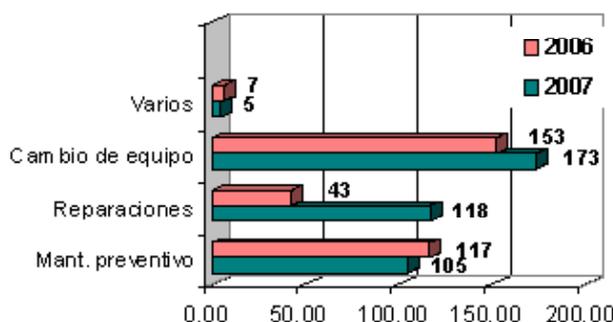
A lo largo de 2007 se emplearon por parte de Mantenimiento Instrumental un total de 86 horas lo que corresponde a una reducción del 55% con relación al año anterior.

Cuanto al mantenimiento preventivo, las revisiones previstas se realizaron a lo largo del año sin mayores novedades.

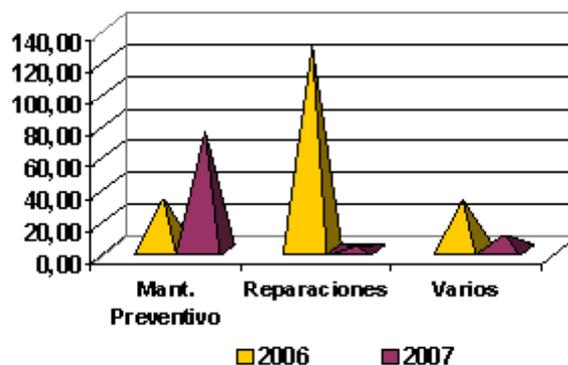
No ocurrieron averías a menos de un ventilador bloqueado que se substituyó.

En el apartado VARIOS no hay nada de importancia

**Distribución de trabajos en OGS  
2006-2007**



**Horas empleadas por MI en las distintas tareas durante los años 2006 y 2007**



# ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN

Corresponde al Area de Instrumentación el soporte tecnológico, la elaboración y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, para el cumplimiento de los fines y objetivos del Instituto.

El Area de Instrumentación se responsabiliza de:

- El desarrollo de nueva instrumentación para la observación astronómica.
- El mantenimiento de la instrumentación astronómica existente.
- La utilización de las capacidades tecnológicas en otros campos de la ciencia o de la técnica que favorezcan el desarrollo del entorno.
- La capacitación de personal técnico.
- Generar y ceder tecnología.

## INFRAESTRUCTURA

El Area de Instrumentación dispone de unos medios humanos y materiales estructurados en tres grupos: Proyectos, Ingeniería, Producción y una Secretaría.

El primer grupo lo componen los gestores de **Proyectos**, actualmente 8 titulados superiores. La **Ingeniería** está estructurada en 4 Departamentos: Electrónica, Mecánica, Software y Optica; la componen 44 titulados superiores de las diferentes especialidades de Ingeniería (Industrial, Telecomunicaciones, Informática, Aeronáutica) y de Ciencias (Físicas y Matemáticas). **Producción**, con 3 titulados superiores, 1 titulado medio y 22 técnicos, se estructura en: Taller de Mecánica, Taller de Electrónica, Gabinete de Delineación Técnica y Servicio de Mantenimiento Instrumental. **Secretaría**, compuesta por 3 personas.

## INGENIERÍA

**Ingeniería** está estructurada en 4 Departamentos: Electrónica, Mecánica, Software y Optica; la componen titulados superiores de las diferentes especialidades de Ingeniería (Industrial, Telecomunicaciones, Informática, Aeronáutica) y de Ciencias (Físicas y Matemáticas).

### MEJORA DE LAS CAPACIDADES

#### Departamentos y laboratorios

Como todos los años, en paralelo a la actividad dentro de los proyectos, se han realizado algunas mejoras al equipamiento de los laboratorios. A continuación se mencionan brevemente junto con los aspectos más relevantes de la actividad departamental en la participación en los proyectos del Área.

**Departamento de Electrónica.** Durante el año 2007 la actividad del Departamento se ha centrado en el desarrollo de los sistemas de adquisición de datos y de control para el Proyecto OSIRIS, instrumento científico de Primera Luz para el telescopio GTC. El instrumento se ha completado, habiéndose conseguido la integración del mismo e iniciado la fase de pruebas. Se ha realizado también un esfuerzo especial de cara al desarrollo de los monitores de seeing de tipo MASS-DIMM, uno de los cuales fue instalado en observatorios ubicados en Chile, en el marco de las actividades encaminadas hacia el desarrollo del Telescopio Gigante Europeo ELT (Extremely Large Telescope),

donde también se ha trabajado en el simulador WEB. También se ha avanzado en el polarímetro IMAX, en los experimentos de microondas (CMB) y en el Proyecto EMIR del telescopio GTC.

Este año el Departamento ha potenciado sus actividades encaminadas a la utilización de la lógica reconfigurable (FPGA) en la instrumentación astrofísica, y especialmente en el campo de los procesados complejos de tiempo real realizados "sin programa", técnica en la que el IAC es pionero. Estas técnicas se están aplicando con éxito en sistemas de Óptica Adaptativa (AOconFPGA) y en sistemas de procesado en tiempo real (FastCam).

Durante el año 2007 se procedió a completar la dotación de equipamiento del Laboratorio de Electrónica mediante la adquisición de un analizador lógico de muy elevadas prestaciones, modelo 16900 del fabricante Agilent, capaz de digitalizar temporalmente a 4 GHz y de adquisición de estados a 667 MHz, con profundidad de adquisición de 4 millones de muestras.

También se realizó la adquisición de polímetros para utilización individualizada y de tres

el personal asignado al Departamento de Óptica ha continuado desarrollando importantes tareas en los principales Proyectos instrumentales como OSIRIS, EMIR, el espectrógrafo de GREGOR y FastCam, se ha mantenido una importante actividad en la línea JRA6 de OPTICON en la que se desarrollan y caracterizan VPHGs de uso en condiciones criogénicas y en el desarrollo del espectrógrafo ecualizado EDIFISE, además se ha participado activamente en mejoras instrumentales de LIRIS, en la adaptación de UES al telescopio GTC y en los primeros pasos del Proyecto del European Solar Telescope (EST). Los ingenieros del Departamento tienen una presencia fundamental en los estudios de diseño del futuro telescopio ELT dentro de sus desarrollos: APE, SCIDAR y DIPSI, así como en el estudio de viabilidad del espectrógrafo de baja e intermedia resolución (SIDE) para el telescopio GTC.

La inversión del año 2007 en el Laboratorio de Óptica ha sido muy importante. Se ha hecho una renovación muy profunda del material optomecánico básico del Laboratorio, se ha adquirido un criostato con base fría de 8 pulgadas para su uso en la caracterización de componentes y materiales ópticos.

En vista del importante número de proyectos instrumentales que están requiriendo el uso de fibras ópticas para realizar la unión del telescopio con el instrumento, se ha tomado la decisión de relanzar el Taller de Fibras Ópticas del IAC. Para ello se ha realizado una fuerte inversión en fibras, microlentes, materiales de pulido y finalmente en la adquisición de una nueva máquina pulidora que es del modelo 6DA-DC1 de la marca Strasbaugh.

El Laboratorio de Óptica y su equipamiento también fue utilizado por parte de otros grupos para la realización de determinadas pruebas y medidas. En particular, usaron el Laboratorio miembros del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de La Laguna, del GRANTECAN S.A. y de los telescopios THEMIS y TNG. Los equipos utilizados fueron el interferómetro Zygo, el espectrofotómetro Cary-5 y la bancada clase 100 de la sala limpia.

**Departamento de Mecánica.** Este Departamento ha seguido centrando su esfuerzos principalmente a los grandes proyectos instrumentales del Telescopio GTC, EMIR, OSIRIS, pero manteniendo también su participación en FRIDA, LIRIS y GREGOR. El Departamento además de mantener una presencia fundamental en los estudios de desarrollos para el telescopio ELT, SCIDAR, APE, DIPSI y WEB, no sólo ha incrementado la misma con la participación, junto con GRANTECAN S.A.,

en el contrato del estudio del sistema de soportes de los espejos del primario del telescopio ELT, sino participando además en el consorcio europeo liderado por la ESO, para el estudio de viabilidad del instrumento ESPRESSO, precursor de CODEX, futuro instrumento del telescopio ELT. Asimismo, se ha mantenido la participación en el marco de la propuesta para el telescopio ELT del instrumento SMART MOS.

En cuanto a equipamiento, el Laboratorio de Mecánica ha mejorado su infraestructura para el almacenamiento y manipulación de componentes. Se ha ampliado la dotación de herramientas de uso general, incluyendo calibres y un estetoscopio. Para la Sala de Criogenia, integrada en el Laboratorio de Óptica, aunque de propósito general, se ha ampliado la dotación de hardware de vacío y criogenia. Para uso en la Sala de AIV de grandes instrumentos se ha adquirido un gancho pesador con mando y pantalla de visualización de datos portátil.

En la sala de CAD/CAE, para un mejor aprovechamiento de las herramientas principales, se han puesto en operación los dos nuevos PC de altas prestaciones para ejecutar Wildfire 3 y Ansys 11 (tanto en modo convencional como en Workbench) en 64 bits. Asimismo se ha dotado al Departamento de un segundo ordenador portátil para poder ejecutar las herramientas de CAD/CAE, durante la participación en reuniones fuera del IAC.

#### **Departamento de Gestión de Proyectos.**

El Departamento de Proyectos concentra su actividad en la gestión e ingeniería de sistemas de los proyectos instrumentales del Área. El mayor porcentaje de tiempo está dedicado a los instrumentos del telescopio GTC, IMAx y los estudios de diseño del telescopio ELT. Un gran esfuerzo ha estado dirigido al arranque y preparación de los nuevos proyectos del Área, donde la definición y organización de actividades juega un papel fundamental para su éxito. De cara a la mejora y estandarización de la gestión de proyectos, se han evaluado algunas herramientas de gestión, y se ha comenzado la instalación de aplicaciones con el objetivo de mejorar la información sobre los planes de los proyectos y su uso de los recursos del Área.

#### **ACTIVIDAD**

Este apartado describe el desglose de las actividades de Ingeniería durante 2007.

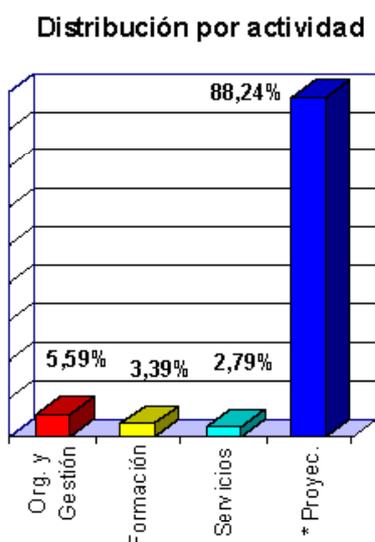
El siguiente gráfico (Gráfico I) muestra la

maletines de herramientas para su uso durante los desplazamientos a los Observatorios u otros lugares externos de integración. También está ya disponible un generador de reloj sintetizado de hasta 2 GHz, para su utilización en el desarrollo de sistemas con lógica reconfigurable (FPGA).

**Departamento de Software.** Ha centrado sus esfuerzos principalmente en el Proyecto OSIRIS que se encuentra en su etapa final y está requiriendo la participación de la mitad del personal del Departamento. El desarrollo del Proyecto HERSCHEL/PLANCK ya ha terminado después de la entrega del modelo de vuelo y ha entrado en una fase de mantenimiento donde sólo se deberá intervenir si surgen problemas en las sucesivas etapas antes del lanzamiento. Proyectos que han empezado este año a requerir recursos de software han sido QUIJOTE, para la medida de la polarización del Fondo Cósmico de Microondas, SIDE, un nuevo instrumento para el telescopio GTC alimentado por fibras ópticas y la actualización de la cámara infrarroja del telescopio TCS, CAIN, para actualizar la electrónica y pasar el software a Linux, principalmente.

Como principal equipamiento para este Departamento se ha adquirido una estación de trabajo SUN Ultra, máquina que servirá principalmente para seguir desarrollando software para los instrumentos del telescopio GTC cuando se entregue OSIRIS.

**Departamento de Óptica.** Durante el año 2007



haciendo en los últimos años.

En el Gráfico II se puede ver el reparto de tiempos entre los diferentes proyectos.

Gráfico II

\* Ver Gráfico II

En Organización y Gestión, un 5,59%, se incluye la gestión de los Departamentos y el tiempo dedicado a los Laboratorios, al estudio o realización de trabajos internos, o a la compra, recepción y puesta en marcha de equipos para los Departamentos o Laboratorios, al Comité de Empresa, la atención a visitas, la gestión del Laboratorio de Calibración Eléctrica, etc. El tiempo dedicado a la Organización y Gestión de la Ingeniería ha sido 1,5 puntos inferior al del año pasado.

En cuanto a la Formación, el 3,39% es el tiempo dedicado actividades formativas formales, como cursos, congresos, etc. y no incluye la formación específica que se pueda adquirir durante el desarrollo de un proyecto instrumental. Este valor es 1,8 puntos inferior al del año pasado básicamente debido a la asistencia en 2006 al Congreso de SPIE sobre instrumentación.

El 2,79% dedicado a Servicios por parte de Ingeniería, incluye principalmente el tiempo dedicado a la resolución de consultas técnicas, tanto internas como externas al IAC y la asistencia a Mantenimiento Instrumental. El porcentaje es 1,3 puntos superior al del año anterior.

Finalmente el 88,24% de toda la capacidad de la Ingeniería se ha dedicado a trabajar directamente en Proyectos. Este valor es 2,1 puntos superior al año pasado debido al gran esfuerzo en maximizar los recursos dedicados a Proyectos que se está



Si siguiendo con la tendencia anterior, se han concentrado esfuerzos en los proyectos grandes para GTC. OSIRIS (26,9%) sigue con un valor similar al del año pasado y EMIR (19,1%), ha



Gráfico IV

| Participación de Ingeniería y Gestión en los proyectos (Año 2.007) |                               | Cosmosomas |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|--|-------------------------------|------------|-----|------|------------|-----|-------|--------|-------------------|------|-------|-------------|--------|-------------------|---------------|--------|--------|---------------|---------|--------|---------|------|----------|-----------|-------------------|-----------------------|------|
|  |                               | DIMMA      | ELT | EMIR | LGS en OGS | FIN | FRIDA | GREGOR | HERSCHEL - PLANCK | iMax | LIRIS | OA con FPGA | OA GTC | OGS Oper. & Mant. | OPTICON JRA's | OSIRIS | TIP II | VSA Extension | QUIJOTE | NAHUAL | EDIFISE | SIDE | ESPRESSO | SMART-MOS | CAJA A 6 G IAC-80 | REFORMAS CAIN (I YII) | LISA |
| Gestión  | A. Alonso                     |            |     |      | G          |     |       |        |                   |      |       |             |        | G                 |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | A. Pérez                      |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | J. C. González                |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | J. M. Herreros                |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | J. Patrón                     |            |     |      | G          |     | G     |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | L. Jochum                     |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | M. Amate                      |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | M. Barreto                    |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | M. Reyes                      |            |     |      | G          |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | V. González                   |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
| Electrónica  | E. Ballesteros                |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | E. Joven                      |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | F. Gago                       |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | G. Herrera                    |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | H. M. Chulani                 |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | J. J. Díaz                    |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | J. M. Delgado                 |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | L. F. Rodríguez               |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | M. Arzuaga                    |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | M. A. Núñez                   |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
| Mecánica   | R. Hoyland                    |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | T. A. Viera                   |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | Y. Martín                     |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | E. Hernández                  |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | F. J. Fuentes                 |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | F. Tenegi                     |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | J. Peñate                     |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | J. Pérez                      |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | L. Peraza                     |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | M <sup>a</sup> . B. Hernández |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
| Optica   | P. Fernández                  |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | P. Saavedra                   |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | P. Zuluaga                    |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | S. Barrera                    |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | S. Becerril                   |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | V. Sánchez                    |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | A. B. Fragoso                 |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | F. Gracia                     |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | J. L. Rasilla                 |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | J. Sánchez-Capuchino          |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
| Software   | M. Insausti                   |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | R. López                      |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | S. Chueca                     |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | H. Vázquez                    |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | I. Montilla                   |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | A. J. Herrera                 |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | C. Martín                     |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | E. Páez                       |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | H. Moreno                     |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
|  | J. C. López                   |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
| J. J. Vaz  |                               |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
| J. L. Medina   |                               |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
| J. Marco   |                               |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
| M. Aguiar  |                               |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
| M <sup>a</sup> F. Gómez  |                               |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
| P. López   |                               |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |
| R. Rodríguez   |                               |            |     |      |            |     |       |        |                   |      |       |             |        |                   |               |        |        |               |         |        |         |      |          |           |                   |                       |      |

Los 7 becarios seleccionados este año estuvieron en el IAC entre los meses de julio a septiembre.

- J.J. Piqueras (Estudiante de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Cartagena).

Colaboró en el Proyecto de Óptica Adaptativa con FPGA. Durante su estancia desarrolló y puso a punto un módulo de comunicaciones gigabit ethernet para FPGA. También realizó la adaptación de dicho módulo para la adquisición de datos del Proyecto FastCam.

Supervisor: *L.F. Rodríguez*.

- A. Suárez Villa (Ingeniera Informática por la Universidad de Oviedo).

Colaboró en el Proyecto CAIN3. En su estancia participó en la conversión del antiguo sistema de ventanas de SUN OpenWindows al nuevo sistema Motif, en adaptar el código existente al estándar POSIX de C y en la reconstrucción de la librería de visualización de imágenes del Proyecto.

Supervisora: *E. Páez*.

- S. Fernández Navarro (Estudiante de Telecomunicaciones en la Universidad de Sevilla). Participó en el Proyecto OSIRIS. Durante su estancia colaboró en el desarrollo de una aplicación software con Java y JBuilder para la preparación de las observaciones de OSIRIS (OPMS).

Supervisora: *M. Aguiar*.

- M. Ros Izquierdo (Estudiante de Informática por la Universidad de Granada).

Participó en el Proyecto OSIRIS. Su estancia se centró en el desarrollo del software para el control distribuido en tiempo real del dispositivo de filtros sintonizables del Proyecto. El software se desarrolló en C++ y Java.

Supervisor: *J.C. López*.

- F. Rastrello (Ingeniero en Informática y estudiante de Ingeniería Electrónica en la Universidad de Perugia, Italia).

Participó en el Proyecto QUIJOTE-CMB. Durante su estancia colaboró en el desarrollo de un prototipo software para el control y adquisición de datos de alta resolución basado en las tecnologías VXI, LXI y el estándar de paquetes de ESA.

Supervisor: *J.M. Herreros*.

- A. González Hernández (Estudiante de Ingeniería Industrial en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria).

Participó en el Proyecto EMIR. Durante su estancia colaboró en la puesta en operación y caracterización criogénica del criostato de pruebas multipropósito de EMIR, EMCTS.

Supervisores: *S. Becerril, F. Tenegi y P. Saavedra*.

- L. Arango Fernández (Estudiante de Ingeniería

Industrial en la Universidad de Oviedo).

Participó en el Proyecto EMIR. Durante su estancia colaboró en la realización de análisis estructurales y termoelásticos del banco óptico del instrumento, por el método de los elementos finitos, con ANSYS. Supervisor: *F. Tenegi*.

#### *Estancias en prácticas*

- J. Santa María García estuvo hasta el mes de marzo realizando una estancia en prácticas de 6 meses gracias a una beca de la CEOE. En este tiempo se ha dedicado a la caracterización de un espejo deformable dentro del proyecto de Óptica Adaptativa con FPGA.

Supervisor: *L.F. Rodríguez*.

En los meses de octubre y noviembre, estuvieron en prácticas en el Área de Instrumentación, los alumnos de la asignatura "Diseño y calibración de instrumentación astrofísica" dentro del Master de Astrofísica de la Universidad de La Laguna. A continuación se detalla su labor.

- M. Vásquez estuvo analizando la calidad de imagen y el movimiento de imagen del instrumento OSIRIS.

Supervisor: *J.L. Rasilla*.

- C. Kuckein estuvo realizando medidas de degradación de la razón focal (DRF) en fibras ópticas.

Supervisor: *F. Gracia*.

- E. López Rodríguez realizó medidas de calibración de un atenuador de fibras ópticas.

Supervisor: *F. Gracia*.

- A. Calcines realizó el estudio, diseño y AIV de un Corrector de Dispersión Atmosférica (ADC) para el Proyecto FastCam a la vez que realizó tareas de diseño, evaluación, montaje integración del sistema óptico de FastCam.

Supervisor: *R. López*.

- J. Becerra estuvo realizando el montaje y alineado de un prototipo de laboratorio del Espectrógrafo de Dispersión Cruzada de UES adaptable a un banco para el telescopio GTC y alimentado con fibras.

Supervisor: *R. López*.

#### *Proyectos Fin de Carrera*

- P. Martínez (Estudiante de Ingeniería Técnica Industrial de la Universidad de La Laguna).

Realizó su proyecto fin de carrera en el Departamento de Electrónica. El proyecto consistió en el desarrollo de una interfaz que permitió adaptar el estándar "Camera link" a una tarjeta de lógica reconfigurable FPGA.

Supervisor: *J.J. Díaz*.

## FORMACIÓN

Como todos los años, se ha hecho un esfuerzo en la formación de los ingenieros y gestores. En general la formación ha consistido en cursos, tanto en el IAC como fuera, y asistencia a congresos especializados. Hay que hacer notar que aparte de estas actividades concretas, el componente de formación que representa el trabajo en la mayoría de los proyectos es también muy alto, sobre todo en las etapas iniciales. La naturaleza de los proyectos actuales hace que la formación forme parte del trabajo diario y no sólo para los nuevos ingenieros incorporados.

En aspectos **electrónicos** o para el personal del Departamento de Electrónica, la formación ha consistido en:

- Cursos: "Patrones de diseño y arquitectura software", "Fundamentos Ópticos e Instrumentación" y "Básico de Control en el Área de Instrumentación"(IAC); "Creación de SPIN-OFF y aprendizaje tecnológico" (Univ. de La Laguna).

En aspectos de **software** o para el personal del Departamento de Software, la formación ha consistido en:

- Cursos: "Patrones de Diseño y Arquitectura de Software", "Básico de Control" y "Fundamentos Ópticos e Instrumentación" (IAC).
- Congresos: "Taller Avanzado Casos Uso y Arquitectura SOA" (La Laguna); "ASTRID: Desarrollo de instrumentación astronómica. Futuros retos científicos y tecnológicos" (Madrid).

En aspectos **ópticos** o para el personal del Departamento de Óptica, la formación ha consistido en:

- Cursos: "Fundamentos ópticos e Instrumentación" y "Diseño óptico" (IAC); "Trace-Pro", "Introduction to CodeV" y "Advanced topics in CodeV" (EEUU).

En aspectos **mecánicos** o para el personal del Departamento de Mecánica, la formación ha consistido en:

- Cursos: "Fundamentos ópticos e Instrumentación" e "Introducción de Ansys" (IAC); "Análisis Térmico con ANSYS", "Curso de no linealidades con ANSYS" y "Medida y Calibración de Temperatura" (Madrid); "Precision Industrial Engineering Short Course" (Reino Unido).

También se ha seguido con la política de dejar una copia del material formativo en el Archivo Documental para conservar y difundir el

conocimiento entre los miembros del Área.

## PERSONAL

Las altas han sido las siguientes:

- Departamento de Electrónica: Y. Martín, Ingeniera de Telecomunicación por la Univ. de Bilbao.

- Departamento de Software :J. Marco de la Rosa, Ingeniero Informático por la Univ. de Granada, para trabajar en el desarrollo del software del Proyecto IMaX y J.J. Vaz Cedillo, Ingeniero Informático por la Univ. Politécnica de Cataluña, para trabajar en las cadenas de reducción de datos (Data Factory) del instrumento OSIRIS.

- Departamento de Óptica: H. Vázquez, Licenciado en Ciencias Físicas por la Univ. de La Laguna, e I. Montilla, Licenciada en Ciencias Físicas por la Univ. Complutense de Madrid y Dra. en Física por la Technische Universiteit Delft (Países Bajos), para trabajar en el Proyecto ELT's.

- Departamento de Mecánica: P. Fernández Izquierdo, Ingeniera Industrial por la Univ. Carlos III de Madrid y J.Y. Peñate Castro, Ingeniero Industrial por la Univ. de Las Palmas de Gran Canaria, para trabajar en OSIRIS/EMIR y en la nueva Caja de Adquisición y Guiado del telescopio IAC-80.

Han causado baja en el Área: M. Azuaya y G. Herrera Carles (Dpto. de Electrónica), A. Herrera y R.M. Rodríguez (Dpto. de Software), C. Tejada, (Dpto. de Óptica), M. B. Hernández Molina y P. Zuluaga Rodríguez (Dpto. de Mecánica) y L. Jochum (Dpto. de Proyectos).

Dentro del programa de becas de verano, hemos recibido 7 estudiantes o recién titulados, y también hubo varios becarios de proyectos y estudiantes que realizaron su proyecto fin de carrera o una estancia en prácticas como parte de sus estudios académicos. Más adelante se menciona con detalle el trabajo de cada uno de ellos.

MEMORIA  
IAC 2007

161

## BECARIOS

Este año al igual que otros se ha dado la oportunidad a varios estudiantes o recién licenciados de disfrutar de una beca para la realización de un estudio o trabajo en el Área de Instrumentación que en algunos casos ha servido para la realización posterior del proyecto fin de carrera.

*Becas de verano*

- D. Jiménez (Estudiante de Ingeniería Técnica Industrial de la Universidad de La Laguna). Realizó su proyecto fin de carrera en el Departamento de Electrónica. Realizó un display para monitor generado directamente desde FPGA, capaz de manejar resoluciones de 800x600 y de 1024x768 píxeles.

Supervisor: *L.F. Rodríguez.*

- M. López (Estudiante de Ingeniería Electrónica de la Universidad de La Laguna).

Esta realizando su proyecto fin de carrera, en el Departamento de Electrónica, en sendos recuperadores de fase de frente de onda, de Hudgin y basado en la imagen de difracción obtenida en el Proyecto FastCam.

Supervisor: *L.F. Rodríguez.*

- M. Magdalena (Estudiante de Ingeniería automática de la Universidad de La Laguna). Esta realizando su proyecto fin de carrera, en el Departamento de Electrónica, en sendos recuperadores de fase de frente de onda, de Hudgin y basado en la imagen de difracción obtenida en el Proyecto FastCam.

Supervisor: *L.F. Rodríguez.*

- A. Rodríguez García (Estudiante de Ingeniería Técnica Industrial, de la Universidad de La Laguna).

Está realizando su proyecto fin de carrera en el Departamento de Mecánica. El proyecto consiste en la realización del diseño detallado y fabricación del mecanismo del sistema de cierre de la ventana del criostato del instrumento EMIR.

Supervisor: *J. Pérez Espinós.*

- Á. García Mato (Estudiante de Ingeniería Superior Industrial, de la Universidad de Vigo).

Está realizando su proyecto fin de carrera en el Departamento de Mecánica. El proyecto consiste en la colaboración de la puesta a punto de los criostatos y diseño de infraestructuras criogénicas y de verificación, para los prototipos de 1 y 6 barras del mecanismo de rendijas configurables, CSU, del instrumento EMIR.

Supervisores: *V. Sánchez y F. Tenegi.*

#### *Otras becas*

- J.J. Piqueras (Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad de Cartagena).

Se incorporó como becario al Departamento de Electrónica para formarse en el diseño y desarrollo de sistemas de lógica reconfigurable (FPGA), especialmente orientado a sistema de óptica adaptativa y de "Lucky Imaging" como el Proyecto FastCam.

Supervisor: *L.F. Rodríguez.*

- Y. Padilla Michel (Licenciada en Ciencias Físicas por la Universidad de Guadalajara, México).

## PRODUCCIÓN

**Producción** se estructura en: Taller de Mecánica, Taller de Electrónica, Gabinete de Delineación Técnica y Servicio de Mantenimiento Instrumental.

mediante reconocimiento fiducial.

- Manta de Pre calentamiento para el proceso de soldaduras de componentes SMD y SMT y ampliación Sistemas de Extracción de Humos para los distintos puestos de trabajos.

#### **Formación**

El personal del Taller de Electrónica asistió a cursos sobre:

- Curso de Programación de PLC (Software Unity Pro -Schneider-Electric.) de 18 horas lectivas (dos técnicos) e impartido por la empresa Olivera, S.L. ubicada en el Polígono Industrial de El Rosario (Tenerife).

- Curso de desarrollo de placas de circuito impreso con los sistemas LPKF PROTOMAT S100 y sus accesorios, impartido en las instalaciones del IAC por parte del personal de la empresa LPKF Laser & Electronics Spain S.L., durante los días 6, 7 y 8 de noviembre de 2007 al que asistieron además de

todo el personal del Taller y el Técnico del Proyecto EMIR, el Ingeniero del Proyecto QUIJOTE y como invitado, el encargado del Servicio de Electrónica y Calibración de la Universidad de La Laguna.

#### **Actividad**

- Proyecto OSIRIS. Se ha seguido con la integración del proyecto en cuanto a los Subrack electrónicos, cableados y sistemas de aire seco y refrigeración de los armarios de control, quedando prácticamente en su estado final para las verificaciones en AIV.

- Proyecto LIRIS. Se ha dado soporte en el telescopio WHT para la integración de los Pseudogrismas J y K, Placa Premplificadora con nueva ganancia y soporte de placa de Control Motores VME-8.

- Proyecto SCIDAR-VLT. Se realizó el montaje de las unidades de control del monitor que fue instalado en el Observatorio Paranal (Chile).

- Proyecto ELT-WEB. Se participó en el diseño conceptual del ensamble del controlador esclavo.

del sistema CAD/CAM en las máquinas CNC.

## Formación

El personal del Taller de Mecánica asistió a cursos sobre:

- Riesgos de operadores de puentes grúas y grúas torre.
- Prevención de riesgos en la conducción de vehículos a motor, de seguridad de las máquinas, de soldeo de aluminio y acero inoxidable.
- Tratamiento y valoración de residuos, dentro del plan de autoprotección, al de primera intervención.
- En la implantación del sistema CAD/CAM se ha recibido formación de mecanizado de fresa con Pro/Engineer.

También se organizó una visita al Observatorio del Roque de los Muchachos y se asistió a la Feria Industrial MAQUITEC 2007, en Barcelona.

## Actividad

La actividad desarrollada por el Taller de Mecánica durante el año 2007 ha estado relacionada con trabajos solicitados por Proyectos, Departamento y Servicios del IAC:

- Proyecto OSIRIS - 2.193 h. (22,12%)
  - Proyecto AMS - 1.421 h. (14,3%)
  - Proyecto ELT - 1.147 h. (11,5%)
  - Proyecto IMAX - 1.011 h. (10,1%)
  - Proyecto EMIR - 590 h. (5,9%)
  - Proyecto GREGOR - 544 h. (5,4%)
  - Formación - 607 h. (6,1%)
- El resto de horas trabajadas en el Taller de Mecánica, que representa un 21,68% se emplearon en proyectos como: FastCam, Sismología Solar y Estelar, Mantenimiento Instrumental, Estudio Anisotrópico de Fondo cósmico, etc.



## TALLER DE MECÁNICA

### Mejoras en infraestructura

Durante el año 2007 las mejoras en infraestructura realizadas en el Taller de Mecánica se enfocaron hacia el aumento de las prestaciones de la

maquinaria existente y así se han incorporado:

- Un apilador de conductor acompañante Mitsubishi con capacidad de carga 1.200 kg.
- Un equipo de reciclaje móvil para la depuración de taladrinas mediante la separación automática de los aceites extraños, las bacterias y micropartículas en suspensión de manera "bypass".
- Una regla AT115 de 1040 mm como parte integrante del visualizador de cotas de la Fresadora Correa F-3.
- Dos soportes magnéticos.
- Una cubeta recolectora con rejilla, para posibles derrames de aceites.
- Diversos micrómetros digitales para el Laboratorio de Metrología.
- Dos palpadores para la máquina de medir por coordenadas.
- Un kit de palpadores de prolongación para la máquina de medir portátil.

Se han continuado acciones para la implantación



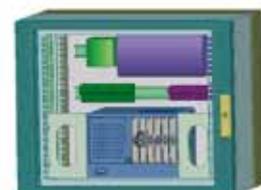
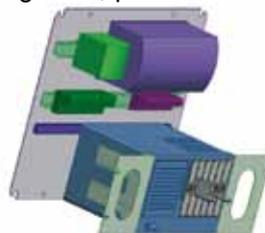
## TALLER DE ELECTRÓNICA

### Mejoras en infraestructura

- Plotter avanzado de precisión para la fabricación de prototipos de PCBs y Housings para Microondas, LPKF ProtoMat® S100 y sus gama de Accesorios, especialmente, la Cámara de alta resolución para el guiado, posicionado y verificación de los PCB

MEMORIA  
IAC 2007

163



- Proyecto IMaX – 334 h. (11,4%)
- Proyecto FastCam – 112 h. (3,8%)
- Proyecto ELT/MASSDIMM - 105h. (3,5%)
- Proyecto Fondo Cósmico – 90 h. (3,0%)
- Proyecto ELT/WEB – 60 h. (2,5%)

Los diseños que han sido solicitados a delineación han sido para los Proyectos FastCam y PLANCK; para el Departamento de Óptica, el Servicio de Mantenimiento Instrumental y telescopio IAC-80.

Cabe destacar el trabajo para el Proyecto IMAX, el cual ha consistido en la fabricación de diversos mecanismos en los cuales se ha utilizado por primera vez un sistema CAD-CAM-CAE

## SERVICIO DE MANTENIMIENTO INSTRUMENTAL

### Introducción

En el año 2007 el Servicio de Mantenimiento Instrumental, como en los años anteriores, realizó las labores normales que tiene asignadas. Como hechos más relevantes debemos citar las mejoras en equipos, formación y la participación en el sistema de control de la nueva caja de A&G del telescopio IAC-80. También destacamos la sustitución del PC de control del telescopio TCS. La obsolescencia tanto de este PC, como de su gemelo en el telescopio IAC-80, comprometía gravemente el funcionamiento de estas instalaciones ya que, en caso de una avería grave en los mismos el Servicio podría estar completamente imposibilitado de proceder la reparación.

Finalmente hay que destacar el concurso de promoción interna que permitió el ascenso de J.E. García a la categoría de Maestro de Taller.

### Algunos resultados relevantes

- Mejoras en la formación con respecto a la Seguridad e Higiene.
- Ascenso de uno de los ayudantes de taller a Maestro de taller.
- Sustitución del PC de control del telescopio TCS.
- Localización y reparación del fallo de FIN.
- Reparación del mecanismo de los pétalos del telescopio IAC-80.
- Los trabajos en el sistema de control de la nueva Caja de A&G del telescopio IAC-80.

### Mejoras en infraestructura

En 2007 se realizaron las siguientes nuevas

inversiones:

- Reequipado de herramientas el taller de Mantenimiento Instrumental.
- Compra de una nueva pistola de calor con regulador electrónico.
- Compra de cuatro destornilladores eléctricos, dos para el taller y otros para el OT.
- Compra de un osciloscopio 100 Mhz y 4 canales para ser utilizado en el OT.
- Compra de un nuevo carro de herramientas para el telescopio TCS.
- Carretilla para el O
- Grúa de taller para 500 kg.
- Compra de un microscopio de 30 aumento.
- Compra de una unidad de lectura de temperatura Lake Shor.
- Compra de un comprobador de instalaciones eléctricas.
- Adquisición de dos extractores de humo de soldaduras para las bancadas del taller de la sede central.
- Cambio del cuadro eléctrico del taller de Mantenimiento Instrumental.

### Actividad

Durante el año 2007 se facturaron un total de 6.607,5 h. en diversas actividades. Estas se distribuyeron entre los diversos Proyectos conforme el Gráfico V. Los cambios relevantes con relación al año anterior fueron una disminución en las horas fueron del Proyecto Operación de las Instalaciones Telescópicas del IAC, con una variación del 10%, las incidencias aumentan un 45% y el Proyecto COSMOSOMAS disminuye un 55%.

- Proyecto Operación de las Instalaciones Telescópicas del IAC. Como en los años anteriores este Proyecto fue el mayor consumidor de recursos. En el Gráfico VI se aprecia como se distribuyeron los trabajos por las diversas instalaciones. Como se ve las actividades se distribuyeron igualmente entre los dos telescopios. Esto se debió por un lado a que hubo una disminución en los tiempos invertidos en cambios de equipo y reparaciones en el telescopio TCS, y por el otro en un aumento substancial en los tiempos dedicados a las reparaciones en el telescopio IAC-80 y los trabajos de desarrollo de la electrónica y del control de la nueva Caja de Adquisición y Guiado A&G del telescopio IAC-80 de la que se hablará más adelante.

En el apartado "Reparaciones" (1):

- Este año se sustituyeron los motores que accionaban los pétalos del telescopio IAC-80 que

## GABINETE DE DELINEACIÓN TÉCNICA

### Mejoras en infraestructura

Durante el año 2007 las mejoras en infraestructura realizadas en el Gabinete de Delineación Técnica se enfocaron hacia la ampliación de memoria ram en las estaciones de trabajo.

El dominio adquirido con ProEngineer Wildfire es excelente, puesto que ha habido un buen aprovechamiento de los cursos-consultorías.

Asimismo, seguimos trabajando con el programa de AUTOCAD, utilizado junto con ProEngineer para la realización de planos.

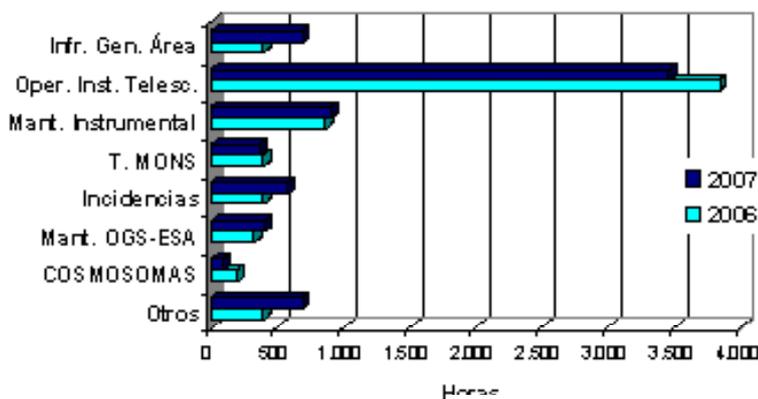
### Formación

El personal del Gabinete de Delineación Técnica asistió a cursos y realizó visitas que a continuación se detallan:

- Consultoría con Pro/Engineer Wildfire (Diseño

Gráfico V

Dedicación de Mantenimiento Instrumental a los diversos proyectos en 2006 y 2007



- componente de chapa módulo I).
- Asistencia feria de SIMO.
- Visita Observatorio del Teide.
- Visita Observatorio del Roque de los Muchachos.

También debe destacarse la continuidad en la auto formación, consistiendo ésta en la realización de ejercicios prácticos con los propios manuales, lo cual ha resultado de gran ayuda.

### Actividad

El trabajo en Delineación Técnica ha sido consecuencia de las 220 solicitudes recibidas en el año 2007, lo cual ha generado un volumen de trabajo considerable.

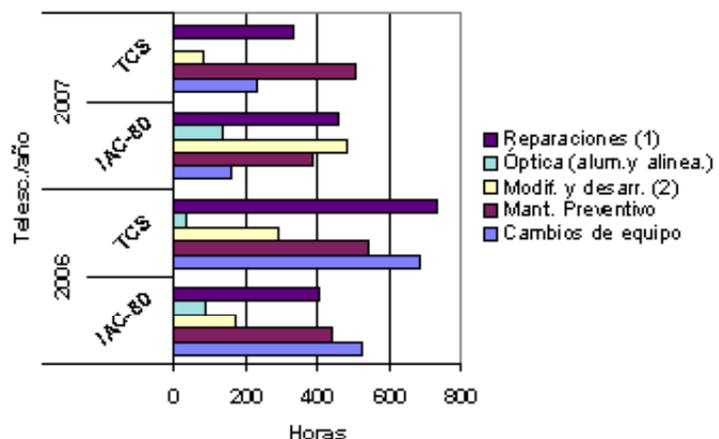
De las citadas solicitudes, 98 pertenecen al Proyecto OSIRIS, las cuales han sido de máxima prioridad por el compromiso que tiene dicho Proyecto la fecha de finalización.

Los proyectos que han requerido de nuestros servicios han sido:

- Proyecto OSIRIS – 1.543 h. (52,3%)
- Proyecto EMIR – 429 h. (14,6%)

Gráfico VI

Dedicación de Mantenimiento instrumental en los telescopios IAC-80 y TCS



la transmisión de declinación del telescopio TCS resuelta con el reposicionado de la corona en relación al husillo.

Cuanto al apartado de "Modificaciones y Desarrollo" (2):

- Actualización del hardware de los telescopios. Este año se seleccionó un ordenador nuevo y se realizaron una serie de pruebas de funcionamiento que permitieron certificar la posibilidad de cambiar los viejos PC's de Control, tipo 486 a 33MHz, por tipo Pentium III a 700 MHz.
- Sistema de control de la nueva Caja A&G del telescopio IAC-80. Se hizo un programa capaz de controlar los mecanismos utilizando el software LABVIEW. Ya se tiene la interfaz de usuario. Falta: montar el sistema mecánico y definir los límites de los movimientos y diseñar todo el cableado que va de la sala de control al rack de control de mecanismos en la cúpula.
- Buffers para las GPS's. Están esperando la mecanización de las planchas de cierre de sus cajas. Lo de más funciona correctamente.
- Durante el año participamos en las reuniones, trabajos de instalación y las pruebas de FastCam.
- Se continúa con las mejoras el Tromsø CCD Photometer procediendo una revisión de los mecanismos.
- Se aluminizaron los espejos de los telescopios TCS e IAC-80. De este último telescopio en dos ocasiones ya que un fallo en la refrigeración provocó una contaminación de la planta resultando en una mala adherencia de la película de aluminio.

El propio servicio consumió 902,5 h. en el Gráfico VII se muestra cómo se repartió el tiempo dedicado a actividades internas en el Servicio de Mantenimiento Instrumental a lo largo del año. Este año se bajó el tiempo dedicado a la formación y en particular lo que se llama "formación interna". En ese apartado hay que hacer una puntualización pues parte de las horas que se utilizaron en la Caja de A&G del telescopio IAC-80 fueron dedicadas a la formación en el software LABVIEW.

Del tiempo utilizado en el mantenimiento de equipos propios se dedicó la mayor parte al mantenimiento de las Planta de Aluminizado (396 h.) ya que un fallo de agua provocó una contaminación que obligó a realizar una limpieza completa de la misma.

Este año se aluminizaron tres espejos del telescopio THEMIS, dañados por una fuga de agua en el telescopio y el "dummy" del espejo primario del telescopio GREGOR.

tenían unas reductoras muy poco resistentes por otros mucho más robustos y potentes.

- La cámara CCD presento problemas de mal contacto en el cableado provocado por unos conectores defectuosos, se está pendiente de hacer un estudio para ver cómo podríamos proceder el cambio de los mismos.
- A finales del año se presentó un problema con el alineado del telescopio IAC-80. El sistema presenta una inestabilidad que no permite alinear adecuadamente. No hay hasta el momento una explicación para el problema se está trabajando en el problema junto con el Departamento de Óptica.
- En el telescopio TCS conseguimos descubrir la causa de la mala señal de FIN quedando el problema resuelto cuando se cambió el detector. Una vez solucionado este problema, falta probar en telescopio el sistema con el nuevo conjunto de fibras ópticas para poder dar por finalizada la reparación.
- Hubo una serie de problemas de holguras en



## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### Formación

El Responsable del Laboratorio asistió a los cursos: en Madrid al curso "Calibración Eléctrica" (Madrid) y al también curso organizado por la OTRI "Implantación de la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025 en los Laboratorios" en la Univ. de La Laguna.

### Mejoras en infraestructura

- Compra de un calibrador de comprobadores eléctricos multifunción para ampliar el alcance del Laboratorio.
- Compra de un termohigrómetro para medir las condiciones de temperatura y humedad en el Laboratorio.

# ACCIONES DE APOYO TECNOLÓGICO

Este apartado hace referencia a los trabajos que se realizan para empresas tanto públicas como privadas, o para empresas vinculadas al IAC que solicitan trabajos no acordados. Como más relevantes destacar los siguientes:

- Por parte del **Laboratorio de Calibración:**

Participación del Laboratorio en dos intercomparaciones a nivel nacional: Calibración de resistencias de bajo valor, en la que hemos participado 18 laboratorios, y calibración de un Calibrador Multifunción, en la que hemos participado 29 laboratorios.

Para **BINTER CANARIAS**: Calibración de 9 multímetros.

Para **MAESSA**: Calibración de dos pinzas amperimétricas.

Para **BETICO**: Calibración de tres pinzas amperimétricas.

- Por parte del **Taller de Mecánica:**

Para **GRANTECAN S.A.**: realización de soporte de CCD, pruebas del adaptador de CanariCam y el útil correspondiente sobre el simulador del rotador Nasmyth. Fabricación de diferentes piezas en aleación de aluminio, diversas actividades usando la máquina de medir por coordenadas del Laboratorio de Metrología.

Para **THEMIS S.L.**: Fabricación diversas máscaras para observación.

En estos trabajos se han invertido 288 horas que representan el 2,9% del total de horas realizadas en el Taller de Mecánica.

## **SALA DE ARMADO, INTEGRACIÓN Y VERIFICACIÓN (AIV) (4E2501)**

**E.J. Cadavid, V. Sánchez, J.A. Morrison, J.J. González, J.E. García, P.A. Ayala y S. Medina.**

### **Evolución del Proyecto**

En 2007 se realizaron las siguientes compras:

- Ranger de 600 litros para nitrógeno líquido.
- Compra de un carro para montar una bomba Scroll.
- Compra de una aspiradora de polvo específica para uso en sala limpia.
- Compra de un gancho pesador.
- Dos relojes de pared, uno para la sala del rotador y el otro para la Sala 100.000.
- Dos unidades de lectura de temperatura y humedad para instalar en la sala del rotador y en la Sala 100.000.

En el apartado de seguridad y salud se realizamos las siguientes actividades:

- Se instaló una barandilla en el atillo de la sala limpia de la Sala de AIV.

- Se adquirido una escalera móvil de 3,5 m de altura con la doble utilidad de acceder al atillo de la sala limpia con seguridad y de realizar trabajos en altura tales como acceder alas estanterías del almacén.

- Se instalaron barras antipánico en la puerta pequeña entre la Sala de rotadores y el almacén y en la salida de emergencia del almacén la sala de AIV.

- Se señalaron las salidas de emergencia.

- Se adquirieron dos armarios para almacenar alcohol y acetona en el Sala de AIV.

- Se adquirieron e instalaron dos dispensadores de tapones desechables para los oídos, uno en la sala del rotador y el otro en la Sala 100.000.

Otras cuestiones que afectaron la Sala de AIV fueron:

- Perdidas de Aceite de los puentes grúa. Este problema se viene arrastrando desde el inicio de las operaciones. Este año el fabricante envió un técnico para repararlas más después de un tiempo el problema se repitió. Hasta el momento no tenemos ninguna solución.

- El Servicio de Mantenimiento Instrumental redactó el plan de mantenimiento del rotador y falta empezar su implementación.

- Falta definir el protocolo de uso de la Sala de AIV que es el documento base donde se especifican

rotadores en sala limpia.

- Se instalaron salidas de agua glicolada en las tres arquetas a la derecha de rotador para su uso en las pruebas de OSIRIS.

## **ESTUDIOS DE DISEÑO DEL FUTURO TELESCOPIO GIGANTE EUROPEO - ELT (EXTREMELY LARGE TELESCOPE)**

**M. Reyes, C. Muñoz-Tuñón, J.M. Delgado, H. Vázquez, S. Chueca, M. Núñez, T. Viera, Y. Martín, I. Montilla, E. Hernández, P. Zuluaga, M. Barreto, J.J. Fuensalida, T. Varela, B. García y A. Alonso.**

A. Schumacher y J. Castro (GRANTECAN S.A.).

ESO (Garching, Alemania), MEDIA (Madrid), JUPASA (Toledo), CIMNE (Barcelona), ITER (Tenerife), UPC (Barcelona), LUAN (Niza, Francia), LAM (Marsella, Francia), Arcetri (Florenza, Italia), FOGALE (Nimes, Francia), TNO (Delf, Países Bajos).

### **Introducción**

Encabezados y coordinados por ESO, un total de 27 centros de astrofísica y empresas del sector tecnológico de Europa, incluyendo el IAC, han firmado un contrato con la Comisión Europea dentro del sexto programa marco europeo (FP6), para realizar estudios de diseño y desarrollos tecnológicos orientados al futuro Telescopio Gigante Europeo (ELT), con el propósito de analizar la viabilidad de conceptos y validar las tecnologías a aplicar. El objetivo del FP6 es coordinar los esfuerzos en investigación y desarrollo europeos y ser la herramienta financiera que permita crear un mercado europeo de ciencia y tecnología. Los estudios a desarrollar abarcan diversos campos relacionados con la astrofísica: control del frente de onda, óptica, mecánica, cúpula y viento, Óptica Adaptativa, operaciones, instrumentación, y caracterización de sitios.

### **Algunos resultados relevantes**

*Enero:* Adjudicación contratos diseño conceptual fase 2 cúpulas tipo Caja y Esférica a IAC e Iberespacio respectivamente.

*Marzo:* APE Control Software Workshop. ESO (Alemania).

*Junio:*

Mid Term Review de todo el contrato del ELT con la Comisión Europea. ESO, (Alemania). Pruebas de aceptación del SCIDAR de VLT. IAC, Sala AIV.

*Julio:* Integración y Commissioning del SCIDAR del Telescopio VLT. Paranal (Chile).

*Septiembre:* Entrega documentación final y cierre de los dos contratos para diseño de cúpulas, fase 2. IAC.

*Octubre:* Presentación y revisión de resultados de los dos diseños de cúpula de fase 2. IAC.

*Noviembre:*

Commissioning Científico y arranque de observaciones del SCIDAR del telescopio VLT, Paranal (Chile).

Reunión de progreso del WEB y revisión de la fabricación. JUPASA (Toledo).

Reunión de progreso de caracterización de sitios. Madrid.

Pruebas de integración del reconstructor de Fourier en el simulador de Óptica Adaptativa de ESO. ESO (Alemania).

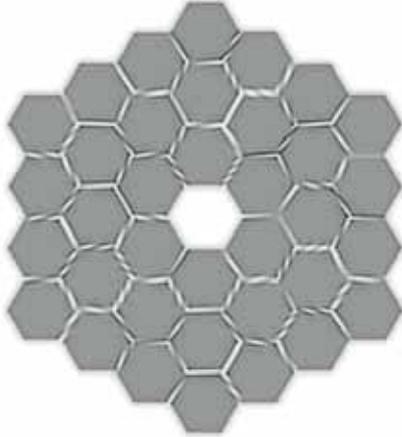
### **Evolución del Proyecto**

El Active Phasing Experiment (APE) es uno de los proyectos de más envergadura dentro de los estudios del ELT. Su objetivo es la prueba en telescopio (VLT) y comparación de cuatro técnicas de sensado de frente de onda para cofaseo de espejos segmentados. El IAC es responsable del desarrollo de dos sensores de frente de onda, uno basado en curvatura (DIPSI) y otro basado en coronografía Mach-Zehnder (ZEUS). ZEUS fue entregado por los socios de Marsella (LAM) a la ESO en enero de 2007. A lo largo del año el principal esfuerzo se ha concentrado en la integración y verificación del software de los algoritmos: registro de pupila, 4 métodos de calibración, algoritmos de pistón mono-lambda y multi-lambda con 4 longitudes de onda.

El algoritmo multi-lambda permite medir el pistón cuando el desplazamiento de un segmento respecto al adyacente supera una longitud de onda (lambda), esto es, supera los cientos de nm. A lo largo de la primera mitad de año se desarrolló un segundo algoritmo multi-lambda basado en medir con dos filtros. Si bien la corrección lleva más tiempo que en el caso de 4 lambdas, tiene la ventaja de que aumenta el rango de captura (hasta el rango 5-10 micras).

las reglas de uso y las diversas medidas de seguridad que son de obligatorio cumplimiento por los usuarios.

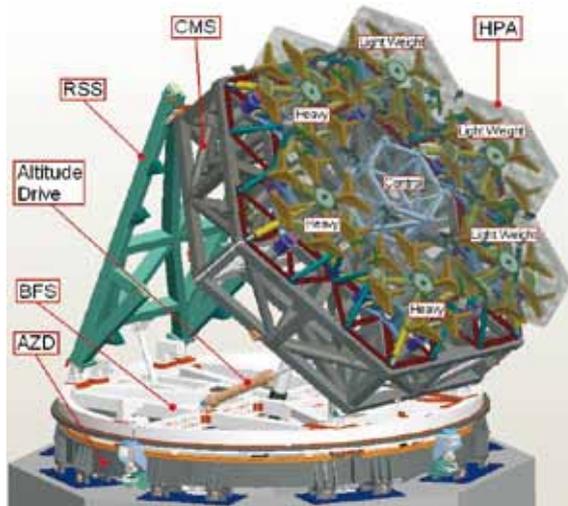
- Elaborado un estudio sobre la calidad del aire comprimido disponible.
- Elaborado un estudio de las modificaciones necesarias para la conversión de la sala de



*Imagen simulada de la señal de tip-tilt en un espejo segmentado para el sensor de cofaseo DIPSI.*

El Wind Evaluation Breadboard (WEB) es otro experimento cuyo propósito es la prueba de tecnologías para el ELT del sistema de alineado de segmentos (sensores de borde, actuadores y control en tiempo real) sometidos a condiciones de viento real en el OT. El instrumento consta de dos subsistemas mecánicos principales: el simulador de espejo segmentado (HPA) y el simulador de telescopio (TSA). A lo largo de 2007 se ha llevado a cabo la fabricación en la empresa JUPASA de los simuladores de segmentos hexagonales (HPA), cuyo diseño y planos de fabricación fueron cerrados por el IAC en 2006. También en 2007 la empresa MEDIA ha concluido el diseño detallado del simulador de telescopio (TSA) y los planos de fabricación, para que JUPASA lo fabrique en 2008.

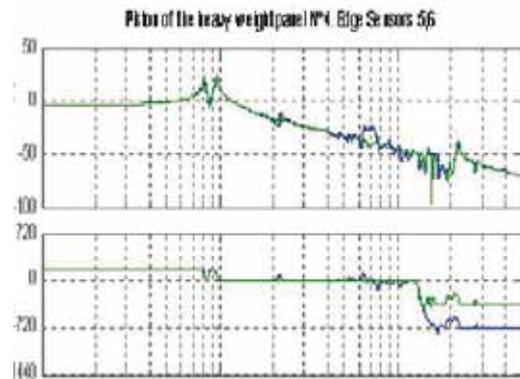
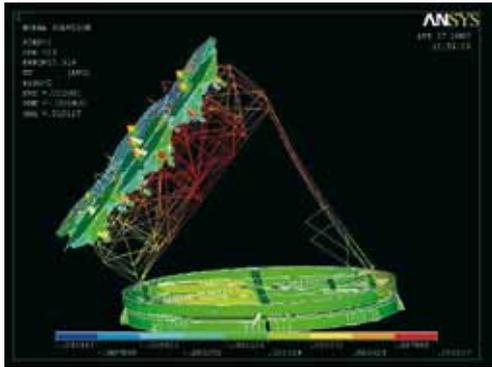
*Diseño mecánico completo del WEB, incluyendo los simuladores de segmentos hexagonales con sus soportes activos (HPAs), y el simulador de telescopio con su celda, anillo de azimut y actuadores de elevación (TSA).*



*Diseño fotos de componentes fabricados de los HPA. Arriba: Paneles hexagonales. Abajo: Trípodes del "whiffle tree".*



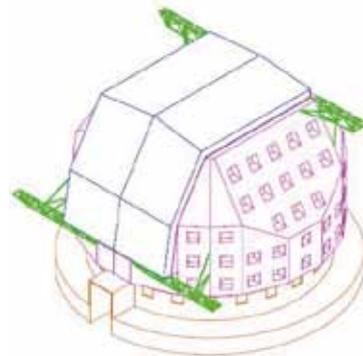
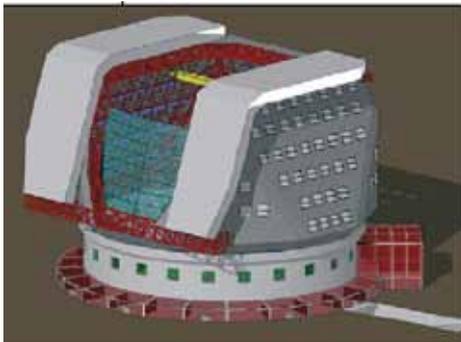
El IAC es responsable de todo el control del instrumento, incluyendo los sensores de posición de los segmentos, y los actuadores de posición. En 2007 se han llevado a cabo dos tareas fundamentales. Por un lado, se desarrolló el modelo de elementos finitos completo del instrumento, del que se extrajo el modelo dinámico, con el que se realizó un análisis del sistema; se diseñó la arquitectura del control en lazo cerrado se realizaron las primeras simulaciones de prestaciones de dicho control. Por otro lado se ha avanzado en el montaje de todo el hardware de control electrónico, la verificación de interfaces sensores y actuadores y el desarrollo de gran parte del software de control.



*Resultados de simulación del control en lazo cerrado del WEB.*

El IAC participa en los diseños de cúpula para el Telescopio ELT y estudios de efectos del viento en su interior. En enero se adjudicaron los dos contratos para la fase 2, para los conceptos de cúpula esférica y cúpula poligonal. Durante el 2007 se realizó el seguimiento de los contratos de los dos diseños de cúpulas. Los resultados finales muestran que no hay grandes diferencias entre un concepto y el otro. Es más los dos conceptos han tendido a una cúpula poliédrica.

En los estudios se analizaron los costes de construcción de las cúpulas para dos sitios tipo. Uno tipo ORM (La Palma) y otro sitio tipo Paranal (Chile). Los dos sitios principalmente se diferencian en que el primero tiene más cargas debido a nieve y el segundo tiene más carga sísmica. A su vez los terrenos tienen también características diferentes. No se encontraron grandes diferencias que favorecieran económicamente un sitio u otro. El coste de la construcción de la cúpula se estima del orden de los 120 M€.



*Conceptos de cúpula desarrollados en la fase 2.*

Ha su vez el IAC ha lanzado la contratación de un túnel de viento capaz de desarrollar completamente la capa límite, para hacer pruebas de modelos a escala de los dos conceptos de cúpula. Se ha contratado al túnel de Aachen. En la fotografía se puede apreciar la maqueta de la cúpula tipo esférica colocada

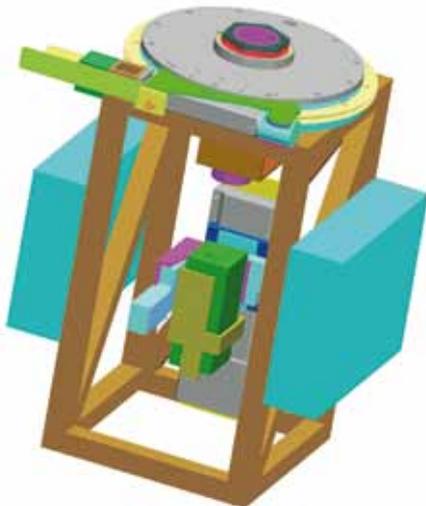
*Maqueta a escala de la cúpula tipo esférica en el túnel de viento de capa límite de la Universidad de Aachen (Alemania).*



Dentro de los paquetes de trabajo de Óptica Adaptativa (AO), el IAC está involucrado en la investigación de algoritmos de reconstrucción que reduzcan la carga computacional, y en la evaluación de plataformas hardware de tiempo real basadas en FPGAs para la implementación de dichos algoritmos. EL desarrollo del banco de pruebas de Óptica Adaptativa basado en FPGAs evoluciona de acuerdo con lo previsto, y se pueden ver más detalles en el proyecto interno del mismo nombre. En concreto, en el marco de los estudios del ELT se ha realizado una simulación y pruebas del efecto de la aritmética entera (de las FPGAs) en la resolución de los algoritmos. La conclusión principal es que ajustando el número de bits a utilizar en cada una de las etapas del cálculo de reconstrucción del frente de onda, las prestaciones del sistema de Óptica Adaptativa no se ven afectadas.

Desde mayo de 2007 se ha desarrollado en el IAC el reconstructor de Fourier para Óptica Adaptativa, tanto para el caso de Óptica Adaptativa Simple (Single Conjugate, SCAO) como para Óptica Adaptativa de Capa de Tierra (Ground Layer, GLAO). Dicho reconstructor ha sido probado con excelentes resultados de prestaciones en el simulador "end-to-end" de Óptica Adaptativa de la ESO en Garching, Alemania.

En el marco de la caracterización de sitios para el Telescopio ELT, la actividad la primera mitad de 2007 se centró en la fabricación, montaje, integración y pruebas del instrumento SCIDAR para VLT, ESO. Se realizaron las pruebas de interfase y aceptación en la sala de AIV con personal de la ESO, y en junio se dio luz verde a su envío al Observatorio de Paranal. En julio un equipo del IAC se desplazó a Paranal para la Integración y commissioning del instrumento, completándose con una campaña de verificación científica en noviembre. Cabe destacar que este es el primer instrumento que el IAC y España entregan a la ESO y que se instala en sus observatorios, y que ha sido todo un éxito.



*Arriba. Izquierda: Diseño del SCIDAR de VLT. Derecha: El instrumento integrado en el foco coudé del telescopio AT4 del Observatorio de ESO en Paranal. Abajo: El equipo a cargo de la fabricación, montaje y pruebas, junto al instrumento, tras la aceptación de la ESO en la sala AIV del IAC.*



El equipo del paquete de trabajo también ha realizado un esfuerzo considerable durante la segunda mitad de 2007 en la integración y pruebas del DIMM para los instrumentos MASS-DIMM de medida de turbulencia atmosférica. En septiembre se realizó una campaña de calibración del DIMM en el ORM, fundamental para garantizar la calidad y validez de los datos que se van a tomar en los 4 sitios candidatos (Chile, Argentina, Marruecos y Canarias). En diciembre tuvo lugar el commissioning del instrumento híbrido (MASS + DIMM + montura automática) en el Observatorio de Paranal. Se verificó con observaciones el funcionamiento coordinado de los dos instrumentos. A continuación se procedió con el envío de los cuatro instrumentos a sus



con cargo al Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica, que contempla la utilización del sistema desarrollado en OA con FPGA como sistema de Óptica Adaptativa para un espectrógrafo con entrada de fibras ópticas atenuadas selectivamente.

## **TELESCOPIO SOLAR EUROPEO - EST (EUROPEAN SOLAR TELESCOPE)**

**M. Collados, L Jochum, A. Pérez, M. Reyes y R. López.**

L. Cavaller (GRANTECAN S.A.).

### **Introducción**

El propósito del Proyecto es establecer las bases para el desarrollo del futuro gran Telescopio Solar Europeo, que mantenga a Europa en la punta de la investigación en física solar. El diseño optimizará el telescopio para estudiar el acoplamiento magnético entre la fotosfera y la cromosfera. Esto requerirá instrumentación capaz de hacer imagen en varias longitudes de onda, espectroscopía y espectropolarimetría.

El esfuerzo en esta etapa de estudio se centrará

en demostrar la viabilidad científica, técnica y económica del EST.

### **Algunos resultados relevantes**

*Mayo:* Presentación de la propuesta inicial del EST a la Comisión Europea.

*Noviembre:* Presentación de la versión definitiva de la propuesta tras negociar con la Comisión Europea.

### **Evolución del Proyecto**

Encabezados y coordinados por el IAC, un total de 29 centros de astrofísica y empresas del sector tecnológico de Europa, han elaborado una propuesta para realizar el estudio de diseño conceptual para un telescopio solar europeo de gran apertura, el EST.

La propuesta inicial fue presentada a la convocatoria de Grandes Infraestructuras de Investigación de la Comisión Europea, dentro del Séptimo Programa Marco (FP7). La propuesta fue evaluada de forma excelente, recibiendo 3,2 M€ de financiación. Se revisó y cerró la propuesta definitiva en noviembre. También se ha aprobado un proyecto del Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica para EST, con dotación económica adicional.

A finales de año se organizó el proyecto en el IAC para lanzar las contrataciones de personal asociadas al Proyecto y preparar el arranque oficial a principios de 2008.

## **ESTUDIOS DE ÓPTICA ADAPTATIVA PARA GTC EXPERIMENTO QUIJOTE-CMB (3I2607)**

**J.A. Rubiño.**

**J.M. Herreros, M.F. Gómez, C. Gutiérrez de la Cruz, S. Hildebrandt, R. Hoyland, R. Rebolo y M. Tucci.**

L. Piccirillo, R. Watson, R. Davis y R. Davies (Jodrell Bank, Reino Unido); M. Hobson, R. Saunders y K. Grainge (Cavendish Astrophysics Group, Reino Unido); E. Martínez-González, J.L. Sanz, P. Vielva y D. Herranz (IFCA, Cantabria).

### **Introducción**

QUIJOTE-CMB (Q U I JOint TEnerife CMB

## **ÓPTICA ADAPTATIVA CON FPGA**

**L.F. Rodríguez Ramos, Á. Alonso, J.V. Gigante,  
F. Gago, T. Viera, Y. Martín, J.J. Piqueras y J.  
Santamaría.**

### **Introducción**

La lógica reconfigurable (FPGA - Field Programmable Gate Array) ha irrumpido con fuerza en el diseño de electrónica digital, debido a la utilización de herramientas de alto nivel para la descripción de hardware y síntesis de circuitos, constituyendo por lo tanto una poderosa herramienta que ha sido empleada en el IAC ya en varias aplicaciones. Esta nueva técnica de realización de sistemas electrónicos digitales presenta como especial característica la facilidad de desarrollo, ya que la mayor parte del mismo se realiza con potentes herramientas informáticas de ayuda a diseño, incluyendo simulación. También ofrece un elevadísimo nivel de integración física, ya que en un único circuito integrado pueden incorporarse millones de puertas, lo que conduce a sistemas de dimensiones físicas extremadamente pequeñas. Por si todo esto fuera poco, permite lograr funcionamientos a velocidades de hasta 550 MHz (Xilinx Virtex-5).

Todas las prestaciones aludidas las presentan como especialmente adecuadas para resolver los problemas que aparecen en el diseño de sistemas de Óptica Adaptativa para telescopios grandes y, sobre todo, supergigantes, por lo que se ha propuesto y demostrado la utilización de las mismas con esta finalidad. Especialmente cabe destacar la utilización del procesado "sin programa", en el que el tiempo que los procesadores convencionales utilizan para recuperar el programa y decodificarlo, sencillamente se ahorra.

El objetivo del presente desarrollo consiste en la realización de un sistema completo de Óptica Adaptativa de laboratorio, que como característica especial tiene la realización de la TOTALIDAD del procesado en el interior de un único chip FPGA.

### **Algunos resultados relevantes**

Durante el año 2007 se procedió a integrar en el laboratorio el sistema completo de Óptica Adaptativa, incluyendo tanto la corrección tip-tilt como la de órdenes superiores mediante un espejo deformable. Dicha integración se ha

completado situándonos actualmente en la fase de puesta en marcha y verificación. Especial interés se ha depositado en el análisis del efecto de la implementación de los algoritmos en aritmética de punto fijo, habitual en FPGA, habiéndose contrastado resultados de laboratorio y simulaciones para garantizar que el efecto del mismo es inferior a las muchas otras fuentes de ruido del sistema.

También se procedió a realizar comunicaciones de los trabajos y resultados en el campo de la lógica reconfigurable, y concretamente en el congreso SPL07, celebrado en Mar del Plata (Argentina), donde nuestro artículo "Tip-tilt mirror control based on FPGA for an adaptive optics system" resultó premiado con una licencia de desarrollo del fabricante "Sinopsys".

Al objeto de disponer de un método cómodo de prueba de los sistemas de Óptica Adaptativa en desarrollo, y mediante la aplicación de una financiación obtenida específicamente, se redactó la documentación necesaria para encargar sendos diseños conceptuales a dos empresas nacionales, LIDAX S.A. y Fractal S.L.N.E., las cuales trabajaron de forma independiente para garantizar una competencia a la hora de optar al contrato de desarrollo definitivo. Dichos análisis fueron realizados y sus resultados entregados en tiempo y forma, de manera que durante 2008 se procederá con la oferta pública para el suministro.

Se trabajó en la colaboración con el Consorcio OPTICON, financiado con los presupuestos de los programas marco de la Unión Europea números VI y VII, y concretamente en la Joint Research Action (JRA) número 2, "Fast Detectors". El objetivo asumido es la verificación de detectores específicamente desarrollados para Óptica Adaptativa, y en esa dirección se han puesto a punto sistemas de adquisición de imágenes con la interfaz "Camera-link", al objeto de poder incorporarlos al sistema de Óptica Adaptativa existente.

También en la dirección de colaboración con otras instituciones que tengan actividades en la misma tecnología, se ha establecido una línea conjunta de trabajo con la Universidad de Durham (Reino Unido) de cara al desarrollo del "figure sensor" del sistema DU-GALL, que verificará en tiempo real el estado del espejo deformable mediante una medida completamente independiente del lazo de control.

Se ha trabajado también en la adaptación de los desarrollos del presente Proyecto para cubrir las necesidades del instrumento EDIFISE, financiado

telescopios de microondas los cuales dispondrán en su plano focal un array de polarímetros con amplificadores con tecnología HEMPT de muy bajo nivel de ruidos enfriados a temperaturas de 20°K. Se instalará en el Observatorio del Teide (OT) y estará operativo en el cuarto trimestre de 2008. Se controlará de forma local desde el propio OT o remotamente desde la sede central del IAC, en La Laguna, o por Internet desde cualquier parte del mundo. Su principal objetivo es caracterizar a grandes escalas la polarización del FCM y otros procesos de emisión galáctica y extragaláctica en el rango entre 10 y 30 GHz. Estas medidas, que serán las más sensibles obtenidas para caracterizar la polarización de la emisión sincrotrón y anómala de nuestra Galaxia, complementarán a baja frecuencia y corregirán de contaminación galáctica las que obtenga el satélite Planck cuyo lanzamiento está previsto para octubre de 2008.

El experimento constará de dos fases. Una primera fase, ya financiada y en desarrollo, en la que se instalará el primer telescopio y su instrumento. Este instrumento será multi-frecuencia, con un total de 8 canales en cada una de las cuatro frecuencias 11, 13, 17 y 19 GHz, más dos canales de detección a 30 GHz. La segunda fase de QUIJOTE constará de un segundo telescopio equipado con 20 receptores a 30 GHz (40 canales). Este conjunto telescopio-instrumento ha sido concebido para alcanzar la sensibilidad necesaria para detectar una componente de ondas gravitacionales primordial si ésta tuviera una razón tensorial a escalar de 0.1. Dicha componente de ondas gravitatorias deja su impronta en el espectro de potencias de la polarización del FCM en forma de los denominados "modos-B". La detección de dichos modos-B con esa amplitud abriría un camino extraordinario para esclarecer la física de la época de inflación.

Para alcanzar esos objetivos científicos, los mapas finales del experimento cubrirán un área de unos 10,000 grados cuadrados, y alcanzarán un nivel de sensibilidad de 3-4 micro-K por haz tras un año de operación en el OT en las bajas frecuencias (11-19 GHz), y 1 micro-K por haz tras dos años de observación con el segundo instrumento en la frecuencia de 30 GHz.

Una medida tan precisa de polarización del Fondo Cósmico requiere una instrumentación novedosa en el campo de microondas. Por lo tanto en el IAC y dentro del Proyecto QUIJOTE se ha desarrollado un nuevo modulador polar que tiene prestaciones únicas en términos de aislamiento entre las dos polarizaciones ortogonales, pérdidas de inserción y ancho de banda. Su principio se deriva de la conocida "half-wave-plate" y por eso el modulador gira sobre un eje determinado. Su control de

posicionamiento y velocidad, así como su sistema de adquisición de datos, son fundamentales para su éxito como instrumento. Un reto de esta instrumentación es que pretende funcionar a temperaturas de 20°K (-253°C) lo que complica su control, sin embargo, el diseño está basado en una ingeniería conocida con lo que se espera completar e instalar toda la instrumentación en menos de un año.

Además del IAC, en el Proyecto QUIJOTE también participan el IFCA (Santander), el Departamento de Ingeniería de Comunicaciones (DICOM, Santander) y las universidades de Manchester y Cambridge (Reino Unido).

### **Algunos resultados relevantes**

*Abril:* Especificación general de la instalación telescópica.

*Junio:* Reunión de revisión del diseño preliminar del telescopio y del edificio.

*Septiembre:*  
Diseño preliminar del instrumento.  
Diseño conceptual de la electrónica del telescopio y del instrumento.

*Octubre:* Diseño detallado y planos de fabricación del edificio y cubierta móvil.

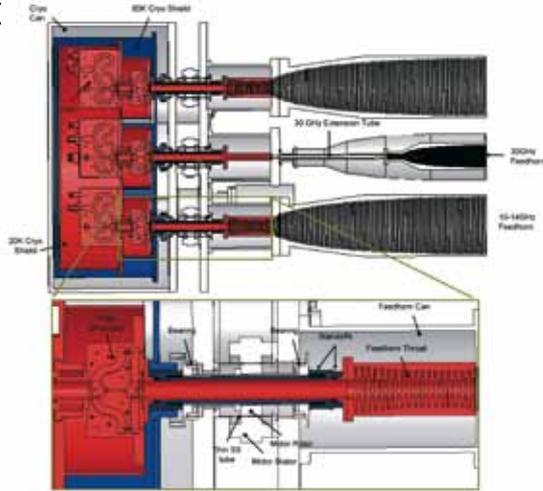
*Noviembre:*  
Revisión del diseño CDR del instrumento.  
Reunión de progreso en IDOM.

*Diciembre:*  
Diseño conceptual del telescopio.  
Diseño de arquitectura de comunicaciones del telescopio y de adquisición del instrumento.  
Definición de requisitos de software del sistema.

### **Evolución del Proyecto**

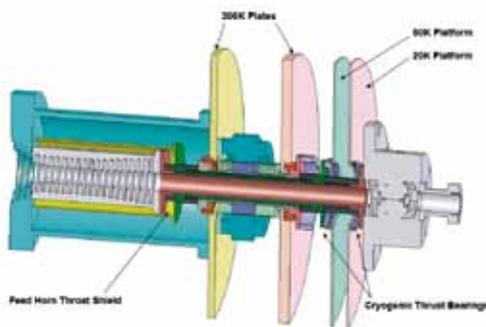
Se ha revisado el concepto de instrumento propuesto inicialmente. El nuevo diseño de polarímetro, más ambicioso que el que se proponía hace un año, es capaz de medir polarización, con una sola bocina, en dos frecuencias a partir de cuatro canales de detección. El diseño conceptual, ya finalizado, ha superado la fase de revisión crítica, si bien se pretende validar su diseño a partir de un prototipo cuyo desarrollo se encuentra en curso. La criticidad del calendario propuesto ha exigido asumir ciertos riesgos con lo que se ha decidido continuar con el diseño detallado. En la Figura 1 se muestra la unidad del plano focal del instrumento y un detalle del diseño del mecanismo

experiment) es un experimento liderado por el IAC, único para la medida de la polarización del Fondo Cósmico de Microondas (FCM) en el rango entre 10 y 30 GHz. QUIJOTE dispondrá de la tecnología más moderna en el campo del control y de la instrumentación de microondas. Consiste básicamente en una instalación telescópica con un



Arriba. Figura 1. FPU (Focal Plane Unit) del instrumento de QUIJOTE. En la foto se muestra el criostato con las etapas de 300, 80 y 20° K.

Abajo. Figura 2. Sección posterior de la bocina, mecanismo y modulador del polarímetro de QUIJOTE.



El diseño propuesto de telescopio consiste en un reflector con montura alt-acimutal de configuración óptica "Offset Gregorian Dragone", de 2,5 m de diámetro de primario y 2,0 m de secundario. Con la capacidad de movimiento ilimitado en el eje vertical y la limitación en el eje horizontal entre el cenit y el horizonte queda cubierto todo el campo celeste posible, con la única salvedad de la limitación que impone la altura del edificio que lo protege. El telescopio soportará los siguientes modos de operación: apuntado de un objeto celeste puntual; seguimiento de un objeto celeste puntual; barrido de un área del cielo para la observación de un objeto celeste no puntual; Ángulo de elevación fijo entre 70-90° y movimiento indefinido a velocidad angular constante inferior a 30 rpm en acimut. El telescopio estará formado por los siguientes componentes. el conjunto pedestal; la estructura soporte, formada por la horquilla y la barquilla; los

reflectores primario y secundario, con sus monturas y sistemas de alineación y el escudo de radiación electromagnética.

### Pedestal

Se trata de un elemento estructural de acero que proporciona el medio de sujeción con al cimentación. Se encuentra nervado para proporcionar la rigidez suficiente al resto de la estructura y define el eje vertical de rotación. Sobre su parte superior se soporta el rodamiento de acimut y sobre él gira ilimitadamente el resto de la estructura del telescopio. En su interior se aloja el motor y codificador de acimut que proporciona el giro sobre el eje vertical. El motor, a su vez, estará provisto de un sistema de freno, localizado en el interior del pedestal. Además de esto, dispone de una junta rotatoria eléctrica que permite el paso de la corriente necesaria para la alimentación de los sistemas eléctricos que se encuentran en la parte superior, una junta rotatoria hidráulica para su refrigeración y una junta rotatoria óptica que permite la transmisión de datos. La geometría del pedestal ha sido diseñada con el objetivo de facilitar el montaje y desmontaje de los elementos que se encuentran en su interior, así como su mantenimiento a lo largo de la vida útil del telescopio; dotándolos de total accesibilidad.

### Horquilla

La horquilla se encuentra apoyada sobre el pedestal y es el elemento estructural encargado de acoplar el giro vertical con el horizontal. Está fabricado de chapas de acero mecanosoldadas y tan sólo tiene permitido el giro sobre el eje vertical (sobre el rodamiento de acimut). A su vez, define el eje de rotación horizontal sobre el cual se gira la barquilla que se soporta los reflectores. La altura de la horquilla debe ser lo más pequeña posible. Un diseño compacto proporcionará una mayor rigidez y por lo tanto un mayor control sobre los desplazamientos globales de la estructura.

### Barquilla

La barquilla aloja a través de monturas isostáticas los reflectores (primario y secundario), el instrumento y el cuadro eléctrico. Tiene la posibilidad de girar respecto al eje horizontal sobre los rodamientos de elevación siendo ésta su interfaz con la horquilla. Debe ser lo suficientemente rígida como para ser capaz de mantener la posición relativa entre los reflectores y el instrumento, que introduce distorsiones en el frente de onda y en el enfoque y lo suficientemente liviana como para minimizar el efecto de la inercia. La montura del telescopio

estará equilibrada y tendrá capacidad de un ajuste fino manual mediante contrapesos. Durante su ensamblaje se procederá al alineamiento del telescopio mediante técnicas láser, corrigiendo la cadena de errores debida al montaje. Este hecho, sin embargo, no permitirá obviar el efecto de la gravedad sobre la estructura ya que a lo largo de su vida útil trabajará sobre diferentes posiciones, en función del ángulo de giro de la barquilla respecto al eje horizontal.

### Reflectores

Los reflectores son estructuras monolíticas de aluminio fundido que presentan una superficie mecanizada coincidente con la superficie óptica. Los reflectores primario de 2,3 m x 2,6 m y 200 kg y secundario de 2,0 m x 1,9 m y 130 kg definen el camino óptico hacia el instrumento. Su objetivo es focalizar las ondas electromagnéticas en el plano focal donde se encuentran las bocinas del instrumento para medir su polarización. Para ello se propone una estructura de nervios tipo ISOGRID para alcanzar una mayor rigidez (su primera frecuencia natural debe ser superior a 74 Hz). Su apoyo sobre la estructura soporte se realiza sobre tres puntos de unión de modo isostático, restringiendo tan sólo dos desplazamientos en cada apoyo y liberando los giros. De este modo se consigue que las deformaciones debidas a cargas térmicas, etc. no superen las tolerancias geométricas que gobiernan el correcto funcionamiento del telescopio.

### Escudo de radiación electromagnética

Para proteger los reflectores de las radiaciones ambientales, se dispondrá sobre la barquilla un escudo de protección electromagnética formada por chapas de acero galvanizado con forma troncocónica. Su forma aerodinámica reducirá el efecto de la carga de viento sobre el telescopio, pudiendo minimizar el par motor necesario. Sobre su interior se colocará material absorbente de la radiación de microondas, consiguiendo que la medida se realice tan sólo sobre los rayos que inciden directamente.

### Evolución del diseño

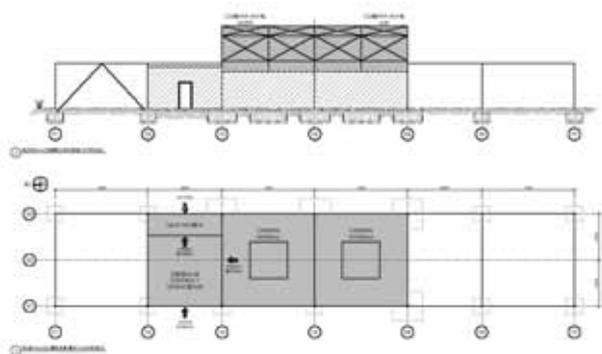
Han sido varias las alternativas que se han tenido en cuenta con el objetivo de encontrar el diseño óptimo, tratando de encontrar un equilibrio entre los siguientes factores: funcionalidad, bajo coste, capacidad de fabricación, facilidad de montaje, minimización de mantenimiento y sencillez. La Figura 3 muestra el estudio conceptual realizado

por Idom en el mes de junio, provisto de un sistema de giro en acimut servo controlado y de un sistema de elevación manual. Como respuesta a la nueva especificación, se desarrolló un diseño servo mecánico y servo controlado en los dos ejes de giro (acimut y elevación). Se introdujo el concepto de la horquilla que define el eje horizontal de giro. El diseño ha sido analizado estructuralmente por medio de un modelo de elementos finitos, siendo verificado frente a cargas gravitatorias, acciones de viento, cargas inerciales y de arranque. Las Figuras



Arriba. Figura 3. Diseño preliminar del telescopio de QUIJOTE.

Abajo. Figura 4. Diseño conceptual del telescopio de QUIJOTE.



la posición de observación. Con la separación existente entre raíles de 7,5 metros, es posible crear un espacio de 45 m<sup>2</sup> en cada uno de ellos. Dadas las necesidades de espacio para oficinas y operaciones por un lado y para salas técnicas por el otro, se plantea cerrar uno de esos vanos dando lugar a dos espacios: 35 m<sup>2</sup> para la sala de operaciones/oficina y 10 m<sup>2</sup> para la sala técnica. Las antenas serán amarradas a sendas zapatas dispuestas en el centro del vano de cada una de ellas. La Figura 5 muestra la distribución general del edificio en la configuración cerrada.

### Edificio y cubierta móvil

La solución adoptada consiste en dos cubiertas semicilíndricas móviles, de longitud 7,5 m, que se abren en la dirección norte-sur, alejándose lo necesario en la configuración abierta como para no interferir con la observación de las antenas. Estas dos cubiertas se abren y cierran guiadas en unos carriles dispuestos a una altura de unos 3,7 m. Estos raíles se encuentran separados entre sí 7,5 m, de manera que las antenas queden holgadamente alojadas entre ellos. Con esta configuración, se plantea desplazar las cubiertas 13,5 m a norte y sur respectivamente para dar lugar a la configuración abierta o de observación. De este modo, el edificio ocupará una superficie en planta de 7,5 x 42 m<sup>2</sup>. En la configuración cerrada, estas cubiertas se juntan cerrando un volumen bajo ellas, volumen en el cual se albergan las dos

antenas. Este volumen central cerrado se completa con las paredes verticales dispuestas alrededor de las antenas hasta la altura de 3,7 m de los raíles. Así, entre la posición abierta y cerrada de las cubiertas, aparecen sendos vanos de 6 m, que no tienen otra utilidad que alejar las cubiertas en

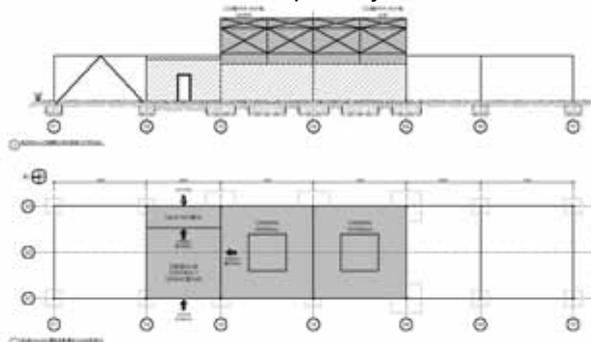


Figura 5. Alzado y planta del edificio y cubierta de QUIJOTE.

## OFICINA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN (OTRI)

### OFICINA DE PROYECTOS INSTITUCIONALES Y TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN (OTRI)

(7E0207, 7E0307, 7E0407, 7E0507, 7E0607, 7E0707, 7E1606, 7E2007, 7E3104, 7E4402, 7E3405, 7E3605, 7E3705, 7E3805, 7E3905)

J. Burgos, S. Jiménez, B. Peyró, J. Quintero, M. Regás, A. Sosa.

### Introducción

Las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI), repartidas por todo el territorio nacional, son unidades adscritas a universidades, centros públicos de investigación, centros de innovación y tecnología, fundaciones universidad-empresa, así como algunas asociaciones empresariales y similares. Estas oficinas fueron creadas por el Plan Nacional de I+D+i con objeto de lograr una mayor integración de los elementos del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Industria, y un mejor aprovechamiento de los recursos a disposición de la I+D y la Innovación. La OTRI del IAC viene desempeñando sus funciones desde 1989.

Durante los últimos años, esta Oficina ha pasado a desempeñar también un papel destacado en

relación con ciertos proyectos institucionales que el IAC mantiene con el entorno científico internacional para el desarrollo de grandes infraestructuras científicas, la potenciación de los Observatorios de Canarias, y en beneficio de una mayor coordinación de la comunidad astrofísica europea. En esta línea de trabajo cabe destacar durante el 2007, la participación del IAC en el proyecto OPTICON (Optical Infrared Coordination Network for Astronomy) y HELAS (European Helio and Asteroseismology Network), que se mencionan en apartado específico dentro de esta Memoria, así como el Proyecto "Mejora de las instalaciones del OT y ORM y acceso a las mismas" "Acciones complementarias de Infraestructuras», financiados por el Ministerio de Educación y Ciencia. Del mismo modo, durante el 2007 se envió a la Comisión Europea una propuesta para cofinanciar el Estudio de Diseño del *European Solar Telescope*. Esta propuesta, coordinada por el IAC, y participada por otras 28 instituciones europeas, se encuentra en fase de negociación al cierre de esta Memoria, por la cantidad de financiación de 3,2 M€ en un presupuesto de más de 6 M€.

Las distintas líneas de actuación y principales servicios que la OTRI presta de forma habitual a sus usuarios se muestra a continuación. Se destacan aquellos proyectos o líneas de trabajo que de manera especial se han gestionado durante el 2007 desde esta Oficina.

Tabla OTRI-1.doc

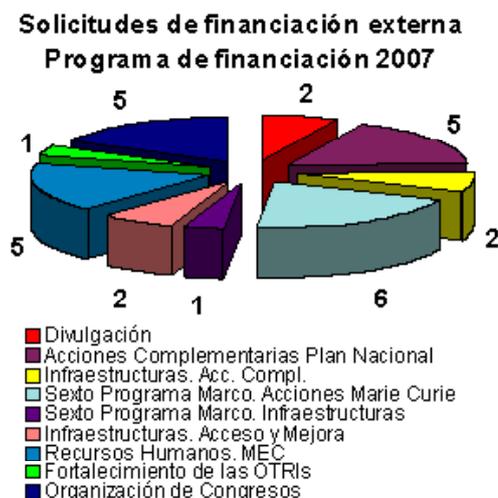
| Línea de actuación y tipo de servicio  | Actuaciones más relevantes a resaltar en 2007   |
|--|---|
| 1.- Financiación de la I+D+i. Información, asesoramiento y gestión   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Web de la OTRI del IAC. Información semanal</li> </ul>   |
| 2.- Actividad de I+D+i del IAC y sus capacidades tecnológicas. Información   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Memoria de Actividades de I+D+i. OCTI, Gobierno de Canarias</li> <li>Red Canaria de OTRI's</li> </ul>  |
| 3.- Proyectos de financiación externa. Gestión y coordinación de solicitudes   | <ul style="list-style-type: none"> <li>29 nuevas propuestas (5,6 M€ y participación en 5 redes europeas de formación de investigadores): 14 han sido ya concedidas (3,1 M€), 13 aún en proceso de evaluación y 1 denegada y 1 renunciada</li> <li>European Solar Telescope. Desing Study (3,2 M€)</li> </ul>  |
| 4.- Proyectos Institucionales:<br>- Proyectos de infraestructura científica y técnica:<br><br>- Actuaciones de carácter internacional:<br><br>- Desarrollos tecnológicos | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fondos FEDER de Infraestructura científica</li> <li>Programa Técnicos de Apoyo a Grandes Instalaciones. FSE</li> <li>Mejora y Acceso a los Observatorios de Canarias. MEC</li> <li>Línea de Media Tensión en el ORM</li> <li>Supercomputador</li> <li>OPTICON: Programa de Acceso Trans-nacional y Red "Coordination and Integration of ENO facilities"</li> <li>HELAS. Red de cooperación financiada por la Comisión Europea</li> <li>SOLAIRE</li> <li>ELT. Financiación PROFIT-MEC</li> <li>Foro Oportunidades Tecnológicas e Industriales en Astrofísica</li> </ul> |
| 5.- Transferencia de Tecnología  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Información y asesoramiento en materia de protección industrial</li> </ul>   |

Como viene ya siendo habitual, esta Oficina ofrece información y asesoramiento sobre las convocatorias regionales, nacionales e internacionales de apoyo a la I+D de mayor interés para el centro, y participa muy activamente en la elaboración de propuestas, y en el ulterior seguimiento y justificación de los proyectos aprobados, en estrecha colaboración con todas las Áreas del IAC. Este servicio se presta no sólo al personal propio del centro, sino también a usuarios externos, a través de las listas de distribución de información y de la página Web de la OTRI.

En el marco de esa colaboración con las distintas Áreas del IAC para la elaboración y presentación de proyectos, se apoyaron y gestionaron durante el 2007 un total de 29 nuevas propuestas, por una cuantía superior a los 5,6 M€, de las cuales, en el momento de redacción de esta Memoria, 14 han sido ya concedidas, por un total de 3,1 M€, 13 se

encuentran aún en proceso de evaluación, 1 ha sido denegada y 1 renunciada.

Gráfico I



| Programa de financiación al que se solicita la ayuda                       | Solicitudes presentadas | Solicitudes aprobadas | Solicitudes denegadas | Solicitudes en evaluación | Financiación aprobada hasta la fecha |
|--|-------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| 1. Divulgación C&T. MEC  | 2                       | 1                     | 0                     | 1                         | 32.000 €                             |
| 2. Acciones Complementarias. MEC   | 6                       | 1                     | 0                     | 5                         | 6.000 €                              |
| 3. Infraestructuras. Acc. Compl. MEC                                       | 2                       | 2                     | 0                     | 0                         | 950.787 €                            |
| 4. Infraestructuras. Mejora / Acceso. MEC                                  | 2                       | 2                     | 0                     | 0                         | 682.441 €                            |
| 5. Sexto Programa Marco de I+D. Acciones Marie Curie o programas similares | 6                       | 1                     | 0                     | 5                         | 2.000 €                              |
| 6. Sexto Programa Marco de I+D. Research Infrastructures                   | 1                       | 1                     | 0                     | 0                         | 461.773 €                            |
| 7. Recursos Humanos. MEC   | 5                       | 2                     | 1 + 1 (renunciado)    | 1                         | 957.000 €                            |
| 8. Congresos. Gobierno de Canarias y Universidad de La Laguna              | 4                       | 4                     | 0                     | 0                         | 43.200 €                             |
| 9. Fortalecimiento de las OTRI's   | 1                       | 0                     | 0                     | 1                         | 0 €                                  |
| <b>TOTAL</b>   | <b>29</b>               | <b>14</b>             | <b>2</b>              | <b>13</b>                 | <b>3.135.201 €</b>                   |

## Algunos resultados relevantes y actividades

Durante el año 2007, en el marco de estos servicios, la OTRI ha llevado a cabo actividades de muy diversa índole que se resumen y agrupan en seis grandes bloques:

### 1.- Proyectos de I+D de financiación externa. Información, asesoramiento y gestión 2.- Proyectos de Infraestructura científica y técnica en el IAC

#### 2.1. Fondos FEDER para infraestructura científica

La OTRI del IAC ha seguido gestionando y coordinando durante este año las ayudas aprobadas por el Ministerio de Educación y Ciencia para co-financiar con Fondos FEDER la ejecución de varios proyectos de infraestructura científica.

En relación con los proyectos financiados bajo la convocatoria FEDER 2004, para actuaciones dentro del periodo 2005-2007, dos de ellos de equipamiento y uno de construcción se procedió a realizar las justificaciones de gastos periódicas durante 2007.

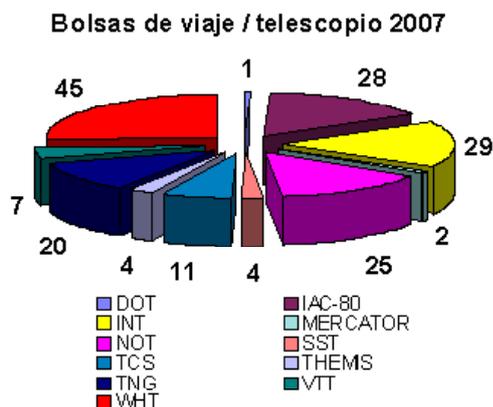
Estos son los proyectos a ejecutar en este nuevo periodo:

- Equipamiento para la integración de instrumentación astrofísica
- Mejora de las comunicaciones y ancho de banda entre los Observatorios y el IAC
- Ampliación del Área de Investigación y Biblioteca en la Sede Central del IAC

#### 2.2. Fondos FSE para grandes instalaciones científicas

Del mismo modo, durante el 2007, y hasta finales del 2007, sigue vigente el proyecto cofinanciado

Gráfico II



al 70% por el Ministerio de Educación y Ciencia (Fondo Social Europeo - FSE), por el que se contrató a tres técnicos de apoyo en relación con la operación de grandes instalaciones científicas: un astrónomo de soporte para el Observatorio, y dos ingenieros relacionados con los desarrollos tecnológicos para grandes telescopios (ELTs).

Durante el mes de octubre, el Ministerio de Educación y Ciencia llevó a cabo una visita de control rutinaria sobre tres proyectos del IAC financiados por el Fondo Social Europeo. La visita se desarrolló con normalidad y se aportó la documentación requerida.

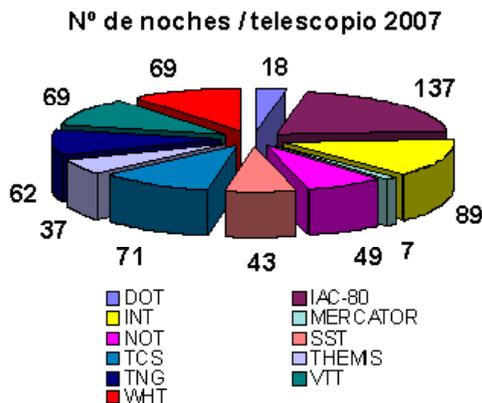
#### 2.3. Mejora y acceso a los Observatorios de Canarias

Desde finales del 2005 se gestiona desde la OTRI un programa de ayudas para costear los gastos de observación de los astrónomos que visitan las instalaciones telescópicas del ORM y del OT, y a los que se les ha concedido tiempo bajo CAT (Comité de Asignación de Tiempo). Del mismo modo, este programa, auspiciado por el Ministerio de Educación y Ciencia, financia de manera importante la mejora del equipamiento disponible en estos Observatorios.

En concreto, durante el 2007, se han podido abordar las siguientes mejoras de infraestructura gracias a este nuevo Proyecto:

- Filtros para instrumentación Astrofísica (OT)
- Detectores para instrumentos y telescopios: FastCam y Sensor de Frente de Ondas (OT)
- Dicroico para el telescopio TCS (OT)
- Sistema centralizado de almacenamiento de datos (OT)
- Sistema información meteorológica de calidad (OT)
- Simulador de Frente de Onda Óptica Adaptativa (ORM)

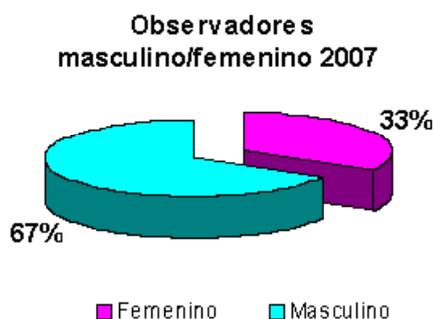
Gráfico III



- Monitor DIMM automático (OT)

Por su parte, un total de 178 astrónomos, principalmente de la comunidad astrofísica nacional (aunque también de Alemania, Bélgica, Canadá, EEUU, Finlandia, Francia, Hungría, Italia, Reino Unido, República Checa y México), se han beneficiado durante el 2007 de las bolsas de viaje que ha financiado este programa (2,5 veces más que durante 2006, con sólo 68 bolsas de viaje en aquel año). Estos astrónomos han podido así acceder a los telescopios de Canarias, una vez se les ha concedido tiempo bajo CAT, contando con una ayuda de hasta 300 € en concepto de viaje, y con todos los gastos de alojamiento y manutención cubiertos. Los siguientes gráficos, Gráficos II y III, muestran los telescopios a los que han accedido estos investigadores, así como el número de noches de observación concedidos.

Este programa de acceso hace especial hincapié en la importancia de facilitar el acceso a jóvenes observadores así como a nuevos observadores de estas instalaciones. Si bien se continúa recibiendo un elevado número de jóvenes investigadores, el porcentaje de observadores que acceden por primera vez a los Observatorios se ha reducido



#### 2.4. Supercomputador y Línea de Media Tensión para el ORM

A finales de noviembre de 2006, en el marco del Programa Nacional de Equipamiento e Infraestructuras del MEC, el IAC obtuvo también financiación para ejecutar un proyecto de mejora de la línea de media tensión en el ORM, con objeto de preparar este emplazamiento para la instalación de posibles telescopios futuros, así como para la instalación de un supercomputador con 512 procesadores, en el CALP, como nodo de la Red Española de Supercomputación. Durante el 2007 se ejecutó la instalación del supercomputador, y se llevó a cabo el proyecto básico para la mejora de la línea de media tensión en el ORM. Durante el 2008 se ejecutará dicho proyecto.

#### 2.5. Las infraestructuras europeas en ESFRI

El IAC, a través de la OTRI, sigue participando en todas aquellas iniciativas y actuaciones relativas a la actualización del Roadmap del "European Strategic Forum on Research Infrastructures".

### 3.- Organización y prestación de servicios desde la OTRI

La OTRI del IAC dedica todos los años una pequeña parte de su tiempo a evaluar y mejorar su sistema de gestión y atención al usuario para adaptarlo a las nuevas necesidades y actividades que se encomiendan a esta Oficina, y para tratar de ofrecer siempre un mejor servicio.

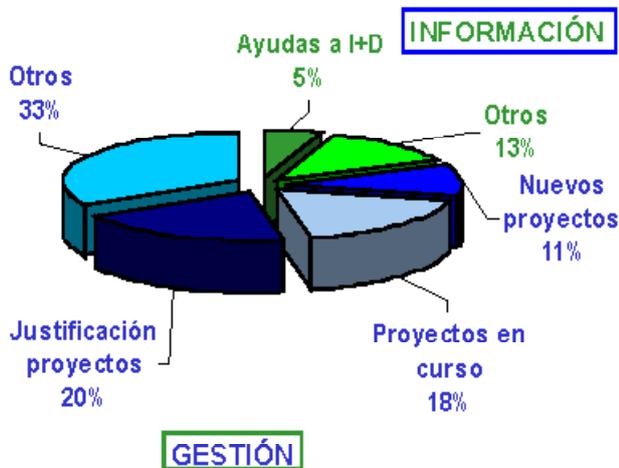
La informatización del procedimiento de tratamiento de consultas ha permitido, una vez más, optimizar el servicio, posibilitando la gestión de expedientes desde cualquier lugar con acceso a Internet, y permitiendo al usuario estar informado en todo momento sobre el estado de su consulta.

Durante el 2007 un total de 94 expedientes fueron resueltos a través de este sistema de atención al usuario. En la prestación de estos servicios, el 18% de las solicitudes de trabajo han sido relativas a información o asesoramiento (con resolución a muy corto plazo), mientras que el 82% han sido actividades de gestión y coordinación, más complejas. Esto mantiene la misma proporción en lo que respecta a resultados de años anteriores. Las actuaciones relativas a información se mantienen en un porcentaje limitado ya que la información sobre ayudas a la I+D se ofrece ya de forma muy estructurada, y son escasas las consultas individuales a este respecto, y a que la OTRI está reduciendo el volumen de información que se difunde sobre becas y ayudas de carácter individual.

Este programa de ayudas seguirá vigente hasta el 2008. Por otra parte, a finales del 2007 se realizó una nueva petición de fondos al Ministerio de Educación y Ciencia, para extender estas ayudas durante el 2009, y para proponer nuevas mejoras de equipamiento e infraestructura. La propuesta, para ambos Observatorios, resultó aprobada. Casi de 600.000 € se destinarán durante el 2008 y 2009 a financiar esas mejoras, y casi 85.000 € se destinarán también a financiar las observaciones (viajes, alojamiento y manutención) durante el 2009.

Gráfico V

Tipos de servicios prestados durante 2007



y mejora de aplicaciones como la Base de Datos de Proyectos del IAC, páginas Web interactivas para proyectos como "Acceso a los Observatorios de Canarias financiado por el MEC" ([www.iac.es/acceso](http://www.iac.es/acceso)), "Foro de Oportunidades Tecnológicas e Industriales en Astrofísica" ([www.otri.iac.es/foro](http://www.otri.iac.es/foro)), HELAS ([www.helas-eu.org](http://www.helas-eu.org)), Canarias Innova, etc.



El sistema invita al usuario a evaluar la calidad del servicio prestado. Durante el 2007, más de la mitad de dichos usuarios decidió así hacerlo (cifra similar a años anteriores). En el gráfico (Gráfico VI) se muestra el resultado de esas evaluaciones. Ningún expediente fue evaluado como no satisfactorio, o incluso como sólo satisfactorio.

Gráfico VI

Evaluación servicios OTRI 2007  
(Más del 50% de los expedientes evaluados)



La OTRI del IAC es responsable de la gestión y actualización de numerosas bases de datos, páginas de Internet y aplicaciones informáticas en general de interés para la actividad del centro. Durante el 2007 se ha procedido a la actualización

Asimismo, durante el 2008, se procederá a la migración de todas las páginas y bases de datos a JOOMLA.

Durante el 2007 se ha iniciado también un proceso global de mejora de los procedimientos y bases de datos que maneja la OTRI del IAC. Para ello, se ha propuesto poner en marcha la elaboración de un procedimiento integral que permita una coordinación y gestión adecuada de los recursos, humanos y materiales, que precisan los proyectos institucionales del IAC, así como su correcto seguimiento y justificación, en tiempo y forma, ante las entidades financiadoras.

Para la consecución de este fin, durante el año 2007 se han llevado a cabo las siguientes actividades:

- Se ha realizado una visita a la OTRI de la Fundación Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares Carlos III (CNIC), para estudiar el procedimiento que se lleva a cabo en ese centro para la Gestión Integral de Proyectos de Financiación de actividades de I+D+i, así como el proceso de implantación de la herramienta ERP en el CNIC.

- Se ha documentado y puesto en marcha un "Procedimiento de difusión de programas de apoyo a la I+D+i". De este modo se documenta el envío semanal de convocatorias de apoyo a la I+D+i, de interés para actividades de investigación y desarrollo tecnológico en astrofísica y áreas afines, con especial atención a proyectos de I+D, infraestructuras científicas y tecnológicas, Recursos Humanos y otras acciones como ayudas para divulgación, organización de congresos y acciones complementarias.

#### 4.- Actuaciones de la OTRI de carácter internacional

Durante el 2007 cabe destacar las siguientes actividades de carácter internacional coordinadas desde la OTRI del IAC o en las que se ha participado muy activamente.

##### 4.1. Programa Marco Europeo de apoyo a la I+D y grandes infraestructuras científicas

La OTRI coordina la presentación de propuestas de financiación a las distintas convocatorias del Programa Marco Europeo de apoyo a la investigación, y gestiona además aquellos proyectos aprobados en los que el IAC participa con carácter institucional. Entre ellos destacan:

**OPTICON** (Optical Infrared Co-ordination Network). Durante el 2007 se ha continuado con la coordinación y gestión de la participación del IAC en OPTICON, proyecto firmado por 47 entidades que representan a casi un centenar de instituciones de 17 países y tres organismos internacionales. Se dedica un apartado especial de la Memoria del IAC a este Proyecto.

**HELAS** (European Helio-and Asteroseismology Network). Esta Red de Coordinación cuenta con un presupuesto de 2,3 M€, y participan en ella 10 instituciones europeas. El IAC coordina uno de los paquetes de trabajo de esta Red (HELAS Forum) que tiene como objetivo animar, proporcionar y apoyar las herramientas, actividades e iniciativas en el campo de la Helio y Asteroseismología dentro de la comunidad científica europea, así como las sinergias existentes dentro

solicitar cofinanciación para el Estudio de Diseño Conceptual del **European Solar Telescope**. El IAC es el coordinador de esta propuesta, que fue evaluada favorablemente y en fase de negociación al cierre de esta Memoria. El Proyecto, de tres años de duración, con un presupuesto de más de 6 M€ de euros, 28 entidades europeas (14 de ellas empresas), y una financiación comunitaria de 3,2 M€, comenzará el 1 de febrero de 2008.

##### 4.2. Red European Northern Observatory (ENONet)

Durante el 2007 la OTRI del IAC sigue actuando como la Oficina Ejecutiva de la red EUROPEAN NORTHERN OBSERVATORY, constituida a finales del 2002 por seis de las instituciones europeas con instalaciones en los observatorios de Canarias.

Buena parte de las actividades de interés común por parte de estas instituciones se están desarrollando en el marco del Proyecto OPTICON financiado por la Comisión Europea, y así está previsto por un espacio de cinco años (Ver apartado en esta Memoria sobre OPTICON).

##### 4.3. Representación nacional en Comités relacionados con los Programas Marco de I+D

Un año más A. Sosa continúa como representante del IAC en el grupo de trabajo nacional de la Red OTRI para el seguimiento del Séptimo Programa Marco (7PM), que tiene como principal objetivo coordinar las estrategias de Universidades y OPI's con vistas a la participación en el 7PM así como favorecer el intercambio de buenas prácticas en la redacción de propuestas y gestión de proyectos europeos. Entre las diversas acciones acometidas en 2007, cabe destacar la elaboración de una guía para la gestión de costes en el 7PM así como la organización de un curso práctico sobre gestión económica en la Universidad de Islas Baleares (octubre 2007).

#### 5. Actividades de divulgación científica y tecnológica

En el mes de febrero, el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) organizó, con la colaboración del IAC, el II Foro Empresarial "Oportunidades Tecnológicas e Industriales en Astrofísica"; esta vez centrado el European Extremely Large Telescope E-ELT.

Un número relevante de empresas españolas con experiencia previa en desarrollos tecnológicos para Astrofísica, asistieron a esta jornada en Madrid, con objeto de impulsar su participación y la de centros de investigación como el IAC en



Para lograr este objetivo, HELAS Forum ha desarrollado un interesante portal de Internet ([www.helas-eu.org](http://www.helas-eu.org)), así como un servicio (HELAS Newsletter) de envío automático de noticias y convocatorias a todos los usuarios registrados (más de un centenar de usuarios de 16 países durante el 2007).

Además, desde HELAS Forum se participa activamente con el resto de paquetes de trabajo en la organización de reuniones internacionales, con objeto de que se posibiliten los mejores resultados para estos encuentros, facilitando además la participación de investigadores senior y jóvenes científicos. En este sentido, HELAS Forum ha apoyado las siguientes actividades durante el 2007:

- "First AsteroFLAG Workshop". Berna, Suiza, enero.
- "HELAS NA3-2 Workshop: low degree and low frequency modes", La Palma, septiembre. Organizado totalmente por el HELAS Forum, destaca el impacto que tuvo en prensa escrita este Workshop, con una decena de artículos en prensa local, nacional e internacional.
- "First KASC Workshop", París, Francia, octubre. KASC (Kepler Asteroseismic Science Consortium) es un consorcio formado por investigadores internacionales dedicado al análisis de las observaciones astrosísmicas que llevará a cabo la Misión Kepler, seleccionada por la NASA en 2001, y cuyo lanzamiento está previsto para finales de 2008.

Con el propósito de poder llegar a una comunidad más amplia, el grupo de trabajo de HELAS Forum publicó también un artículo en *Communications in Asteroseismology* titulado: "HELAS IT-platform: A new tool for the European Helio- and Asteroseismology Community", que describe las herramientas del portal, además de informar sobre los trámites para solicitar apoyo económico.

**SOLAIRE** (Solar Atmospheric and Interplanetary Research). Se trata de la primera Red de formación liderada por el IAC en todos los Programas Marco. Con un total de 13 socios europeos, y un presupuesto total de unos 3,4 M€ (423 k€ IAC), contempla la contratación de 10 postdocs en los distintos nodos y de otros 10 doctorandos. La red comenzó de forma efectiva el 1 de junio de 2007, por un periodo de 48 meses. Desde la OTRI del IAC se lleva a cabo la gestión de esta Red bajo la supervisión del Coordinador de la misma, Prof. F. Moreno-Insartis. La primera reunión conjunta de esta Red se celebró en la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica), 17-19 de diciembre. Otros proyectos de carácter internacional, en los

que participa el IAC, y a los que se les presta apoyo desde la OTRI son:

**ELT DESIGN STUDY** (Technology development programme towards a European Extremely Large Telescope). El contrato, iniciado en el 2005, involucra a 30 entidades, siete de ellas españolas, con una participación equivalente a 31,5 M€, para lo que se cuenta con 8 M€ como financiación. La participación del IAC es de casi 2,5 M€ con 437.000 € de subvención. El Proyecto, de cuatro años de duración, comprende el estudio de los conocimientos y tecnologías necesarios para el diseño y construcción de un gran telescopio europeo (óptico e infrarrojo) de clase 50-100 m. Durante el 2007 se llevó a cabo la justificación de la ayuda adicional concedida a los participantes españoles por el Ministerio de Educación y Ciencia bajo el Programa de Fomento de la Investigación Técnica.

**ARENA** (Antartic European Optical Infrared Astronomical Observatory). En abril de 2006 se produjo la firma formal de este contrato con la Comisión Europea, aunque su fecha efectiva de comienzo es enero de ese mismo año. Esta Red de Coordinación, con 21 socios europeos, liderada por el CNRS (Francia), y una duración de 36 meses, cuenta con un presupuesto total de 1,3 M€.



**CONSTELLATION** (The Origin of Stellar Masses). Red de formación liderada por la Universidad de Exeter (Reino Unido) y participada por 11 socios europeos más. El presupuesto total es de unos 3,4 M€, con la contratación en el IAC de

un postdoc para dos años, y de un doctorando para 3 años. La participación del IAC se estima en una financiación de unos 340 k€.

En relación con el resto de proyectos en curso, financiados bajo el programa Marie Curie del Sexto Programa Marco, se continúa con el apoyo a los investigadores del IAC para cumplir con los compromisos adquiridos (justificaciones periódicas, etc.).

El 2007 ha sido también el primer año de las convocatorias del Séptimo Programa Marco de apoyo a la I+D+i (2007-2013). Cabe destacar el envío de la propuesta al Programa de Infraestructuras (CAPACIDADES), con objeto de

las oportunidades tecnológicas e industriales asociadas al E-ELT. Durante esta jornada se expusieron las líneas generales de este proyecto de desarrollo tecnológico en Astrofísica y se puso de manifiesto el gran interés por parte del CDTI y del IAC en servir de puente para toda la industria española en este mercado internacional.

La OTRI del IAC está ofreciendo ya sus servicios de apoyo a algunas de estas empresas. Se prevén nuevas acciones conjuntas con estas empresas, con objeto de que se materialicen acuerdos de colaboración y nuevos proyectos, tanto de transferencia de tecnología como realización de estudios de posicionamiento tecnológico.

Asimismo, a finales de 2007 se ha iniciado un nuevo proyecto con objeto de estudiar las implicaciones tecnológicas, industriales, sociales y económicas que resultarían de la construcción y operación del E-ELT en el ORM. Este estudio está cofinanciado por el Ministerio de Educación y Ciencia, y participan el CDTI, el ITC y la Universidad Autónoma de Barcelona. Los resultados de este estudio serán presentados a la Red de Infraestructuras de Astronomía.

Por otra parte, durante el 2007 se participó muy activamente desde la OTRI en la preparación del Plan de Viabilidad del Centro Tecnológico ligado al IAC que está en estudio. Durante el 2008 se llevará a cabo el desarrollo del Plan de Negocio, consistente en una identificación y definición detallada del Estudio de Mercado, producto y clientes asociados a este centro, el estudio sobre la estructura organizativa más conveniente, su plan tecnológico y plan económico-financiero.

**F. Garzón, J.J. Díaz García, J.L. Rasilla y M. Insausti.**

### **Acceso Trans-nacional**

**J. Burgos, A. Sosa y B. Peyró.**

Participan en OPTICON 47 instituciones europeas de 17 países y 3 organismos internacionales, representando a 70 centros de investigación y empresas.



### **Introducción**

La Red de Coordinación para la Astrofísica Óptica e Infrarroja (OPTICON) es una Iniciativa Integrada de Infraestructuras (I3) financiada bajo el VI Programa Marco de apoyo a la I+D+i de la Comisión Europea, para el periodo 2004–2008 (60 meses), que persigue la coordinación de esta comunidad científica europea y la optimización de las infraestructuras disponibles, incluyendo la Física solar, Astronomía óptica, infrarroja, microondas y física de altas energías.

Este Proyecto está coordinado por la Universidad de Cambridge (Reino Unido) y engloba una serie de actividades agrupadas en tres grandes bloques: el "Programa de Acceso Transnacional" a 22 telescopios europeos, 6 "Redes de Coordinación" y 6 "Proyectos de Desarrollo Tecnológico". El contrato firmado con la Comisión Europea refleja un presupuesto total de casi 26,5 M€, con una financiación comunitaria de 19,2 M€.

#### *"Programa de Acceso Transnacional" (5,5 M€)*

Bajo este programa, gestionado directamente desde la OTRI del IAC, se proporcionan más de 1.200 periodos de observación en 22 telescopios europeos repartidos por todo el mundo (10 de ellos en Canarias). La comunidad astrofísica europea puede acceder a este programa bajo los Comités habituales de Asignación de Tiempo. En caso de que se conceda tiempo de observación, teniendo en cuenta méritos científicos, viabilidad y criterios de elegibilidad, se recibe apoyo científico, técnico y logístico para llevar a cabo el proyecto, al igual que financiación para los gastos de desplazamiento y manutención durante las observaciones.

Los 22 telescopios que ofrecen tiempo bajo OPTICON son los siguientes. Se marcan en **negrita** los situados en Canarias.

**OPTICON – OPTICAL INFRARED COORDINATION NETWORK FOR ASTRONOMY (7E1404, 7E1604, 7E1704, 7E1804, 7E1904, 7E2004, 7E2504, 7E2805)**

**Redes de Coordinación**

**J. Burgos, A. Sosa, B. Peyró, C. Muñoz-Tuñón, T. Varela, P.L. Pallé, R. Rebolo, C. Martín Díaz, B. García, P. Bonet Márquez, J.C. Pérez Arencibia y M. Serra Ricart.**

**Proyectos de I+D**

*"Proyectos de Desarrollo Tecnológico" (17,5 M€)*

Seis grandes proyectos encaminados al desarrollo de tecnologías para Astrofísica e instrumentación. El IAC participa en tres de estos grandes proyectos: "Detectores rápidos en el óptico para Óptica Adaptativa", "Planos Focales Inteligentes" y "Desarrollo de VPHGs" (Volume Phase Holographic Gratings). Se proporciona información detallada de esta participación en apartados específicos de esta Memoria.

| Telescopios nocturnos                   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| Telescopios nocturnos                   | Localización                                       | Telescopios nocturnos                         | Localización  |
| AAT, Anglo-Australian Telescope, 3,9 m  | Siding Spring Mountain, New South Wales, Australia | UKST, United Kingdom Schmidt Telescope, 1,2 m | New South Wales, Australia                                |
| ESO 3,6 m, ESO 3,5 m NTT, MPG/ESO 2,2 m | La Silla, Chile                                    | CFHT, Canada France Hawaii Telescope, 3, 6 m  | Mauna Kea, Hawai, EEUU                                    |
| CAHA 3,5 m, CAHA 2,2 m                  | Centro Astronómico Hispano Alemán, Almería, España | UK Infrared Telescope                         | Mauna Kea Observatory, Hilo, Hawai, EEUU                  |
| WHT, William Herschel Telescope 4,2 m   | ORM. Canarias, España                              | INT, Isaac Newton Telescope 2,5 m             | ORM. Canarias, España                                     |
| TNG, Telescopio Nazionale Galileo 3,5 m | ORM. Canarias, España                              | NOT, Nordic Optical Telescope 2,5 m           | ORM. Canarias, España                                     |
| TCS, Telescopio Carlos Sánchez 1,5 m    | OT. Canarias, España                               | LT, Liverpool Telescope                       | ORM. Canarias, España                                     |
| OHP, Observatoire Haute Provence 1,93 m | Saint-Michel l'Observatoire, Francia               | TBL, Telescope Bernard Lyot, 2,03 m           | Observatoire du Pic du Midi, Bagnères de Bigorre, Francia |
| Aristarcos 2,3 m                        | Observatory of Helmos, Kalavryta, Grecia           |   |   |

| Telescopios solares             |                       |                             |                       |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Telescopios solares             | Localización          | Telescopios solares         | Localización          |
| THEMIS                          | OT. Canarias, España  | VTT, Vacuum Tower Telescope | OT. Canarias, España  |
| SST, Swedish 1m Solar Telescope | ORM. Canarias, España | DOT, Dutch Open Telescope   | ORM. Canarias, España |

*"Redes de Coordinación" (3,5 M€)*

Se trata de 6 redes, participadas en mayor o menor medida por todas las entidades involucradas en OPTICON. El IAC, a través de la OTRI, lidera la actividad que lleva por título "Coordinación e Integración de las instalaciones en el Observatorio Norte Europeo". Con un presupuesto de 600,000€, esta red propone una serie de actividades y grupos de trabajo encaminados a impulsar y fortalecer la cooperación de las instituciones presentes en los Observatorios de Canarias. Entre las actividades a llevar a cabo destaca el desarrollo de un sistema para el control del tráfico del láser en el ORM, la caracterización de los cielos de los Observatorios, un portal Web para la Física solar y acciones de divulgación científica.

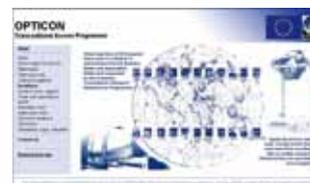
Por otra parte, la gestión y promoción del Programa de Acceso Transnacional, que desarrolla la OTRI del IAC, se coordina bajo la red de coordinación "Foro de Directores de Telescopios".

**Algunos resultados relevantes y actividades**

Durante el año 2007, en el marco de esos tres grandes bloques, la OTRI ha llevado a cabo las siguientes actividades:

**Programa de Acceso Trans-nacional**

La gestión de este programa de acceso se realiza mayoritariamente de forma telemática. Así, una versátil base de datos y su complementaria página Web sirven de plataforma tanto para los internautas que buscan información del programa, como para los operadores de telescopios, los astrónomos con bolsas de viaje concedidas y el propio personal de la Oficina de Acceso. Todos estos usuarios acceden al mismo sistema, aunque con perfiles de acceso distintos. [www.otri.iac.es/opticon/](http://www.otri.iac.es/opticon/)



Durante el 2007 la OTRI del IAC ha continuado con su labor de difusión por toda Europa mediante envío de anuncios de oportunidad a más de 300 instituciones europeas. Los 22 telescopios involucrados han realizado también actividades de promoción a través de sus respectivos Webs y encuentros científicos.

Transcurridos ya cuatro años desde el comienzo de esta iniciativa, El Programa de Acceso se ha consolidado como el principal instrumento que facilita el acceso transnacional a más de una veintena de telescopios en todo el mundo. Prueba de ello es el elevado número de solicitudes recibidas cada año, que frente a los recursos disponibles, ha obligado a restringir el número de beneficiarios, con objeto de poder mantener el programa activo hasta finales del 2008, coincidente con la finalización del contrato con la Comisión Europea.

Durante el 2007 se concedió tiempo de observación bajo OPTICON a 55 nuevos proyectos, por un total de 296,6 unidades de observación (días/noches/horas según telescopio).

322 usuarios de 30 países se han beneficiado de este Programa de Acceso en el 2007, para los que se han concedido 58 bolsas de viaje. Más del 53% de los observadores financiados visitaban por primera vez la instalación y aproximadamente un 31% han sido doctorandos.

Se ofrecen algunas gráficas sobre las estadísticas más relevantes en relación con el acceso proporcionado para el periodo 2004-2007.

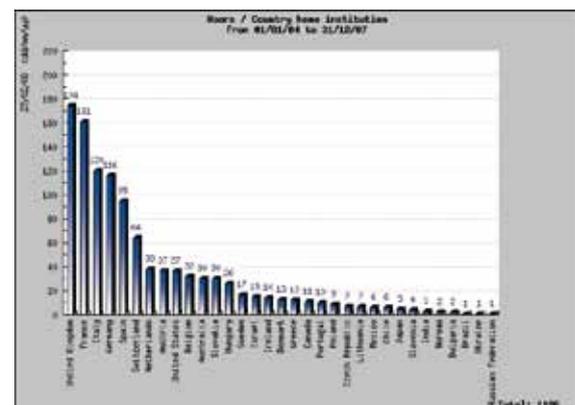
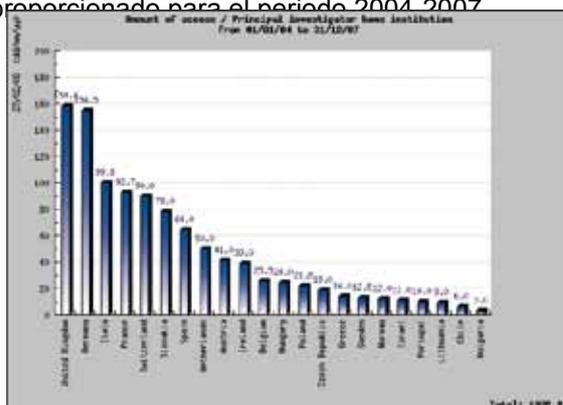
## Redes de Coordinación

Como se indica en la Introducción, el IAC, al igual que el resto de socios del Proyecto OPTICON, participa en mayor o menor medida en las actividades de coordinación. Destacamos aquí sólo su participación en la actividad «Coordinación e Integración de las instalaciones en el Observatorio Norte Europeo», ya que el IAC es el responsable de esta Red.

### Coordinación e Integración de las instalaciones en ENO

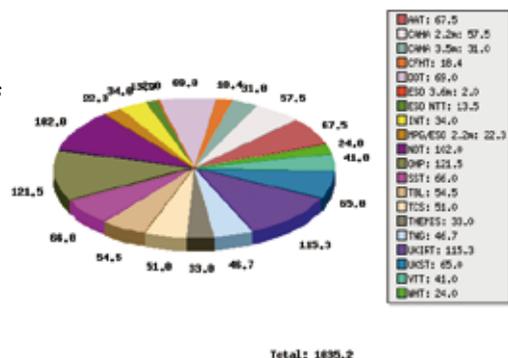
La actividad realizada en el marco de esta red se organiza en cinco paquetes de trabajo bien diferenciados, destacándose las siguientes acciones durante 2007:

- Reuniones de coordinación de ENO. El grupo de trabajo se reunió en el mes de diciembre coincidiendo con la reunión del Comité Científico Internacional. Se realizó un balance de actividad de los últimos cuatro años perfilando un último plan de trabajo para 2008, con especial énfasis en actuaciones para la Caracterización de los Observatorios, no sólo en 2008 sino con vistas a la creación de una nueva red de intercambio de buenas prácticas en «Caracterización de Observatorios». De este modo, se presentó una propuesta que ha sido respaldada por una decena de instituciones, no sólo en Canarias sino de diferentes puntos de Europa, incluyéndose dentro de la nueva propuesta de OPTICON que se presentará en 2008 al Programa Marco FP7.



Arriba. Izquierda: Cantidad de acceso en relación con la institución de origen del investigador principal. Derecha: Número de usuarios beneficiados por el acceso proporcionado. Miembros de los grupos con tiempo de observación financiado bajo OPTICON). Cifras 2004 - 2007.

Derecha: Número de días/noches de telescopio bajo OPTICON (total 1.035,2) 2004 - 2007. En el caso de UKIRT las unidades corresponden a horas de telescopio y no a días/noches.



Total: 1895,2

La OTRI del IAC ha llevado también a cabo otras actividades de seguimiento y evaluación dentro de sus funciones como Oficina del Programa de Acceso durante el 2007. Destacan en este sentido la participación en el Foro de Directores de Telescopios de OPTICON (octubre, Atenas, Grecia) así como en el "Mid-Term Review meeting" de OPTICON organizado por la Comisión Europea (septiembre, Corfú, Grecia). Asimismo, se ha continuado con la realización de estudios detallados sobre el impacto del programa OPTICON (colaboraciones internacionales, tasa de petición/concesión bajo OPTICON, liderazgo, etc.) y una encuesta sobre el propio programa llevada a cabo entre los astrónomos de la Comunidad Europea.

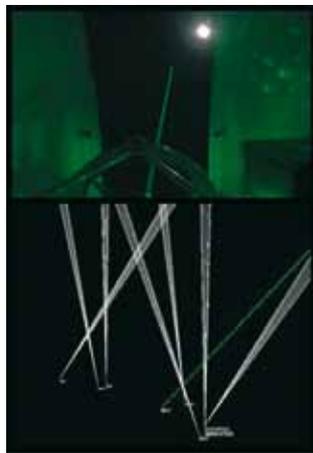


VII reunión de coordinación de ENO-NA2 (La Palma).

El SUCOSIP se reunió en Madrid en el mes de noviembre, donde se comentaron, entre otras acciones, la elaboración de informe de medidas nocturnas de seeing con DIMMs, un informe anual de medidas de extinción y polvo, así como la participación en foros de discusión sobre la selección de emplazamientos para telescopios extremadamente grandes.

Asimismo, se ha actualizado el portal Web dedicado a la gestión de datos meteorológicos de los observatorios, que se potenciará mediante la coordinación de las estaciones de trabajo allí presentes.

Diversas colaboraciones bilaterales entre el grupo de calidad del cielo del IAC y colegas de las instituciones presentes en ambos Observatorios están propiciando una mejor y más completa caracterización de los mismos.



Arriba: Laser en el telescopio WHT (Proyecto GLAS). Abajo: LTCS 3D.

Por último, resaltar que tanto el ORM como el OT cuentan ya entre sus instalaciones con sendos DIMMA

- Desarrollo de un Sistema de Control de Tráfico de Láser (LTCS) en el ORM. La actividad de este paquete de trabajo ha finalizado con éxito en 2007. Así, el LTCS ha sido instalado y ya se encuentra operativo en el telescopio WHT. Este novedoso sistema se ha testeado con los telescopios WHT e INT, tanto de día como de noche, siendo en este último caso, en colaboración con las noches de comisión del Proyecto GLAS. En los tests realizados en colaboración con MAGIC se ha puesto de manifiesto que la observación con láser en telescopios del ORM puede interferir en las observaciones de otros telescopios por lo que gracias al LTCS, se ha solventado esta dificultad de operación.

Con una completa caracterización geográfica del ORM (Modelo 3D del Observatorio) y la realización de los diversos estudios requeridos para la instalación del LTCS (especificaciones del hardware y software) se concluyó el desarrollo a finales de 2007. La versatilidad de este novedoso sistema permitirá el máximo control existente sobre el Tráfico de Láser en Observatorios Astronómicos. - Caracterización de los Observatorios de Canarias. Esta actividad se lleva a cabo en el marco del SUCOSIP; subcomité del Comité Científico Internacional. La actividad realizada por este grupo está detallada en esta Memoria en otro apartado. Consta básicamente de 5 líneas de trabajo que engloban la actividad que compete al SUCOSIP.



DIMMA instalado en el ORM.

operativos.

- Desarrollo de un sistema de información conjunta (JIS) para la Comunidad Europea de Física Solar. Fruto de la coordinación de la Universidad de Graz (IGAM, Austria), y la colaboración del Kiepenheuer-Institut für Sonnenphysik (KIS, Alemania) y el IAC, esta herramienta informática permite el intercambio de información sobre investigadores y proyectos de la comunidad solar europea. En 2007, el esfuerzo se ha concentrado en el mantenimiento, actualización



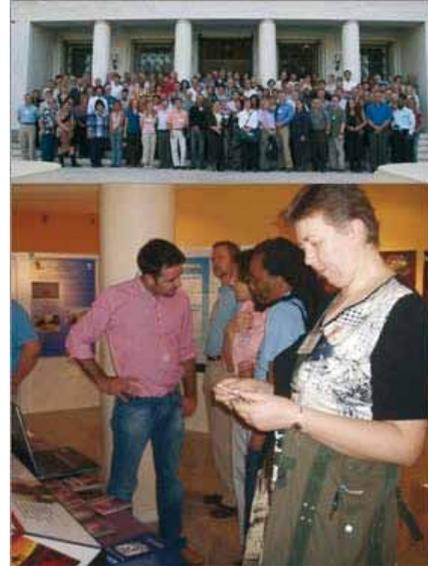
y promoción de esta nueva herramienta que se ha difundido a través de diversas organizaciones internacionales como JOSO, EAS y EPS. Más información en: [www.solarjis.com](http://www.solarjis.com)

- Promoción de los Observatorios (ORM y OT) al público general. El grupo de trabajo se reunió en el mes de marzo, organizó la participación en la Conferencia Starlight 2007 y se definieron las principales actuaciones a desarrollar en 2007. Entre éstas, cabe destacar la participación en la organización de las Jornadas de Puertas Abiertas en el OT y ORM, la producción de 16 audiovisuales cortos de las instalaciones telescópicas de los Observatorios, la organización de visitas temáticas a los Observatorios, la distribución del DVD genérico sobre los Observatorios Astrofísicos de Canarias así como sobre el viento solar, la actualización de contenidos en la Web de divulgación de este grupo de trabajo ([www.eno.iac.es](http://www.eno.iac.es)), la publicación de la revista informativa *astroNewsletter* con la colaboración de las instituciones usuarias de los Observatorios y la participación en la Conferencia Internacional Communicating Astronomy with the Public (CAP2007) en octubre (Atenas, Grecia).

Asimismo, se ha elaborado un plan de trabajo complementario con objeto de lograr un mayor impacto en colectivos de interés prioritario

mediante la impartición de charlas y organización de actividades de divulgación. Para ello el grupo cuenta con el apoyo del Ministerio de Educación y Ciencia.

A finales de 2007 se perfiló el plan de trabajo para 2008 con actuaciones encaminadas a la realización



*Participación del grupo en la Conferencia internacional CAP 2007 (Atenas, Grecia).*



*Publicación online disponible a través de la Web: [www.eno.iac.es](http://www.eno.iac.es)*

# ÁREA DE ENSEÑANZA

Corresponde al Área de Enseñanza organizar y coordinar las actividades del Instituto para la difusión de los conocimientos astronómicos, la colaboración con la enseñanza universitaria especializada en Física y Astronomía y la formación y capacitación de personal científico y técnico en todos los campos relacionados con la Astrofísica. La formación de nuevos doctores en Astrofísica es uno de los cometidos fundamentales del Área. El Área de Enseñanza organiza, en particular, el programa de Becas de Formación de Doctores en Astrofísica (Residentes, Becas en el Extranjero y centro de formación «Marie Curie»), la «Canary Islands Winter School of Astrophysics» - este año se organizó la XIX edición - y el programa de Becas de Verano de Iniciación a la Investigación Astrofísica.

El IAC también participa en los estudios de postgrado (Master, doctorado) que han obtenido la Mención de Calidad del Ministerio de Educación y Ciencia.

Por otra parte el IAC, junto al Departamento de Astrofísica y en colaboración con los de Geología y Edafología de la Universidad de La Laguna imparte el curso titulado «Exobiología» dentro del Programa Interdepartamental de Doctorado «*Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente*».

Dentro de la actividad docente correspondiente a 2007 se impartieron los cursos de doctorado y los seminarios que se relacionan a continuación:

## CURSOS DE DOCTORADO

### Cursos impartidos dentro del Master de Astrofísica

#### - Primer Cuatrimestre: I Curso:

"Comunicación de Resultados Científicos y Dinámica de la Astronomía"  
Drs. I.L. Rodríguez Hidalgo (IAC-ULL) y C. del Puerto Varela (IAC)

"Relatividad General"  
Dr. E. Mediavilla Gradolph (IAC-ULL)

"Mecánica de fluidos"  
Dr. F.J. Pérez Hernández (IAC-ULL)

"Métodos de cálculo en Astrofísica"  
Drs. F.J. Pérez Hernández y C. Régulo Rodríguez (IAC-ULL)

"Técnicas de Fotometría Estelar"  
Dr. F. Garzón López (ULL)

#### - Segundo Cuatrimestre: II Curso:

"Nebulosas ionizadas"  
Prof. A. Herrero Davó (IAC-ULL)

"Poblaciones estelares"  
Dr. A. Aparicio Juan (IAC-ULL)

"Técnicas avanzadas de programación"

Dr. M.A. de Vicente Garrido (IAC)

"Física del Plasma"  
Dr. B. Ruiz Cobo (IAC-ULL)

"Diseño y calibración de Instrumentación Astrofísica"  
Drs. R. García López, M. Collados Vera (IAC-ULL) y B. García Lorenzo (IAC)

"Radioastronomía"  
Drs. J. Martí Ribas (Univ. de Jaén) y J.A. Rubiño Martín (IAC)

"Instrumentación Astrofísica avanzada"  
Drs. F. Garzón López (IAC-ULL) y P. L. Hammersley (IAC)

"Nuevas fronteras en Cosmología"  
Drs. J. González de Buitrago Díaz; J.E. Betancort Rijo (IAC-ULL) y F. Atrio Barandela (Univ. de Salamanca)

"Física Estelar avanzada"  
Dr. C. Lázaro Hernádo (IAC-ULL)

"Magnetismo y polarización en Astrofísica"  
Drs. J. Trujillo Bueno (IAC-CSIC) y R. Manso Sainz (IAC)

"Técnicas de simulación numéricas"  
Profs. F. Moreno-Insertis (IAC-ULL) y J.M. Ibáñez Cabanell (Univ. de Valencia)  
"Exoplanetas y Exobiología"

Dra. Paula Coelho (Max-Planck Inst. für Astrophysik, Alemania – Inst. de Astronomía, Geofísica e Ciencias Atmosféricas de la Univ. de Sao Paulo, Brasil)  
3 de mayo

Seminario especial "Astrophotography: Image Processing"  
Sr. Nik Szymanek (CCLAND, Reino Unido)  
8 de mayo

"The long bar in the Milky Way"  
Dr. Antonio Cabrera Lavers (GTC-CALP)  
10 de mayo

"Miles de estrellas para las Estrellas de Miles"  
Sr. D. José L. Cervantes Rodríguez (IAC)  
15 de mayo

"FRIDA: El primer instrumento de Óptica Adaptativa para GTC: ciencia y desafíos técnicos"  
Sr. D. Francisco J. Fuentes Gandía (IAC)  
17 de mayo

"Probing nearby galaxies with Blue Supergiant Star"  
Dr. Miguel A. Urbaneja (IfA, Hawaii, EEUU)  
22 de mayo

"Using the IAC Cifera Cluster"  
Dr. Ángel de Vicente Garrido (IAC)  
23 de mayo

"Elípticas: modelos de evolución y cinemática por mergers"  
Dr. César González García (Univ. Autónoma de Madrid)  
31 de mayo

Seminario especial "Cosmic Microwave Background Radiation, Clusters of Galaxies and Cosmology"  
Prof. Rashid A. Sunyaev, (MPIA, Alemania)  
1 de junio

"The cold dark matter halos of Local Group dwarf spheroidals"  
Dr. Jorge Peñarrubia (MPIA, Alemania)  
5 de junio

"Modified Newtonian Dynamics (MOND), and introductory review"  
Dr. Riccardo Scarpa (GTC-CALP)  
6 de junio

"Las mil caras de la Tierra: ¿es posible la detección de agua en exoplanetas usando solamente fotometría?"  
Dr. Enric Pallé Bago (IAC)  
13 de junio

"CanariCam, a window to the mid-IR in GTC"  
Dr. Víctor J. Sánchez Béjar (IAC) y D. Carlos A. Álvarez Iglesias (GTC-IAC)  
21 de junio

"Análisis de curvas de luz de CoRoT"  
D. Juan Cabrera (Obs. de Paris-Meudon, Francia)  
25 de junio

Seminario especial "New VLT Instruments and Studies for E-ELT Instrumentation"  
Prof. Sandro D'Odorico (ESO, Alemania)  
27 de junio

Seminario especial "The formation and disruption of star clusters, and implications thereof for galactic astrophysics"  
Prof. Pavel Kroupa (AlfA, Univ. de Bonn, Alemania)  
27 de junio

"Tracing Tidal Streams in the Galactic halo and beyond"  
Dr. David Martínez Delgado (IAC)  
3 de julio

Presentación de nuevos Postdocs del IAC:  
"Search for GRBs with the MAGIC Telescope"  
Dr. Markus Gaug  
"Strong size evolution of the most massive galaxies since  $z \sim 2$ "  
Dr. Ignacio Trujillo Cabrera  
"Pendiente"  
Dra. Ana Monreal Ibero  
5 de julio

"Discovery of VHE Gamma Radiation from IC443 with the MAGIC Telescope"  
Dr. Carlos Delgado Méndez (IAC)  
12 de julio

"First results with GHAFAS, the new Fabry-Perot interferometer on the William Herschel Telescope"  
Dr. Kambiz Fathi (IAC)  
17 de julio

"A Fabry-Perot system"  
Dr. Kambiz Fathi (IAC)  
24 de julio

"A Fabry-Perot data reduction"  
Dr. Kambiz Fathi (IAC)  
25 de julio

"LS 5039: can a pulsar be behind it all?"  
Prof. Diego Torres (Inst. de Estudios Espaciales de Cataluña-CSIC)  
6 de septiembre  
"Disks of planetary-mass objects in sigma Orionis"

Dres. E. Martín Guerrero y M. Vázquez Abeledo (IAC)

"Técnicas de Espectroscopia Estelar"

Dres. M.J. Arévalo Morales (IAC-ULL) y J.A. Acosta Pulido (IAC)

### **Programa de Doctorado de "Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente"**

"Exobiología"

Dres. C.A. Esteban López (IAC-ULL); M. Vázquez Abeledo y E. Martín Guerrero (IAC) y J.A. Rodríguez Losada (Dpto. de Edafología y Geología, Univ. de La Laguna)

Del 11 de enero al 17 de febrero.

## **SEMINARIOS CIENTIFICOS**

Siguiendo el programa de seminarios-charlas informativas para el personal del Instituto iniciado en 1995, cada dos semanas aproximadamente y con cierto carácter informal, vienen dándose en el IAC, bajo el título de "Seminarios", una serie de breves charlas informativas sobre el trabajo científico individual del personal del Instituto y visitantes. En el 2007 han tenido lugar los siguientes seminarios:

Presentación de nuevos Postdocs del IAC:

"Brown dwarfs and UKIDSS"

Dr. Nicolas C. Loideu

"Asteroseismology of solar-like star with COROT"

Dr. Jérémie Lochard

"Bowen emission from Low Mass X-ray Binaries"

Dr. Remon Cornelisse

16 de enero

"Spitzer view on galaxy evolution in the last 12 Gyr"

Dr. Pablo González Pérez (Univ. Complutense de Madrid)

23 de enero

"De cómo conseguir una horrible presentación oral"

Dra. Inés Rodríguez Hidalgo (IAC-ULL)

6 de febrero

Seminario especial "Astronomía en la Universidad de Yale"

Dres. Jeffrey Kenney y Megan Urry. (Univ. de Yale, Connecticut, EEUU)

6 de febrero

"Claves para una buena presentación oral. El caso de la comunicación científica"

Dra. Inés Rodríguez Hidalgo (IAC-ULL)

7 de febrero

"Seguridad criptográfica"

Dra. Pino Caballero (Univ. de La Laguna)

9 de febrero

"El Calentamiento Global Parte II. Energía en el Mundo y en Canarias. Situación actual y perspectivas"

Prof. Roque A. Calero Pérez (Univ. de Las Palmas de Gran Canaria)

13 de febrero

"El calentamiento global"

Dr. Manuel Vázquez Abeledo (IAC)

15 de febrero

"The Cosmic evolution of quasar host galaxies"

Dr. Riccardo Scarp (GTC-CALP)

27 de febrero

"Constraining cosmology with strong lensing"

Dr. Justin Read (Univ. de Zurich, Suiza)

6 de marzo

"Shells, dust and globular clusters in shell galaxies"

Dr. Gert Sikkema (Kapteyn Inst., Univ. de Groningen, Alemania)

8 de marzo

"PyRAF: Iraf from a «Pythonian» point of view"

D. Ruyman Azzollini (IAC)

14 de marzo

"Zonas de habitabilidad Galáctica"

Dra. Leticia Carigi (IoA, UNAM, México)

20 de marzo

"LIRIS: imagen, espectroscopia, MOS, polarimetría, coronografía, y mucho más"

Dr. Rafael Barrena Delgado (IAC)

27 de marzo

"Interacciones y starbursts en grupos de galaxias"

Dr. Ángel R. López Sánchez (ATNF, Australia)

3 de abril

"The most-metal poor dwarfs of the binary CS 22876-032: abundantes and 3D effects"

Dr. Jonay Isai González Hernández (Obs. de Paris-Meudon, Francia)

10 de abril

"Using pitón for Data Análisis"

Sr. D. Jorge A. Pérez Prieto (IAC)

18 de abril

Seminario especial "Formation of Star Clusters"

Dr. Bruce Elmegreen (IBM Watson Research Center, Nueva York, EEUU)

19 de abril

"Model Stars for the Modelling of Galaxies"

MEMORIA

IAC 2007

191

Presentación de nuevos Postdocs del IAC:  
 "High-resolution observations of powerful radio galaxies"  
 Dra. Mónica Orienti  
 "Análisis and interpretation of stellar spectra and nucleosynthesis processes in evolved Stars"  
 Dr. Aníbal García Hernández  
 13 de diciembre  
 "The far-infrared signature of dust in the ISM, from diffuse to dense regions"  
 Dr. Carlos del Burgo (School of Cosmic Physics Dublin Inst. for Advanced Studies, Irlanda)  
 14 de diciembre

"SMC: reaching the outer edge?"  
 Sra. Dña. Noelia Noël (IAC)  
 18 de diciembre

## COLOQUIOS

Siguiendo el programa iniciado en 1991, el IAC organiza una serie de conferencias de especial relevancia a las que asiste como invitado un científico de prestigio internacional. Con ello se pretende que los distintos grupos de Investigación tengan una oportunidad complementaria de establecer relaciones con personalidades científicamente relevantes, activas y en vanguardia a nivel mundial. Durante el 2007 tuvieron lugar los siguientes:

"Star Formation in High Redshift Galaxies"  
 Dr. Bruce Elmegreen (IBM Watson Research Center, Nueva York, EEUU)  
 17 de abril

"The sky in hard X-Rays"  
 Prof. Rashid A. Sunyaev, (MPIA, Alemania)  
 29 de mayo

"Are the dSph satellite galaxies tidal-dwarfs"  
 Prof. Pavel Kroupa (AlfA, Univ. de Bonn, Alemania)  
 26 de junio

192 "Nuevos retos en el estudio de las anisotropías del Fondo Cósmico de Microondas"  
 Prof. Enrique Martínez-González (Inst. de Física de Cantabria, Univ. de Cantabria-CSIC)  
 9 de octubre

"First stars, quasars, and the epoch of reionization"  
 Dr. Jordi Miralda Escude (Inst. de Estudios Espaciales de Cataluña)  
 13 de noviembre

## Nuevos Astrofísicos Residentes

Dentro del programa de Astrofísicos Residentes para realizar la tesis doctoral en el IAC, se han concedido nuevas becas a los siguientes estudiantes:

- M. Trinidad Tapia Peralta (Univ. de Baja California, México)  
 Proyecto: "La cesación de la formación estelar en galaxias de disco"  
 Director: Dr. M. Balcells Comas

- Judit Bakos (Univ. de Lorand Eötvös, Hungría)  
 Proyecto: "The outskirts of spiral galaxies: keys to galaxy formation"  
 Director: Dr. I. Trujillo Cabrera

- Eduardo Guerras Valera (Univ. de La Laguna)  
 Proyecto: "Microlensing of AGN spectra"  
 Directores: Dres. E. Mediavilla Gradolph y A. Oscoz Abad

- Elisa Delgado Mena (Univ. de La Laguna)  
 Proyecto: "Investigating ages of extragalactic planetary systems and abundances of their host stars"  
 Director: Dr. G. Israelian

- Christoph Kuckein (Univ. de La Laguna)  
 Proyecto: "The magnetic structure of active region filaments"  
 Director: Dr. V. Martínez Pillet

- Josefa Becerra González (Univ. de La Laguna)  
 Proyecto: "Estudio de fuentes de rayos gamma de alta energía"  
 Directores: Dres. R. García López, M. Gaug y C. Delgado Méndez

## Becas de iniciación a la investigación en Astrofísica

El Programa de verano 2007 (1 de julio - 15 de septiembre) ha ofrecido 8 becas a estudiantes de los últimos cursos universitarios, para integrarse en grupos de investigación del IAC como iniciación a la investigación en Astrofísica. La convocatoria tiene carácter internacional.

En el 2007 se concedieron becas de verano a los siguientes estudiantes:

- Andreu Font Ribera (Univ. de Barcelona)  
 Proyecto: "Massive Stars in galactic obscured clusters"  
 Directores: Prof. A. Herrero Davó, Dra. A. Lenorzer y Dr. A. Marín Franch

Dra. M. Rosa Zapatero Osorio (IAC)  
10 de septiembre

"The Spanish participation in the World Space  
Observatory Ultraviolet: WSO-UV"  
Dra. Ana Inés Gómez de Castro (Univ. Complutense  
de Madrid)  
18 de septiembre

"Observa en el OT y llévate los datos reducidos  
a casa"  
Grupo de Astrónomos de Soporte GAS (IAC)  
19 de septiembre

"News about the Fundamental Plane of Early-Type  
Galaxies"  
Dr. Mauro D'Onofrio (Univ. de Pádua, Italia)  
20 de septiembre

"Search for Exobiospheres"  
Dra. Pilar Montañés Rodríguez (IAC)  
25 de septiembre

Seminario especial "Los cielos pululan en Mwanza:  
sobre los niños de Tanzania"  
Sra. Dña. Mirjana Povic (IAC)  
11 de octubre

"Observational cosmology: tests and problems of  
the Standard model"  
Dr. Martín López Corredoira (IAC)  
16 de octubre

"Alternative ideas about Cosmology in present-  
day science"  
Dr. Martín López Corredoira (IAC)  
18 de octubre

"GPUs: supercomputing en un PC de sobremesa"  
Dr. José M. Rodríguez Ramos e Ing. José G.  
Marichal Hernández (Univ. de La Laguna)  
24 de octubre

"Large public surveys with Astro-WISE"  
Dr. Gijs Verdoes Kleijn (Kapteyn Astronomical  
Inst., Países Bajos)  
6 de noviembre

"La composición y destino del universo en  
expansión"  
Prof. Jordi Miralda Escudé (Inst. de Estudios  
Espaciales de Cataluña)  
14 de noviembre

"Fullerenes and the 4430 diffuse interstellar band"  
Dra. Susana Iglesias Groth (IAC)  
15 de noviembre  
"A new particle acceleration mechanism and  
emission from relativistic jets"  
Prof. Juri Poutanen (Univ. de Oulu, Finlandia)  
20 de noviembre

"How does gas get into galaxies?"  
Prof. Hand-Hawthorn (Univ. de Sydney, Australia)  
22 de noviembre

"Looking at galaxy bulges in the NIR using HST:  
nuclear clusters, profile slopes, and central black  
holes"  
Dr. Marc Balcells Comas (IAC)  
27 de noviembre

"GRB, the brightest explosions in the Universe"  
(videoconferencia: MAGIC GRB Workshop, La  
Palma)  
Prof. Luigi Piro (IASF-Roma/INAF, Italia)  
3 de diciembre

"High energy emission from GRBs"  
(videoconferencia: MAGIC GRB Workshop, La  
Palma)  
Dr. Alexandra Galli (IASF-Roma/INAF, Italia)  
3 de diciembre

"Supercomputing resources at the IAC"  
Dr. Ángel de Vicente Garrido (IAC)  
4 de diciembre

"The origin of the DNA"  
Prof. Ernesto di Mauro (Univ. de Roma, Italia)  
10 de diciembre

"Almacenamiento masivo"  
Sres. D. Antonio Díaz Chinea y D. Justo Luna  
López (IAC)  
11 de diciembre

"Observations of solar oscillations from Hinode"  
Dr. A.G. Kosovichev (Univ. de Stanford, California,  
EEUU)  
12 de diciembre

"Science with Virtual Observatories"  
Dr. Enrique Solano Márques (LAEFF-INTA,  
España)  
12 de diciembre



# XIX ESCUELA DE INVIERNO

## "El Fondo Cósmico de Microondas: de las fluctuaciones cuánticas al Universo actual"

Este año tuvo lugar la decimonovena edición de la Escuela de Invierno de Astrofísica de las Islas Canarias, cuyo título fue "El Fondo Cósmico de Microondas: de las fluctuaciones cuánticas al Universo actual". El IAC contó con el apoyo económico del Ministerio de Educación y Cultura, del Gobierno de Canarias así como con la colaboración del Cabildo Insular de Tenerife. Se celebró del 19 al 30 de noviembre, en el Centro de Congresos del Casino Taoro del Puerto de la Cruz. En esta edición, los cursos fueron impartidos por nueve profesores expertos en distintos aspectos relacionados con el Fondo Cósmico de Microondas. Se impartieron un total de 40 horas de clase y asistieron 40 alumnos de una docena de países que actualmente preparan su tesis doctoral, o la han terminado recientemente, sobre un tema relacionado con el de la Escuela. Se concedieron 26 becas. Dentro de las actividades paralelas a la Escuela, los estudiantes y profesores visitaron el Instituto de Astrofísica, el Observatorio del Teide (Tenerife) y el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma).

La dirección y organización estuvo a cargo de los doctores Rafael Rebolo López, José A. Rubiño Martín, Evencio Mediavilla Gradolph y Francisco Sánchez Martínez. Cambridge University Press editará el curso dentro de su serie dedicada a las Escuelas de Invierno de Astrofísica de las Islas Canarias. La relación de profesores y programas es la siguiente:

### THE INFLATIONARY UNIVERSE

Sabino Matarrese, Univ. de Padua, Italia

#### 1. Lecture

- Kinematical properties of Inflation
- Scalar field dynamics and Inflationary models

#### 2. Lecture

- Perturbation theory in a quasi-de Sitter stage
- Classical evolution of scalar and tensor modes

#### 3. Lecture

- Generation of scalar and tensor modes from quantum vacuum oscillations
- Power-spectrum of scalar and tensor modes and slow-roll parameters

#### 4. Lecture

- Beyond linear perturbations
- Beyond the power-spectrum: higher-order statistics and primordial non-Gaussianity

### THEORY OF PRIMORDIAL CMB ANISOTROPIES: TEMPERATURE AND POLARIZATION

Wayne Hu, Univ. de Chicago, Illinois, EEUU

Topics: Thermal history of the early Universe from inflation to recombination, physics of CMB primordial fluctuations, linear theory, Sachs-Wolfe effect, acoustic oscillations, intrinsic fluctuations, diffusion and free streaming, Boltzmann codes

CM



### CONSTRAINTS

Bruce Partridge, Haverford College, Pennsylvania, EEUU

#### 1. A Bit of History, then Spectral Measurements of the CMB

- The blackbody spectrum
- Overall temperature  $T_0$
- Limits on distortions of the spectrum

#### 2. Large Scale Anisotropies of the CMB

- Problems of doing large scale anisotropy observations from the ground
- Observations of values of  $l$  from 2 to  $\sim 300$

#### 3. Smaller Scale Isotropy Measurements

- Observations at small scales

#### 4. Polarization and the Future

- Measurements and upper limits on polarization
- Importance of B modes
- Plans for future space experiments and ground-based experiments

### CMB FLUCTUATIONS IN THE POST-RECOMBINATION UNIVERSE

Matthias Bartelmann, ITA, Heidelberg, Alemania

#### 1. Clusters of galaxies and the Sunyaev-Zel'dovich effect

- Origin and consequences of the thermal and kinetic SZ effects
- Simple estimates and expectations
- Filtering techniques for cluster detection

#### 2. Gravitational lensing and the CMB (I)

MEMORIA  
IAC 2007  
195

- Principles of gravitational lensing
- Light propagation in an inhomogeneous universe
- Statistics of the deflection angle

### 3. Gravitational lensing and the CMB (II)

- Expected effects on the CMB
- Temperature and polarisation power spectra
- Recovery of the deflection field

### 4. Reionisation and other effects

- Reionisation, damping and polarisation
- Integrated Sachs-Wolfe and Rees-Sciama effects
- Higher-order effects

## GALACTIC AND EXTRAGALACTIC FOREGROUNDS

Rod D. Davies, Univ. de Manchester, Reino Unido

Topics: Synchrotron and free emission, dust emission (thermal and spinning dust), radiosources and IR galaxies, impact of foregrounds on future CMB space and ground-based experiments.

## STATISTICAL TECHNIQUES FOR DATA ANALYSIS IN COSMOLOGY

Licia Verde, Inst. de Estudios Espaciales de Cataluña

### 1. Background

- Probability, Bayesian approach, likelihoods, chi-square, priors
- Introduction to evidence

### 2. Statistical description of random fields

- Applications for both CMB and large scale structure
- Real world examples

### 3. Monte Carlo Markov Chains

- Set up, implementation, post processing, adding priors
- The CMB example (including likelihood calculation)

### 4. Forecasts

- The Fisher matrix approach its applications and limitations
- Non-parametric or minimally parametric methods

## GAUSSIANTY

Enrique Martínez González, IFCA

### 1. The isotropic Gaussian random field

- Definition

### - Properties

### 2. Physical effects producing deviations from Gaussianity

- Secondary anisotropies
- Non-standard models of the early universe
- Non-standard geometry and topology

### 3. Methods to test Gaussianity

- Real space
- Harmonic space
- Wavelets and filters

### 4. Review of observations

- Constraints on non-Gaussianity
- WMAP anomalies
- Future perspectives

## OTHER PROBES IN FUNDAMENTAL COSMOLOGY

Malcolm Longair, Univ. de Cambridge, Reino Unido

### 1. The fundamentals of cosmological models

Isotropy and homogeneity tests, variation of the constants of nature, how good is general relativity? the underlying structure of cosmological models. Inhomogeneous models

### 2. Observations in cosmology (I)

All the other cosmological tests. The search for inconsistencies. Time-scales, abundances of the light elements, estimates of mass densities, gravitational lensing, etc.

### 3. Observations in cosmology (II)

Superluminal expansions in the standard models. Review of the fundamental problems in their modern context

### 4. Future possibilities

The forward projection of all the other approaches to observational Cosmology

## TUTORIALES

Raúl Jiménez, Inst. De Estudios Espaciales

### I. From a cosmological model to a CMB map

### II. From observational CMB data to the cosmological

# ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES

La Administración de Servicios Generales tiene a su cargo las funciones administrativas y operacionales para dar soporte a la actividad del Instituto y sus Observatorios.

## INSTITUTO DE ASTROFÍSICA

### GERENCIA ADMINISTRATIVA

La Gerencia Administrativa es responsable de la gestión financiera, económico, administrativa y presupuestaria a la vez que da soporte a la actividad general del IAC. La Gerencia Administrativa se estructura en los departamentos de contabilidad y presupuesto, tesorería, administración de personal, compras, inventario, contratación administrativa y dietas y viajes.

Durante el 2007 ha seguido aumentando la actividad ocasionando un aumento considerable de los trámites administrativos y una mayor complejidad en la gestión. El año pasado se han tramitado contratos de obras, suministros y servicios por importe de más de 6.000.000 (SEIS MILLONES) de Euros dividido en ciento sesenta y cinco expedientes.

Entre las actividades que son propias de la Gerencia Administrativa se han realizado las de impulsar y participar en la elaboración de los presupuestos anuales, asesorar al resto de las Áreas del Instituto en los procesos de gestión y control de los fondos internos y externos, mantener actualizada la información contable y presupuestaria de modo que sea posible realizar el control del presupuesto, enviar informes a la IGAE y otras instituciones y suministrar a la Intervención Delegada en el IAC los datos e informes que requieran para que realicen tanto el control financiero permanente, como la auditoria de las cuentas anuales a rendir al Tribunal de Cuentas, así como participar en las auditorias de proyectos financiados externamente.

En esta línea, se ha colaborado con los auditores externos poniendo a su disposición toda la documentación relativa a la gestión de gastos e ingresos plurianuales de proyectos financiados con fondos europeos. En la misma línea, también se ha participado en las auditorias de fondos externos practicadas por el Ministerio de Educación y Ciencia.

Además se han elaborado las encuestas recibidas

del INE relativas a comercio internacional de servicios, costes de personal, innovación tecnológica, actividades de I+D y estadística de créditos públicos de I+D, entre otras.

En relación a las infraestructuras, el pasado ejercicio se renovó el parque informático de toda la Gerencia.

En cuanto a la formación el personal de la Gerencia Administrativa ha asistido a seminarios relacionados con las funciones de su puesto como son "El Reglamento y la Ley de Subvenciones", "Nuevo Plan General Contable" y "Encuentro en Materia de Contratación Administrativa" y "Seminarios y Consultoría de Nómina".

### LA GERENCIA OPERACIONAL

La Gerencia Operacional está estructurada como un departamento cuyas principales actividades son: la gestión de los servicios básicos para el funcionamiento de la Sede Central del IAC; la realización de obras nuevas e instalaciones; la coordinación de las empresas externas que trabajan de forma habitual en la Sede Central; el mantenimiento general del edificio, sus instalaciones y equipos; el mantenimiento de los vehículos; la gestión medioambiental; la adquisición de mobiliario y equipamiento general del centro; la relación con las empresas de suministros, las relaciones y gestiones con las empresas de suministro eléctrico, de agua y de telefonía, con las Administraciones Locales (Ayuntamientos y Cabildos). Por último, la Gerencia Operacional vigila que sus actividades se realicen conforme a las disposiciones legales vigentes, en particular en lo relativo a la prevención de riesgos laborales.

Los servicios básicos gestionados durante 2007 son: el servicio de vigilancia, el servicio de recepción, el de jardinería, la concesión de la cafetería, el servicio de limpieza, el control de legionela y los servicios de mantenimiento

civil contratados a empresas externas. Además se han realizado otros contratos con empresas para la realización de servicios en el centro, entre ellos: contrato con la empresa Timca para la realización del mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado, el contrato con la empresa Suinca para la realización del mantenimiento de los equipos de protección contra incendios, el contrato con la empresa Air Liquide para la gestión, el mantenimiento y la seguridad del manejo de las botellas de gas en los laboratorios y talleres del IAC, el contrato con la Gemecan para la recogida de residuos potencialmente peligrosos. Se han implementado mejoras en el servicio de limpieza y en el servicio de vigilancia.

A lo largo del año 2007 se han ejecutado obras de especial relevancia en la Sede Central, en las que se incluyen la ampliación y reforma del Área de investigación, la renovación completa de la cafetería y la cocina, mejoras en la zona de Biblioteca y el nuevo "patio de los naranjos". Se realizó la instalación de un sistema de protección contra incendios para la sala de servidores del SIC, basado en un gas de nueva generación, no peligroso ni para los usuarios ni para el medio ambiente. Se menciona también el cambio del Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI), por un sistema modular de 80 KVAs que permitirá el funcionamiento con corriente limpia y filtrada de servidores y ordenadores en todo momento, incluso durante la realización de labores de mantenimiento preventivo. Además se ha hecho el seguimiento de las obras realizadas por TELEFÓNICA para la mejora de infraestructura de telecomunicaciones, proyecto de conexión con ancho de banda de 10 Gbps entre la Sede Central, el CALP y los dos Observatorios.

Debido al incremento en la demanda de potencia en la Sede Central es necesario llevar a cabo una ampliación de potencia del centro de transformación

de la Sede Central, de 400 a 800 KVAs. Durante el 2007 se realizó el proyecto industrial. En el primer semestre de 2008 se llevará a cabo el concurso para la contratación y ejecución de esta obra.

## **FONDO EUROPEO PARA EL DESARROLLO REGIONAL (FEDER)**

### **Mejoras de Infraestructuras científicas y tecnológicas**

El IAC ha contado durante el 2007 con cofinanciación del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Ministerio de Educación y Ciencia como entidad financiadora, en el marco de sus actuaciones bajo el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (I+D+i) para la mejora de sus infraestructuras científicas y tecnológicas (2005-2007).

Los proyectos que se han beneficiado de esta cofinanciación durante el 2007 son:

- Equipamiento para la integración de instrumentación astrofísica (IACA05-23-002).
- Mejora de las comunicaciones y ancho de banda entre los Observatorios de Canarias y el IAC (IACA05-23-008).
- Ampliación del Área de Investigación y Biblioteca en la Sede Central del IAC (IACA05-25-001).

### **Fondo Social Europeo (FSE)**

El IAC ha contado también durante el 2007 con cofinanciación del Fondo Social Europeo para la contratación de tres técnicos de infraestructuras científico-tecnológicas, dentro del periodo 2004-2007, y de un técnico de proyecto, en el marco de la convocatoria de concesión de ayudas para la contratación de personal técnico de apoyo, bajo el Programa Nacional de Potenciación de Recursos Humanos del Plan Nacional de Investigación

## **OBSERVATORIO DEL TEIDE**

Campus Español (6 noches).

- Estudiantes de la Universidad de Southampton, Reino Unido (6 noches).
- Estudiantes de la Universidad de Sheffield, Reino Unido (8 noches).
- Estudiantes de la Universidad de Liverpool, Reino Unido (13 noches).
- Estudiantes de la Universidad de Suffolk, Reino Unido (10 noches).

Durante el año 2007 un total de 48 noches han sido utilizadas en el telescopio MONS para proyectos docentes. En el gráfico se muestra el porcentaje de tiempo utilizado por las distintas universidades europeas.

Durante el año 2007 se ha procedido con la instalación de una depuradora fecal química en la R0-R1. Durante el próximo año se procederá con depuradoras similares en las instalaciones telescópicas del IAC.

Diversos grupos de estudiantes europeos realizaron sus prácticas de Astronomía en el telescopio MONS. Las Universidades que nos han visitado han sido:

- Estudiantes de la Universidad de La Laguna y del Dpto. de Astrofísica (5 noches).
- Estudiantes de la Universidad de San Louise

Durante el año 2007 se ha finalizado la instalación de una torre de "site testing" cerca del centro de visitantes (DIMM, AWS, responsable Dra. Antonia Varela) y del experimento WEB (responsable Sr. Marcos Reyes) situado por encima de la Residencia y cuyo objetivo es estudiar el comportamiento de espejos segmentados en situaciones de viento fuerte (relacionado con estudios de los ELT).

Durante los días 9-10 de junio de 2007 (coincidiendo con el Día Internacional de la Heliófica), y cofinanciado por el presupuesto común del Observatorio y OPTICON, se realizaron unas Jornadas de Puertas Abiertas. La afluencia final fue: sábado 9 junio=680 personas y domingo 10 junio=600 personas. En las jornadas participaron:

- Administración del OT y grupo externo de 12 guías.
- Telescopio THEMIS coordinado Dr. Bernard Gelly.
- Telescopio VTT coordinado Dr. Michael Sigwarth.
- Laboratorio Solar coordinado Dr. Pere Lluís Pallé.
- Telescopio OGS coordinado Dr. Miquel Serra-Ricart.
- Telescopios IAC-80 y STELLA coordinados Dr. Alejandro Oscoz.

## OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS

El número de visitantes que accedieron a las instalaciones del Observatorio durante el año 2007 fue de 4.687 personas. De ellos, 1.448 lo hicieron a través de alguna de las cinco Jornadas de Visitas Concertadas que se celebraron en los meses de junio, julio y agosto. La primera de ellas conmemoró el Año Internacional de la Heliófica, coincidiendo con el 50 aniversario del Año Internacional de la Geofísica. Es de destacar asimismo la visita de 904 alumnos, correspondientes a 31 centros de escolares y universitarios, de los cuales 207 alumnos pertenecían a centros de la Isla de La Palma. También son destacables:

- Las visitas que realizaron los participantes de la "Conferencia Internacional Starlight", de los "VII Encuentros Nacionales para la enseñanza de la Astronomía y del Congreso "Asymmetrical Planetary Nebulae IV".
- Las visitas de alumnos de la Malborough School (Reino Unido), Universidad de La Laguna, Universidad de Luneburg (Alemania) y Universidad de verano de La Gomera.

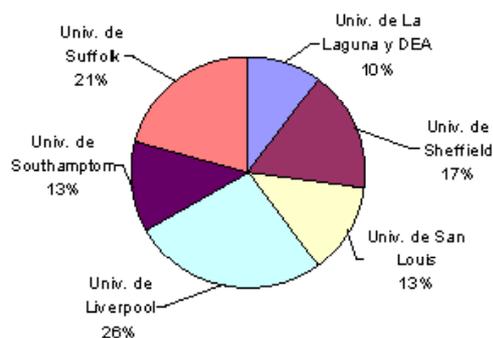
Por otra parte, 23 medios de prensa nacionales o internacionales grabaron amplios reportajes o documentales sobre el Observatorio y sus instalaciones. En este sentido destacar los elaborados por Associated Press, la BBC, la RAI y diversos medios escritos: La Vanguardia, El Mundo, ABC, etc.

En relación a actividades llevadas a cabo en el

- Telescopio Bradford coordinado Dr. John Barruch.
  - Grupo de astrónomos aficionados (GOAT y Alpha Cygni) con telescopios para la observación solar junto al Telescopio MONS.
- Las jornadas transcurrieron sin ningún tipo de incidencia.

En la segunda mitad del presente año ha quedado instalado y funcionado un segundo repetidor en la zona de la Esperanza que dará cobertura radio completa a los vehículos que suban al Observatorio del Teide por la carretera de la Esperanza.

Prácticas astronomía en el telescopio MONS



Observatorio podemos resaltar las siguientes:

- La celebración de la ceremonia de Primera Luz del Gran Telescopio Canarias tuvo lugar 13 de julio.
- Continuaron con buen ritmo los trabajos de instalación del telescopio MAGIC II, por lo que se espera su inauguración y funcionamiento para mediados del año 2008.
- Concluyeron los trabajos de instalación de la nueva red de voz y datos con un ancho de banda de 10 Gbits que conecta el Observatorio, el CALP y la Sede Central del IAC en La Laguna, operativa desde el mes de noviembre.
- Se renovaron las estaciones depuradoras anejas a la Residencia y al Telescopio GTC, mejorando los procesos de depuración en estas dos instalaciones.
- El proyecto para la renovación de la línea eléctrica de Media Tensión que suministra al Observatorio se haya en su última fase de petición de permisos y se espera el comienzo de los trabajos para principios del año 2008.

Otras actividades a destacar fueron:

- Si se compara con el año 2006, se registró un descenso del 3% en la ocupación de la Residencia, siendo 25 el promedio registrado de estancias diarias.
- Se instaló una red inalámbrica con el objeto de

dar cobertura de red a todas las habitaciones de la Residencia.

- Se efectuaron trabajos de mantenimiento y renovación en diversas habitaciones de la Residencia (102-112). Asimismo fue renovada el área de la Recepción.

- Se instaló un nuevo mástil cerca del telescopio JKT, para mejorar las condiciones de la telefonía

móvil en esta zona del Observatorio.

- Se asfaltó el acceso desde la carretera general a la casa de control de los telescopios MAGIC.

- Se instaló un sistema de cloración automática del agua que suministra la Residencia y se llevaron a cabo otras acciones de mejora en las instalaciones de la cocina.

## CENTRO DE ASTROFÍSICA DE LA PALMA

El Centro de Astrofísica de La Palma (CALP) se inauguró el 27 de julio de 2005.

Formalmente ha comenzado su funcionamiento, incorporando el IAC y GRANTECAN, S.A.

## OFICINA TÉCNICA PARA LA PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL CIELO

Starlight con dos ponencias "La Ley del Cielo de Canarias, Aplicaciones y Resultados" y "Proteger el Cielo de Canarias, una Experiencia Práctica". Presidencia en la sesión de "Seguimiento y Monitorización de la Contaminación Lumínica", del 19-20 de abril, La Palma.

- Ponencia en la Semana de la Ciencia y la Innovación en Canarias "La Ley del Cielo en Canarias, Experiencias y su Contribución al Medio Ambiente", noviembre, Las Palmas de Gran Canaria.

- Curso de "Aplicación de la Ley 31/88 y RD 243/92 sobre Protección de la Calidad Astronómica de los Observatorios del IAC" impartido al Cabildo Insular de Tenerife, junio, La Laguna.

- Participación como profesor en los Cursos de Verano de la Universidad Politécnica de Madrid "Iluminación y Medio Ambiente", julio, Segovia.

- Ponencia en el Centro de Tecnologías Limpias sobre la Contaminación Lumínica, mayo, Valencia.

- Participación en el Simposium Nacional de Alumbrado del Comité Español de Iluminación, abril, Zamora.

- Realización del Spot Publicitario "Hay Otra Forma de Encender La Noche".

- Actualización del folleto "Proteger El Cielo de Canarias".

*Colaboraciones*

Se continúa colaborando con el Comité Internacional de Iluminación (CIE) C.T.4.21 para la actualización de la recomendación sobre instalaciones de iluminación en el entorno de los observatorios astronómicos. Igualmente, se continúa colaborando con IDA.

### *Medidas, Control y Calidad*

Medidas del fondo del cielo: Se continúa con las medidas con el nuevo instrumento foto-diodo con medición manual, el cual parece estar dando buenos resultados y está siendo utilizado en otros observatorios (Chile y Hawaii, EEUU).

El proyecto del All Sky Cammera se ha abandonado por el momento por su complejidad y no encontrar personal cualificado para su puesta en marcha.

Durante 2007 se han realizado 248 inspecciones y 23 denuncias y se han resuelto 15 denuncias. Se han emitido 194 informes técnicos (58 favorables, 68 con medidas correctoras, 1 desfavorables y 64 peticiones de información). Hasta 2007 se han realizado 3.578 inspecciones y 919 denuncias de las cuales se han resuelto 632 (69%).

No se han solicitado informes técnicos de estaciones radioeléctricas.

Continúa la realización periódica de medidas del fondo de radiofrecuencia en ambos Observatorios

MEMORIA  
2007 IAC

200

*Fotograma del Spot Publicitario  
"Hay Otra Forma de Encender La Noche".*



La OTC ha continuado con las labores de inspección y denuncia a instalaciones de alumbrado. Respecto al 2006, este año se ha reducido el número de inspecciones realizadas en un 15% y número de denuncias emitidas en un 69% y han aumentado los informes técnicos en un 7%. Los registros de salida han disminuido un 16% (330) y los de entrada un 14% (196). La baja actividad en el número de denuncias emitidas y resueltas se ha propiciado por la falta de instrumentos coercitivos en la legislación, lo que ha hecho la paralización de nuestras solicitudes en la Consejería de Industria.

Se continúa con las mediciones periódicas del fondo del cielo con instrumentación propia de la OTC, en este caso con el nuevo fotodiodo,

4 en el OT con magnitudes medias "antes de 24h"/"después 24h" de 21,10//21,26 y 4 en el ORM con magnitudes medias de 21,76//21,76, respectivamente. Esto significa que actualmente el brillo en el OT es aproximadamente un 58% superior al del ORM.

También se han realizado mediciones de campo eléctrico en el ORM.

No ha habido denuncias por invasión del espacio aéreo protegido en ambos Observatorios ni por sobrepasar los niveles de campo eléctrico.

**Labores realizadas por la OTC durante 2007**

*Divulgación*

- Charla para la ESO en el IES de Güímar, febrero.
- Participación en la Conferencia Internacional

**INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR**

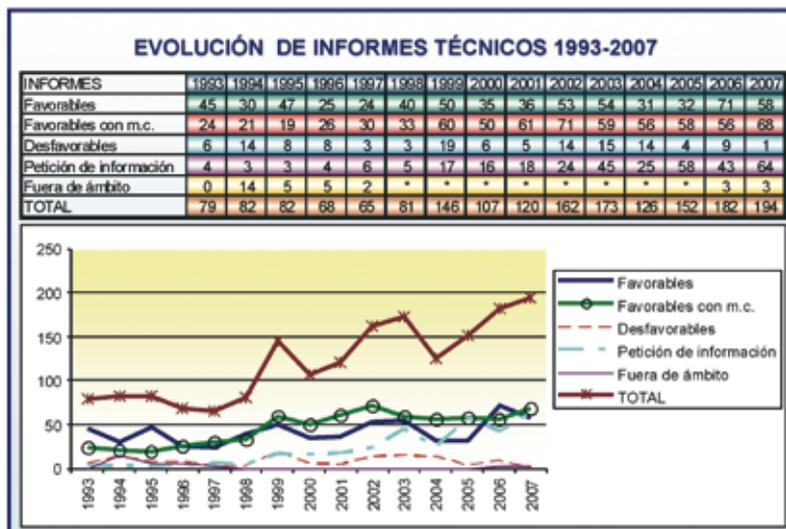
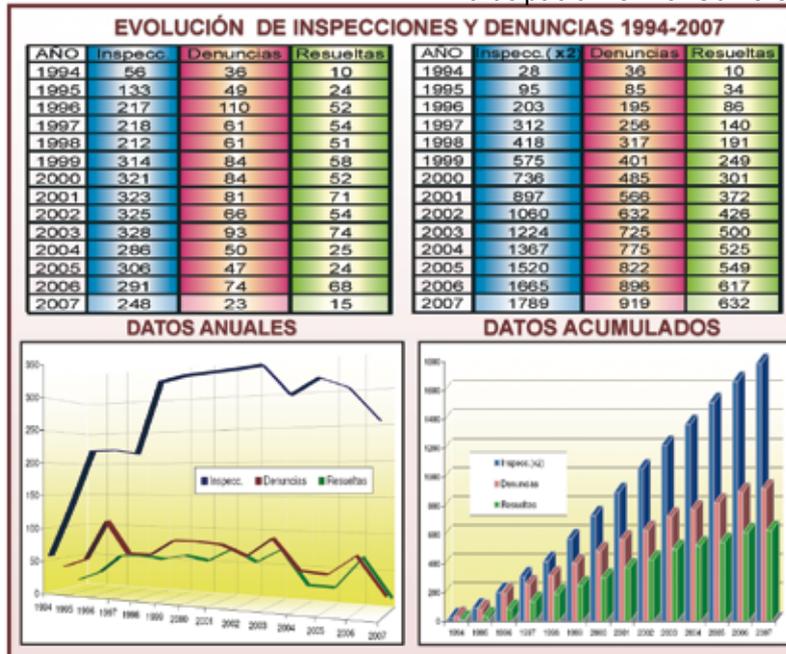


Gráfico de evolución.

# EJECUCIÓN DEL PRESUPUESTO 2007

## GASTOS

### DESTINO FONDOS (Miles de Euros)

|  |                  |
|--|------------------|
| - Personal                                   | 11.003,20        |
| - Funcionamiento (suministros y m. fungible) | 2.398,68         |
| - Financieros                                | 7,78             |
| - Transferencias corrientes                  | 284,07           |
| - Inversiones reales                         | 8.797,54         |
| - Activos financieros                        | 54,70            |
| - Pasivos financieros                        | 463,13           |
| - Compras                                    | 3.381,33         |
| <b>TOTAL GASTOS</b>                          | <b>26.390,43</b> |
| <b>VARIACIÓN FONDO MANIOBRA</b>              | <b>5.753,14</b>  |

## FINANCIACIÓN

### ORIGEN FONDOS (Miles de Euros)

|  |                  |
|--|------------------|
| <b>PRESUPUESTARIOS</b>                               | <b>15.324,15</b> |
| - Administración del Estado                          | 11.695,04        |
| - Comunidad Autónoma                                 | 3.629,11         |
| <b>OTROS</b>   | <b>16.819,42</b> |
| - Contratos, acuerdos, etc. con financiación externa | 14.274,98        |
| - Venta de servicios y otros                         | 2.544,44         |

# GABINETE DE DIRECCIÓN

Es un órgano de apoyo al Director para la consecución de los fines, objetivos y metas del IAC. Sus competencias son las siguientes:

Asesora al Director en todos los temas que se le planteen, elaborando o encargando los correspondientes informes que le soliciten.

Realiza estudios-diagnósticos sobre temas de política científica e innovación tecnológica, así como de estructura y organización del IAC.

Es el Secretario del Comité de Dirección y responsable de la estrategia informativa, creando los medios idóneos para dar información del IAC, así como de crear y difundir la imagen corporativa del Instituto interna y externamente.

De él dependen las ediciones no científicas, las tareas de comunicación y divulgación científica, además de las relaciones con los medios de comunicación, supervisando la información, atención y relación con estos.

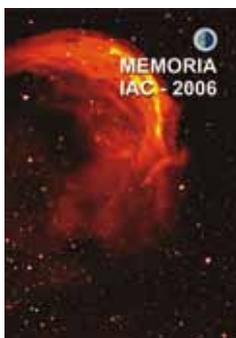
Establece y ejecuta la estrategia y acciones de extensión cultural del IAC.

## EDICIONES

### MEMORIA 2005

El IAC ha editado, en papel y en CD, la Memoria correspondiente al año 2006, donde se recoge la actividad anual del Consorcio Público IAC en todas sus áreas (Investigación, Enseñanza, Instrumentación y Administración de los Servicios Generales), así como la labor realizada en el campo de la divulgación.

Existen las Memorias del IAC desde 1999 en versión digital en la dirección Web <http://www.iac.es/memoria>



sirve para explicar al gran público la necesidad de grandes instalaciones científicas como el Gran Telescopio CANARIAS, la ciencia que se podría estudiar gracias a su puesta en marcha, los instrumentos desarrollados, etc.

El libro se ha repartido a todos las personalidades del mundo científico y político que han asistido al "Primera Luz" del GTC.

El contenido del libro se dividió en los siguientes apartados:

- Introducción
- Protagonistas: Mercedes Cabrera (Ministra de educación y ciencia), Adán Martín (Presidente del Gobierno de Canarias), Francisco Sánchez (Director del IAC), Pedro Álvarez (Director de GRANTECAN, S.A. empresa encargada de la construcción del telescopio)
- Retrospectiva. Imágenes que cuentan una historia ...
- Desafío: cómo el telescopio aceleró la Historia e historia del GTC
- Colaboración internacional
- Innovación
- Descubrimiento. Ciencia con GTC.
- Futuro. Próximas ventanas al Universo

### LIBRO DEL Gran Telescopio CANARIAS (GTC)

El "Libro del Gran Telescopio Canarias (GTC)", ha sido elaborado desde el Gabinete de Dirección con la colaboración de M. González Salomone (periodista de la sección Futuro del País), J.M. Abad Liñán (periodista, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología) y S. López de Lacalle (periodista, Instituto de Astrofísica de Andalucía).

Gracias a la subvención del Ministerio de Educación y Ciencia, a través del programa de Fomento de la Cultura Científica y Tecnológica, hemos podido obtener un libro muy didáctico y periodístico que



MEMORIA  
IAC 2007  
203

del Roque de los Muchachos, en el municipio de Garafía, y del Centro de Astrofísica de La Palma (CALP), en el de Breña Baja.

Se trata de un boletín de carácter divulgativo que permitirá conocer mejor la repercusión positiva de estas instalaciones astrofísicas en la población palmera.

Desde agosto de 2005 hasta diciembre de 2007 se han editado seis números de este boletín. En agosto de 2007 se editó un número dedicado especialmente a los actos que tuvieron lugar con motivo de la Primera Luz del Gran Telescopio CANARIAS.



La dirección es <http://www.iac.es/boletinpalma>

## CARTELES

El IAC ha editado a lo largo del año 2007 los siguientes carteles:

- Cartel de formación de personal investigador. Un nuevo cartel con la convocatoria anual para cubrir las plazas de astrofísicos residentes, dentro del Programa de Formación de Personal Investigador del Área de Enseñanza. El objetivo de este Programa es preparar a jóvenes licenciados para investigar en Astrofísica y en técnicas relacionadas con dicha ciencia.

- XIX Canary Islands Winter School of Astrophysics "The Cosmic Microwave Background: from quantum fluctuations to the present Universe" ("El Fondo Cósmico de Microondas: de las fluctuaciones cuánticas al Universo actual"). Organizada por el IAC contó con el apoyo económico del Ministerio de Educación y Cultura, del Gobierno de Canarias así como con la colaboración del Cabildo Insular de Tenerife, celebrada en el Centro de Congresos del Casino Taoro del Puerto de la Cruz (Tenerife), del 19 al 30 de noviembre.

## FOLLETOS

- Folletos para un eclipse de Sol. Con motivo del eclipse anular de Sol que tuvo lugar el pasado 3 de octubre y que pudo contemplarse en gran parte del territorio peninsular, el IAC editó dos folletos explicativos: uno para la Península, con financiación del Ministerio de Educación y Ciencia, y otro para Canarias, con financiación del Gobierno de Canarias. Estos

folletos contenían recomendaciones para una correcta observación de tan singular fenómeno astronómico. Disponible en <http://www.iac.es/educa/eclipses/anular/3octubre05/index.html>

- Iniciativa "Starlight". Iniciativa Internacional en Defensa de la Calidad del Cielo Nocturno como Derecho Científico, Cultural y Medioambiental de la Humanidad cuyo lanzamiento se llevó a cabo en una Conferencia Internacional celebrada los días 19 y 20 de abril en la isla de La Palma, a la que asistieron más de 250 personas procedentes de más de 25 países y donde se promovió la DECLARACIÓN EN DEFENSA DEL CIELO



NOCTURNO Y EL DERECHO A OBSERVAR LAS ESTRELLAS.

Esta Declaración ha sido editada por el IAC para la promoción de este proyecto de defensa del firmamento y convencer a la opinión pública de la necesidad de un uso racional de la luz para minimizar los efectos de la contaminación.

- IAC Tecnología. El IAC desarrolla gran parte de la tecnología utilizada en su investigación. El Área de Instrumentación se encarga del diseño, desarrollo y fabricación de los instrumentos necesarios para la observación astrofísica. Se ha editado un folleto para promocionar las capacidades tecnológicas del centro y para responder a cuestiones que la sociedad nos plantea tales como: ¿por qué la Astrofísica requiere y produce tecnología?, ¿cómo la generamos?, ¿para qué se usa?, etc.

## CCI ANUAL REPORT



La Secretaría del Comité Científico Internacional (CCI) de los Observatorios de Canarias,

## REVISTAS DIGITALES

### "GTCdigital"

Desde octubre de 2002 se publica el boletín divulgativo "GTC digital", boletín periódico cuya intención es proporcionar información viva y actualizada sobre la evolución del Gran Telescopio CANARIAS (GTC).

La dirección es <http://www.gtcdigital.net/>

#### Estadísticas:

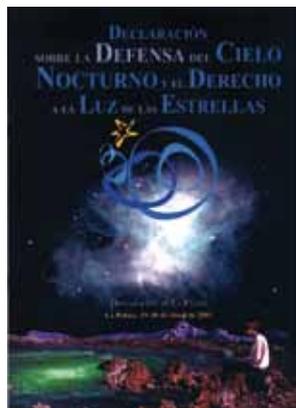
- Número de visitas: 37.113 (42.670 en 2006)
- Páginas vistas: 173.549 (163.030 en 2006)
- Visualización de vídeos: 13.411 (3.006, agosto-diciembre de 2006)
- Reenvíos de artículo: 127 (104 agosto-diciembre de 2006)
- Volumen de transferencia: 54,11 Gigabytes.
- Origen de visitas: provienen tanto de áreas comerciales (".com") como de otros espacios virtuales como son "net" (espacios relacionados con la red, network) y ".edu", páginas procedentes del área educacional. Visitas nacionales e internacionales (Argentina, Colombia, EEUU, México, etc.)
- Las referencias principales (enlaces origen desde los cuales se accede a [www.gtcdigital.net](http://www.gtcdigital.net/)) son de Google, Directo y Wikipedia

(Ver GESTIÓN DE LA COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN EXTERNA DEL Gran Telescopio CANARIAS GTC)

### "caosyciencia"

Desde que nació en agosto de 2002, la revista digital "caosyciencia", original y creativa, sigue abierta a todos aquellos que quieran decir, explicar, comentar, criticar, expresar, inquietar, sorprender, recordar...

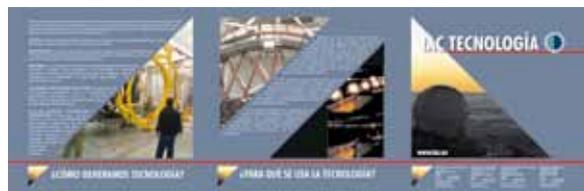
Entre las revistas enviadas este año se pueden citar como ejemplo: "A propósito de la vida", "La música del Sol", "Un Universo de mentira para conocer la verdad", "El Gran Telescopio CANARIAS ve la luz", "Del Universo al tubo de ensayo" y "Los porqués de algún por



qué".

La dirección es <http://www.caosyciencia.com/>  
Estadísticas:

- Número de visitas: 218.978 (156.061 en 2006)
- Páginas vistas: 1.398.482 (790.218 en 2006)
- Artículos consultados: 175.469 (175.918 en 2006)
- Visualización de vídeos: 67.448 (54.708 en 2006)
- Visualización de animaciones: 116.939 (71.264 en 2006)
- Visualización de imágenes: 157.068 (95.923 en 2006)
- Reenvíos de artículos, imágenes, animaciones, vídeos: 1.139 (1.153 en 2006)
- Volumen de transferencia: 79,09 Gigabytes.



- Origen de visitas: Visitas nacionales e internacionales (Argentina, Chile, Colombia, EEUU, México, Perú, Venezuela etc.)
- Las referencias principales (enlaces origen desde los cuales se accede [www.caosyciencia.com](http://www.caosyciencia.com/)) son de Google, Directo y Yahoo).

### "Astrofísica en La Palma"

En agosto de 2005 se editó el primer número del boletín digital "Astrofísica en La Palma", una iniciativa del IAC que nace con el fin de informar puntualmente de las actividades que el Instituto desarrolla en la Isla así como de la actividad e investigación generadas en torno a las instalaciones astronómicas del Observatorio



## WEB

Se continúa con la actualización de los contenidos bajo responsabilidad del Gabinete de Dirección, así como con la coordinación de los responsables de estos contenidos y edición en cada Área.

### Estadísticas

El número total de visitas durante el año 2007 fue aproximadamente 4.555.469 (se ha utilizado el parámetro "/visit/" que indica el número de visitas sin tener en cuenta si un mismo usuario nos visita varias veces).

El número de páginas visitadas fue de 14.819.800.

El origen de las visitas fue tanto nacional como internacional (Alemania, Argentina, Chile, Colombia, México, Francia, Hungría, Italia, Países Bajos, Perú, Reino Unido y otros).

### Nueva web externa

Se publica la nueva Web del IAC. Durante su desarrollo y después de su puesta en marcha, se continúa optimizando su usabilidad y funcionalidad.

Las peculiares características del IAC, así como la extensión cultural que, como centro público, ha de reportar a la sociedad, hacen que esta Web vaya dirigida a un público muy diverso: profesionales de la Astronomía y la tecnología, estudiantes y doctorandos, profesores, periodistas, divulgadores, astrónomos aficionados y público en general.

Atender, desde un mismo espacio, a comunidades tan diferente es uno de los grandes retos a los que se enfrenta esta Web, es por ello que como complemento a la navegación, se ofrece un buscador de gran potencia.

Otro de los grandes retos propuestos es y sigue siendo implementar un diseño lo más accesible posible. Para ello, se han seguido las pautas de accesibilidad recomendadas por el World Wide Web Consortium (W3C). Por otra parte, la separación de presentación y contenido permite que esta Web pueda visitarse utilizando cualquier tipo de navegador web, dispositivo o conexión.

Por último, se ha tratado de tener en cuenta las sugerencias recibidas a lo largo de estos años, en especial las de la comunidad astrofísica.

### COSMOEDUCA

Se continúan desarrollando nuevos materiales didácticos y adaptando algunos de los ya existentes. Este año se ha contado con los servicios externos de C. Hansen Ruiz quien ha trabajado para el Proyecto bajo la dirección de la responsable



del mismo, M.C. Anguita.

Desde Cosmoeduca y, a través de la lista iac-edu, se informa a los profesores sobre las novedades educativas desarrolladas en el IAC y recopiladas en <http://www.iac.es/divulgacion.php?op1=18> así como de cualquier novedad en los proyectos e iniciativas del IAC <http://www.iac.es/divulgacion.php?op1=17>

Se participa en los VII Encuentros para la Enseñanza de la Astronomía, celebrados en el Museo de la Ciencia y el Cosmos, La Laguna, Tenerife con la charla.

Se participa en las actividades del Club Astronómico del IES San Hermenegildo de La Laguna con la conferencia: "Un paseo por la relatividad especial".

De forma cronológica, nuestras actuaciones de promoción de Cosmoeduca, han sido:

- Feria AULA 2007 (7-11 marzo, Madrid)
- Feria de la Juventud Canaria 2007 (22-24 marzo, Santa Cruz de Tenerife)
- VII Encuentros para la Enseñanza de la Astronomía, celebrados en el Museo de la Ciencia y el Cosmos (1-8 julio, La Laguna, Tenerife)
- III Jornadas de Enseñanza de la Física y la Química (23-24 noviembre, Madrid)

Se atienden 152 solicitudes y consultas hechas por distintos colectivos: medios de comunicación, instituciones, profesores, estudiantes, aficionados, etc.

### Colaboraciones de Cosmoeduca

Se colabora con materiales didácticos en la asignatura de Comunicación de resultados científicos y Didáctica, del Máster en Astrofísica de la Universidad de La Laguna, en la parte del programa "Unidades didácticas" desarrollada por C. del Puerto.

Se renueva el Convenio de colaboración entre el Museo de la Ciencia y el Cosmos y el Proyecto Cosmoeduca cuyo objetivo principal es poder

# COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN

Durante el año se han seguido dando charlas y conferencias de Astrofísica en sociedades culturales y centros docentes, dentro y fuera de las Islas Canarias.

Esta actividad tiene un complemento notable en el Museo de la Ciencia y el Cosmos del Cabildo de Tenerife. El IAC participa intensamente en muchas de las actuaciones del Museo y colabora con su programa de actividades.

## CARTAS DE AFICIONADOS

Durante este año se han contestado 122 cartas y correos electrónicos de aficionados, además de multitud de consultas vía página Web (unas 85 consultas aproximadamente), la mayoría de los cuales solicitaban información de carácter general sobre Astronomía, el IAC y sus Observatorios; algunas de ellas, en cambio, exponían teorías propias sobre temas astronómicos y/o preguntas sobre un tema determinado que han requerido una contestación más detallada por parte de un especialista en la materia planteada.

## COLABORACIONES CON LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN

Se ha ofrecido un asesoramiento y apoyo continuo a distintas revistas de divulgación científica, así como a los medios de comunicación locales y nacionales, en temas relacionados con Astrofísica, el IAC, sus Observatorios y otro tipo de noticias científicas (214 consultas telefónicas y más de 150 vía correo electrónico).

En el año 2007, el IAC fue noticia en 1.193 ocasiones.

Han continuado las solicitudes de permisos para la realización de reportajes para televisión y revistas, tanto nacionales como extranjeras.

## ASESORÍA CIENTÍFICA

Desde mayo de 1999, el Gabinete de Dirección cuenta con un astrofísico del IAC cuyo trabajo prioritario es supervisar, desde el punto de vista científico los contenidos de las ediciones y actividades de divulgación que edita y organiza el Gabinete.

Por otro lado está involucrado también en algunas tareas de gestión, siendo responsable del Servicio Informático Específico (SIE) del Gabinete.

Otra de sus labores consiste en atender a las

numerosas consultas de particulares e instituciones que se reciben en el Gabinete sobre dudas relacionadas con la Astronomía. En ocasiones es el Asesor Científico el que interviene directamente en programas de radio o de televisión o es entrevistado por la prensa. También se hace cargo de la organización y atención a algunos grupos que visitan la sede del Instituto, en La Laguna, y/o el Observatorio del Teide.

Organiza además, las actividades de la estancia en el IAC de los "European Union Contest for Young Scientists".

Finalmente participa en la organización de exposiciones y ferias sobre las actividades del IAC.

## BECARIOS

### *Comunicadores en formación*

El IAC ofrece la posibilidad de que futuros periodistas y comunicadores establezcan contacto con la ciencia y la tecnología que se realiza en nuestro país, y concretamente con la investigación astronómica y los proyectos de desarrollo tecnológico que se desarrollan en este Instituto.

De ahí que, todos los años como continuación al programa de becas para periodistas en formación que ofrece el Gabinete de Dirección iniciado en 1999, estudiantes o licenciados en Periodismo y alumnos que terminan su máster en Comunicación de la Ciencia de distintas universidades españolas realicen prácticas de periodismo científico en el IAC. Es una manera de formar in situ a futuros profesionales que les gusta la divulgación científica para después inyectarlos en el mercado de la comunicación, con la ventaja de que lo harán conociendo de cerca los problemas que tienen los centros de investigación a la hora de comunicar sus resultados.

Tras un proceso de selección este año han realizado prácticas de formación en el Gabinete:

- *Gara Mora Carrillo*, Máster de Comunicación Científica de la Universidad Carlos III de Madrid. Trabajos de apoyo a ediciones, información y divulgación, y de manera especial en actividades ligadas a la explotación divulgativa y promoción del Banco de Imágenes Astronómicas del IAC (BIA).

- *Susana Pérez Holgueras*, Máster de Comunicación Científica de la Universidad Carlos III de Madrid. Trabajos de apoyo a ediciones, información y divulgación en el marco del Proyecto "Programa de Formación de Comunicadores con Proyección

razones para creer en la Astrología" *I. Rodríguez Hidalgo*

- "El origen del Universo" *B. Ruiz Cobo*

- "Amenazas del cielo" *A.R. López Sánchez*

- "Historias de Marte" y "Fuentes de energía y sus implicaciones medioambientales" *M. Vázquez*

- "La comunicación de los resultados científicos" *R.J. García López*

- "Las pirámides de Güímar" *C. Esteban López*

### **Curso "INICIACIÓN A LA ASTRONOMÍA" dentro del Programa Universidad para Mayores de la Universidad de La Laguna**

Dentro de este Programa para Mayores de la Universidad de La Laguna, la investigadora del IAC *A. M. Varela* impartió dos cursos, de 15 horas cada uno, celebrados en la Universidad de La Laguna y en el Centro Cultural de la Villa de Adeje.

## **OTRAS ACTIVIDADES**

### **PRESENCIA EN "AULA 2007"**

El IAC estuvo presente en el Salón Internacional del Estudiante y de la Oferta Educativa «Aula 2007», que se celebró en el Parque Ferial Juan Carlos I de Madrid, entre el 7 y el 10 de marzo.

"Aula" es un Salón monográfico dedicado a la información y orientación sobre estudios y profesiones, organizado por la Feria de Madrid (IFEMA), con el patrocinio del Ministerio de Educación y Ciencia y la participación de la mayor parte de instituciones y organizaciones relacionadas con el tema educativo. Más de 134.000 visitantes eligieron Aula como plataforma de información, este año contó con 20.000 m<sup>2</sup> de exposición en la que participaron unas 350 empresas de 13 países.

El IAC, representado en esta feria por M.C. Anguita y G. Mora del Gabinete de Dirección, mostró a través de material divulgativo del IAC y de una serie de folletos elaborados para esta ocasión conjuntamente con otros organismos nacionales de investigación, su oferta educativa y de divulgación.

### **FERIA DE LA JUVENTUD CANARIA**

Esta Feria celebrada del 22 al 24 de marzo en las instalaciones de la Recinto Ferial de Santa Cruz de Tenerife estuvo organizada por la Dirección General de Juventud y la Fundación Canaria de Juventud "IDEO" en colaboración con varias Consejerías del Gobierno de Canarias.

La Feria estaba dividida en distintos espacios temáticos que representaban los grandes campos donde los jóvenes desarrollan sus actividades y acciones cotidianas (empleo, educación, salud, deportes, cultura, etc). El IAC estuvo presente a través de un stand, sobre nuestros productos divulgativos, situado en el espacio temático dedicado a Ciencia e Investigación donde también estaban presentes stands de otros centros regionales de investigación.

### **STARLIGHT**

El 19 y 20 de abril tuvo lugar la "*Conferencia Internacional en Defensa de la Calidad del Cielo Nocturno y el Derecho a la Observación de las Estrellas*", que se celebró en La Palma.

Esta conferencia fue el lanzamiento de la iniciativa "Starlight", concebida como una campaña internacional, abierta a la participación de todas las instituciones y asociaciones científicas, culturales y ciudadanas relacionadas con la defensa del firmamento.

Los objetivos de "Starlight" son:

- Reforzar la importancia que los cielos limpios tienen para la humanidad, realizando y dando a conocer el valor que este patrimonio en peligro posee para la ciencia, la educación, la cultura, el turismo, y evidentemente, como factor calidad de vida.

- Difundir los beneficios directos e indirectos, tecnológicos, económicos o culturales, asociados a la observación de las estrellas.

- Hacer un llamamiento internacional sobre la necesidad de limitar los impactos sobre la calidad de observación del cielo relativo a la contaminación lumínica, radioeléctrica y atmosférica, incluyendo el impacto de las rutas aéreas sobre las áreas de observación astrofísica.

- Promover la Declaración Mundial sobre el Derecho a la Luz de las Estrellas como patrimonio común de la humanidad.

Los organismos que han promocionado la iniciativa son la Reserva de Biosfera de la isla de La Palma, el Ministerio de Medio Ambiente, el Gobierno de Canarias, UNESCO y el Instituto de Astrofísica de Canarias IAC.

Más de 250 personas procedentes de más de 25 países asistieron a la Conferencia, y participaron activamente en la elaboración de LA DECLARACIÓN EN DEFENSA DEL CIELO

Internacional".

- *Nadjeida Vicente Cabañas*, Licenciada en Periodismo. Trabajos de apoyo a ediciones, información y divulgación, y de manera especial en actividades ligadas a las relaciones con los medios de comunicación.

- *M. Teresa Bermúdez Villaescusa*, Licenciada en Ciencias de la Información.

- *Raquel Soto Llácer*, cursando estudios de Comunicación Audiovisual.

#### Otros becarios

- *Inés Bonet Márquez*, Licenciada en Bellas Artes por la Universidad de La Laguna. Trabajos de apoyo a ediciones, información y divulgación, y de manera especial en trabajos relacionados con la producción de audiovisuales.

- *Iván Jiménez Montalvo*, Máster de Comunicación Científica de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona. Trabajos de apoyo a ediciones, información y divulgación, y de manera especial en trabajos relacionados con la producción de audiovisuales.



### GESTIÓN DE LA COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN EXTERNA DEL Gran Telescopio CANARIAS (GTC)

Dado que el Instituto de Astrofísica de Canarias es la entidad promotora del Gran Telescopio CANARIAS (GTC), el IAC, a través de su Gabinete de Dirección, y GRANTECAN S.A., tienen un contrato firmado, desde octubre de 1999, cuyo fin es la gestión y organización de tareas de información, divulgación y actos relacionados con el GTC.

Desde la firma de este contrato se han elaborado y enviado a los medios de comunicación 79 notas de prensa sobre temas relacionados directamente con el Gran Telescopio CANARIAS, lo que ha dado lugar a una repercusión en prensa de más de 1.576 noticias (357 e



que se han organizado hay que destacar:

#### "GTCdigital"

Desde octubre de 2002 se puso en marcha el "GTCdigital" que es una iniciativa que nace con la intención de proporcionar información viva actualizada sobre el progreso y novedades del Gran Telescopio CANARIAS (GTC), difundiendo ciencia y dirigiéndose a todos los públicos. En el 2007 se han publicado los siguientes boletines:

- Febrero: "Controlando el tiempo I" y "Los nombres



de los primeros".

- Marzo: "Controlando el tiempo II... y GePeSeando" (con vídeo).

- Mayo: "El GUACAMOLE en su punto" (con vídeo) y "Opiniones: la visita de CIRCE".

- Septiembre: "Y llegó la luz" y "Los nombres de los segundos" (con vídeos).

- Octubre: "Science must go on" (con vídeos) y "Empecemos a jugar ..." (con vídeos).

- Noviembre: "El espejo primario, pieza a pieza" (con vídeo).

- Diciembre: "El GTC y la cosmología".

## CURSOS ESPECIALES

### Curso "CIENCIA E IRRACIONALIDAD EN LA CULTURA CONTEMPORÁNEA"

Organizado en el marco de los cursos interdisciplinarios 2005 del Vicerrectorado de Extensión Universitaria de la Universidad de La Laguna, el curso "Ciencia e irracionalidad en la cultura contemporánea", celebrado en la Facultad de Psicología, contó con la participación de varios investigadores del IAC. Como en años anteriores, el curso estuvo dividido en dos módulos, uno titulado "Un panorama de la Ciencia contemporánea" (3-31 de marzo) y otro titulado "El individuo, la sociedad y las pseudociencias" (del 7-28 de abril). El título de las charlas y los investigadores que intervinieron por parte del IAC fueron los siguientes:

- "¿Qué es esa cosa llamada Ciencia?" y "Cinco

El IAC estuvo presente en este evento internacional con un espacio propio en el stand de España, gracias a un acuerdo suscrito con la FECYT. A. Gutiérrez Domènech y M. Gómez atendieron a los visitantes que se interesaron por la ciencia y los proyectos divulgativos desarrollados por el IAC. Desde el stand se realizaron tres retransmisiones, a través de la Web, desde el telescopio THEMIS donde estaban trabajando varios astrónomos observando el Sol. Las personas congregadas en el pabellón español del salón pudieron hacer preguntas a los astrónomos y observar cómo se trabaja en este tipo de instalaciones para la puesta a punto de la instrumentación y la toma de medidas.

Más información de este evento en: <http://www.european-research-exhibition.com/>

Retransmisión para los asistentes a los VII Encuentros para la Enseñanza de la Astronomía

El Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife organizó, del 2 al 8 de julio, las jornadas bianuales conocidas como "Encuentros para la Enseñanza de la Astronomía", que congregaron a unos 80 profesores. Estas jornadas contaron con un interesante programa científico de comunicaciones

orales, talleres, pósteres, muestra de artilugios astronómicos y visitas a la sede central del IAC y sus Observatorios en Tenerife y La Palma.

En el marco de estas jornadas se realizó un taller de "Teleastronomía", impartido por A. Rosenberg. En el telescopio IAC-80 se instalaron cámaras Web con control remoto, lo que permitió que los profesores de astronomía congregados en el Museo realizaran una visita virtual al mismo. La interacción entre profesores y astrónomo fue excelente y la valoración de esta herramienta de divulgación fue muy positiva por parte de todos los presentes.

### **SEMANA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA 2007 - LA PALMA - TENERIFE**

El Instituto de Astrofísica de Canarias ha organizado y coordinado varios eventos de divulgación de la ciencia durante la Semana de la Ciencia 2007 celebrada en el mes de noviembre.

Estas actividades se han dirigido a niños, adolescentes, tercera edad, público general, etc., y tienen como objetivo la mejora de la percepción de la ciencia en la sociedad canaria.



El día 6 de noviembre se llevó a cabo el taller de "Teleastronomía" desde el telescopio IAC-80 dirigido a los Centros de Profesores de Santa Cruz de La Palma y Los Llanos de Aridane (La Palma) e Icod de los Vinos (Tenerife). A través de esta retransmisión en directo con cámaras Web, instaladas en la sala de control y en la cúpula, profesores y alumnos pudieron formular preguntas al astrónomo sobre las observaciones que realiza, así como de cualquier tema relacionado con la Astronomía.



El día 7 de noviembre, se pudo observar cómo trabaja un astrónomo en el telescopio IAC-80. Este día la retransmisión fue para las personas que estaban reunidas en el Museo de la Ciencia y el Cosmos del Organismo Autónomo de Tenerife y en el Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología en Gran Canaria.

Un año más, el IAC estuvo en la IV Feria de la Ciencia, organizada por el Excmo. Ayuntamiento

## NOCTURNO Y EL DERECHO A OBSERVAR LAS ESTRELLAS, en la que se expone:

- "El derecho a un cielo nocturno no contaminado que permita disfrutar de la contemplación del firmamento, debe considerarse como un derecho equiparable al resto de los derechos medioambientales, sociales y culturales".

- "Ha de promoverse el uso inteligente de la iluminación artificial de tal forma que el resplandor que provoca en el cielo se reduzca a un mínimo aceptable, evitando igualmente los impactos nocivos sobre los seres humanos, la flora y la fauna".

- La Conferencia aprueba elevar ante la UNESCO y el Gobierno de España para su tramitación la propuesta de declaración del 20 de abril como "Día Mundial en favor del Derecho a la Observación de las Estrellas".

Más información: <http://www.starlight2007.net/>

### "Noche de las estrellas en Internet"

El 17 de mayo de 2007 se celebró "el Día de Internet", y con motivo de esta celebración el Gabinete de Dirección organizó la "Noche de las estrellas en Internet". El evento se dirigió al público convocado en los 14 cibercentros que el Proyecto La Palma Digital ha desarrollado en la Isla.

Las personas allí congregadas pudieron visitar virtualmente las instalaciones del Observatorio del Roque de los Muchachos a través de cámaras Web situadas en el Observatorio.

El programa en directo, incluía:

- Presentación del Insitituto de Astrofísica de Canarias y sus Observatorios del Roque de Los Muchachos y del Teide.
- Una visita virtual a los Observatorios.
- Observación, en tiempo real, de la puesta de Sol y la observación de imágenes obtenidas durante la noche, a través del Telescopio IAC-80.

Más información de esta actividad y vídeos de las retransmisiones en: <http://www.lapalmadigital.org/diaestrellas/index.htm>

*Actividades Paralelas organizadas por el IAC para la Conferencia Internacional Starlight 2007*

- Itinerancia de la Cosmoneta con talleres. Entre los días 17 y 20 de abril, el Gabinete de Dirección, con la colaboración del Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife, organizó la itinerancia de la

Cosmoneta por los municipios de Garafía, Los Llanos de Aridane y Santa Cruz de La Palma. Los talleres didácticos programados estuvieron dirigidos a estudiantes palmeros que cursaban la ESO.

- Planetario Galactarium. Se organizó, con la colaboración de la empresa Atrodidáctico, pases al Galactarium: un planetario con tecnología digital que proyecta multimedia en toda la cúpula. Los asistentes disfrutaron de este planetario que se ubicó el día 18 de abril en Los Llanos de Aridane y los días 19 y 20 de abril en Santa Cruz de la Palma.

- Exposición de estructura modular. En el Convento de San Francisco, del 16 al 20 de abril, se expuso una estructural modular de gran tamaño sobre el Gran Telescopio CANARIAS (GTC). Dicha estructura contenía fotos en gran formato tanto del mencionado Telescopio como de los observatorios astrofísicos del Roque de los Muchachos (La Palma) y del Teide (Tenerife).

- Exposición COSMOCOLOR. En el Palacio de Salazar, del 16 al 20 de abril, se expuso COSMOCOLOR, con las mejores fotografías del cielo obtenidas por los astrónomos aficionados que participaron en "Fotocósmica", un concurso organizado por el IAC con el fin de crear el Banco de Imágenes Astronómicas (BIA).

- Se colgó de la fachada del Cabildo Insular de La Palma una réplica 1:1 del Espejo Primario del Gran Telescopio CANARIAS GTC.

### *Retransmisión para el Pabellón de España en el Salón de la Ciencia y la Tecnología de París*

El Ministerio francés de Investigación y el Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS) organizaron, con el patrocinio de la Comisión Europea, el "Salón Europeo de la Investigación y de la Innovación 2007", en París. El salón reunió, del 7 al 9 de junio, a los principales actores europeos de los círculos científicos, empresariales e institucionales, así como público en general.

Los visitantes de este evento fueron investigadores, profesores, ingenieros, estudiantes, directivos y personal de investigación de importantes empresas, públicas y privadas.



de la Ciencia, fue presentado en Madrid el libro "Comunicar la ciencia". El libro, editado por Cotec (Fundación para la Innovación Tecnológica), ha sido elaborado por Luis Antonio Martínez Sáez, Jefe del Gabinete de Dirección del IAC.

De carácter práctico, en el libro se analiza el papel y la responsabilidad que han de asumir los gabinetes de comunicación de los centros de investigación y desarrollo de tecnología, así como los propios investigadores, a la hora de impulsar el conocimiento en la ciudadanía.

## BIA



o Divulgaciencia (La Rioja). También ha estado representado en el congreso internacional "Communicating Astronomy to the Public", que tuvo lugar en Atenas (Grecia) en el mes de octubre. De forma cronológica, nuestras actuaciones de promoción del Proyecto Telescopio Liverpool, han sido:

- Feria AULA (Madrid, 7-11 marzo)
- Feria de la Juventud Canaria 2007 (Santa Cruz de Tenerife, 22-24 marzo)
- Conexión vía Internet con los telecentros de La Palma (La Palma, 17 mayo)
- VII Encuentros de ApEA (Asociación para la Enseñanza de la Astronomía). Museo de la Ciencia y el Cosmos (La Laguna, Tenerife, 1-8 julio)
- Congreso "Communicating Astronomy to the Public" (Atenas, Grecia, 8-12 octubre)
- TeleAstronomía (CEPs de Los Llanos de Aridane y Santa Cruz de La Palma, La Palma, y CEP de Icod de los Vinos, Tenerife, 6 noviembre)
- TeleAstronomía (Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife y Museo Elder de Las Palmas de Gran Canaria, 7 noviembre)
- Feria de la Ciencia (La Orotava, Tenerife, 11



## (BANCO DE IMÁGENES ASTRONÓMICAS)

En el 2007 se creó el portal Web del Banco de Imágenes Astronómicas (BIA) para la utilización del mismo por escolares, aficionados, astrofísicos, medios de comunicación y público en general. Esta herramienta comprende una amplia gama de imágenes del Universo lejano, de nuestro Sistema Solar y además, incluye fotografías de los telescopios del IAC y de eventos sociales e ilustraciones, animaciones y vídeos. El material del BIA podrá ser usado para muy diversos fines: unidades didácticas, charlas divulgativas, publicaciones en prensa, ocio, etc.



Para ello se contrataron los servicios de la Agencia Espacial Europea, que ya dispone de un software adaptado para su propio Banco de Imágenes (simplicity), y que se encargaron de la adaptación del mismo para la Web del IAC.

Este archivo ha llevado consigo un amplio proceso de documentación realizado por G. Mora, para que cada imagen tenga un pequeño resumen del objeto, el nombre y características del instrumento con el que fue tomado asociado a una serie de palabras clave que sirven para la búsqueda y localización por parte de los usuarios.

## Telescopio Liverpool

Gracias a un acuerdo establecido en el 2003 con la Universidad John Moore Liverpool (Reino Unido) se ha conseguido que se reserve un 25% del tiempo del telescopio robótico Liverpool (LT) gestionado por la comunidad española para "su uso por escolares y aficionados españoles".

Durante el 2007 se ha realizado la promoción de este Proyecto en las islas de La Palma, Tenerife y Gran Canaria, además de participar en ferias e iniciativas nacionales tales como AULA (Madrid),



de la Villa de la Orotava. D. Sánchez y L. Calero atendieron a todos aquellos visitantes interesados en observar el Sol en directo y en los proyectos divulgativos que gestiona el Gabinete de Dirección. A. Rosenberg y G. Mora, que también atendieron a los visitantes del stand, impartieron dos charlas: el primero sobre telescopios robóticas y la segunda sobre el Banco de Imágenes Astronómicas (BIA).

Durante la segunda y tercera semana de noviembre, se ubicó en el Liceo Taoro de la Orotava la exposición de astrofotografía COSMOCOLOR en la que se mostraron algunas de las mejores imágenes del cielo obtenidas por los astrónomos aficionados que participaron en "Fotocósmica", un concurso organizado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) con el fin de crear un Banco de Imágenes Astronómicas para acercar la belleza del Universo a centros de enseñanza, medios de comunicación, investigadores y público en general. El 30 de noviembre, como última actividad de la Semana de la Ciencia, se organizó desde el Gabinete de Dirección en colaboración con el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife,



una jornada de visitas guiadas a la sede central del IAC en La Laguna.

Más de un centenar de personas de diversos colectivos vieron incentivado su interés por la Astronomía tras visitar el Museo, disfrutar de una charla sobre los complejos telescópicos del Archipiélago Canario y recorrer los talleres y laboratorios del Área de Instrumentación del IAC. Los participantes de esta jornada fueron estudiantes del Aula para mayores de la Universidad de La Laguna, alumnos del IES San Matías, estudiantes de módulos profesionales relacionados con la tecnología y miembros de la Casa de la Juventud de Tegueste, entre los que se encontraba un grupo de inmigrantes del colectivo Deamenac (Dispositivo de emergencia y asistencia a menores no acompañados).

Más información de estas dos actividades en: <http://www.iac.es/semanaciencia07/index.html>

### Publicación del libro "Comunicar la ciencia"

El pasado 20 de noviembre, durante una sesión satélite del IV Congreso Comunicación Social

## VISITAS A LAS INSTALACIONES DEL IAC



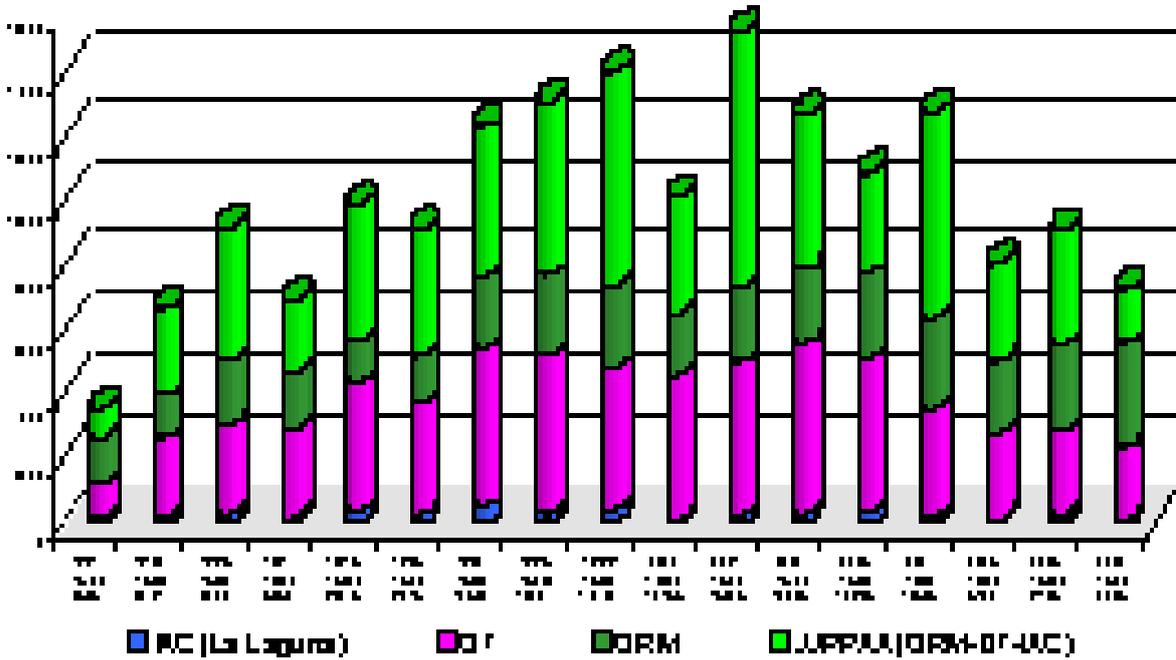
### VISITAS ORGANIZADAS

En el año 2007 visitaron el IAC un total de 7.275 personas entre alumnos de diferentes centros de enseñanza, participantes en congresos, equipos de filmación y particulares. El Observatorio del Teide recibió 2.288 visitantes y el del Roque de los Muchachos 4.687, de los cuales 1.448 visitaron el ORM durante las «visitas concertadas» y Jornada de Puertas Abiertas. La propia sede del IAC, el Instituto de Astrofísica, recibió 300 visitantes, de los cuales 200 visitaron el IAC durante la Jornada de Puertas Abiertas.

*"Visitas concertadas" al Observatorio del Roque de los Muchachos*

El número de visitantes que accedieron a las instalaciones del Observatorio durante el año 2007 fue de 4.687 personas. De ellos, 1.448 lo hicieron a través de alguna de las cinco Jornadas de Visitas Concertadas que se celebraron en los meses de junio, julio y agosto. La primera de ellas, el 10 de junio, a la que asistieron 176 personas, conmemoró el Año Internacional de la Helió física, coincidiendo con el

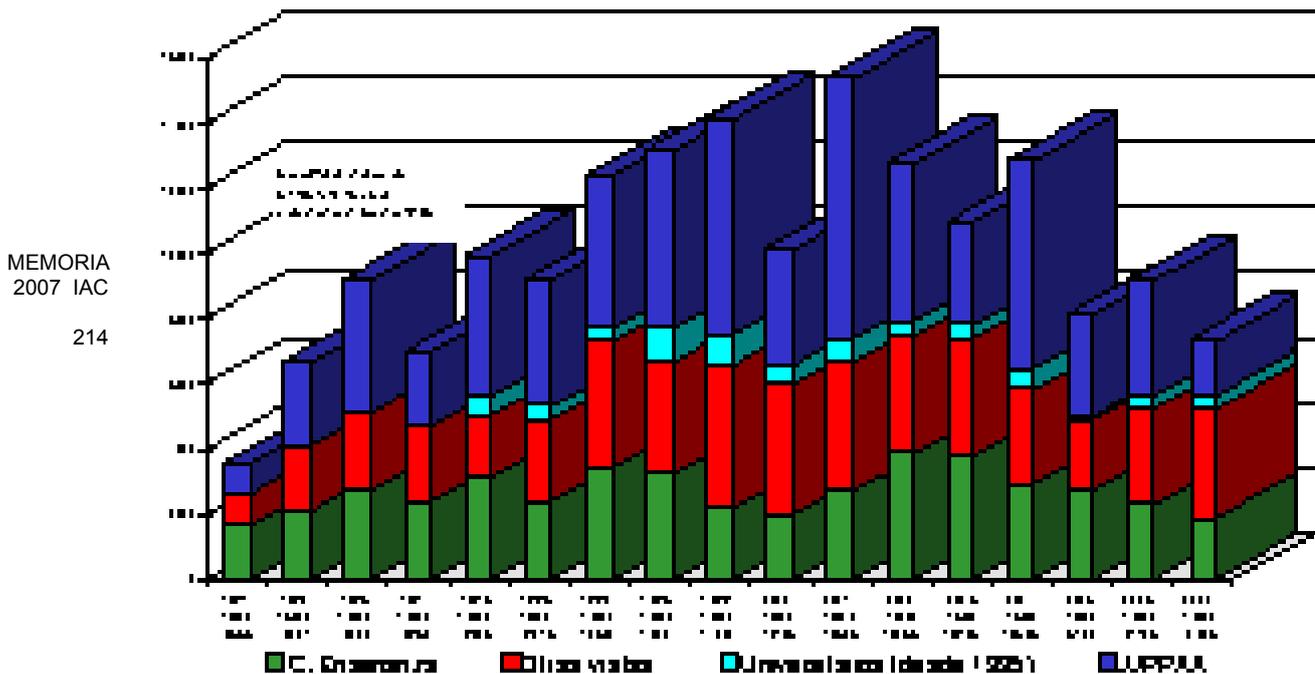
**Evolución de las visita a las instalaciones del IAC  
(1991 - 2007)**



**Jornada de Puertas Abiertas para el municipio de Garafía**

El 17 de agosto, el IAC organizó una Jornada de Puertas Abiertas y la tradicional comida para el municipio de Garafía en el Observatorio del Roque de los Muchachos a la que asistieron 175 personas.

**Evolución de los distintos tipos de visita a las instalaciones del IAC  
(1991 - 2007)**



## OTRAS VISITAS

El IAC y sus Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos constituyen un obligado punto de encuentro de la comunidad astronómica internacional y, por ello, anualmente reciben visitas de científicos (también de ingenieros y técnicos) procedentes de todo el mundo. Muchos de ellos vienen a observar con los telescopios instalados en los Observatorios, tras haber solicitado y conseguido el tiempo de observación que asignan los comités correspondientes. Otros vienen a colaborar con el personal del Instituto que trabaje en su mismo campo, a impartir un curso o a dar una charla o a asistir a las numerosas reuniones científicas celebradas en Canarias.

## Y ADEMÁS

Aparte de científicos, ingenieros y técnicos, el IAC y sus Observatorios también reciben otro tipo de visitas institucionales y con fines diversos, algunas de las cuales se destacan a continuación:

### **La Comisión de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica del Senado**

Una representación de la Comisión de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica del Senado, encabezada por su Presidente, Carlos Chivite, visitó los días 26 y 27 de noviembre las instalaciones del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y sus Observatorios del Teide (Tenerife) y del Roque de los Muchachos (La Palma)

A su llegada a Tenerife, el lunes 26, visitaron la sede del Instituto de Astrofísica de Canarias en La Laguna y el Observatorio del Teide. Tras su traslado a La Palma, la jornada concluyó con una cena en la Residencia del Observatorio del Roque de los Muchachos.

El martes, día 27, visitaron el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma), donde recorrieron sus instalaciones y conocieron los Proyectos más importantes, en especial el Gran Telescopio CANARIAS (GTC), acompañados por José Miguel Rodríguez Espinosa, Director Científico de dicho Proyecto.

El GTC sigue avanzando en su fase de pruebas. Ya cuenta con 24 de sus 36 segmentos y está previsto que en el mes de diciembre empiecen a probarse algunas facetas del sistema de control, como el seguimiento. En cuanto a la instrumentación, OSIRIS, fabricado en el IAC, está ya en su fase final de integración, antes de su traslado al Observatorio del Roque de los Muchachos; y ya han terminado las pruebas de aceptación del instrumento CanariCam en Florida (EEUU).

### **Visita Ministro Industria, Turismo y Comercio**

El Ministro de Industria, Comercio y Turismo Joan Clos visitó, el pasado 10 de noviembre, el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma).

En la visita estuvo acompañado por el Sudelegado del Gobierno, José A. Batista; Pedro Alvarez, Director de GRANTECAN S.A.; José M. Rodríguez Espinosa, Director Científico del Proyecto Gran Telescopio



*Durante la visita a las instalaciones del telescopio GTC.*



*El Ministro con el Director de GRANTECAN S.A. durante la visita al telescopio GTC.*

CANARIAS (GTC) y por el Administrador del Observatorio, Juan C. Pérez Arencibia. El Ministro visitó los telescopios MAGIC, GTC, INT, la torre solar sueca y WHT – donde llevó a cabo una



*El Ministro después de la noche de observación.*

| <b>NOMBRE</b>   | <b>FECHA</b> | <b>PROCEDENCIA</b>   |
|---|--------------|--|
| Delegaciones de miembros de:<br>Confederación de Sociedades Científicas de España<br>Comisión de Educación y Ciencia de las Cortes<br>Comisión de Industria, Turismo y Comercio de las Cortes | Enero        |  |
| Miembros de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología  | Febrero      |  |
| D. BRUCE CARMICHAEL<br>D. JEFF KENNEY<br>DÑA. MEG URRY<br>D. ANDY SZYMKOWIAK<br>D. PIETER VAN DOKKUM  | Febrero      | Yale Centre of Astronomy and Astrophysics  |
| D. LADISLAV MIKO  | Abril        | Director de Medio Ambiente de la Comisión Europea  |
| D. SERGIO BARBANTI<br>D. SILVIO PELIZZOLO<br>D. JOSÉ C. DE BLASIO   | Abril        | Cónsul General de Italia en España<br>Cónsul de Italia en S/C de Tenerife<br>Cónsul de Italia en Las Palmas de G/C |
| D. WOLF-ROTHART BORN<br>D. ARNULF BRAUN   | Agosto       | Embajador de la República Federal de Alemania en España<br>Cónsul de la República Federal de Alemania en Canarias  |
| D. LUIS DIEZ  | Agosto       | Jefe de Gabinete del Vicepresidente 2º del Gobierno  |
| D. JOSÉ L. VEGA ALBA  | Septiembre   | Teniente General Jefe del Mando de Canarias  |
| Asistentes al Congreso "9th International Conference of Laser Ablation"   | Septiembre   |  |
| Delegación de Ministros de la República de Senegal  | Octubre      |  |
| D. JOAN CLOS  | Noviembre    | Ministro de Industria, Turismo y Comercio  |
| Delegación de la Mesa y portavoces de la Comisión de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica del Senado   | Noviembre    |  |
| D. HERVÉ PERO   | Diciembre    | Jefe de la Unidad de Infraestructuras de Investigación, Dirección General de Investigación de la Comisión Europea  |
| DÑA. M. LUISA DELGADO   | Diciembre    | Subdirectora General de Coordinación del Plan Nacional del Ministerio de Educación y Ciencia                       |

# SERVICIOS INFORMÁTICOS COMUNES (SIC)

Los objetivos de los Servicios Informáticos Comunes (SIC) durante el año 2005 se han centrado en los siguientes apartados:

- Mantenimiento y mejora de las infraestructuras y capacidades, teniendo en cuentas los procedimientos de Seguridad y Salud.
- Mejora de la organización, calidad y formación.
- Infraestructuras de las bases de datos del IAC.
- Ampliación del sistema de comunicaciones en el IAC.
- Puesta en marcha del nodo de supercomputación del IAC/CALP.

El cometido principal del SIC es prestar al usuario del IAC todos los servicios necesarios para la realización de su trabajo dentro del Área donde se encuentre. Esta labor consume gran parte de los recursos del SIC. Al ser la informática una rama de la tecnología en constante evolución, el SIC emplea también sus recursos en la mejora, actualización y puesta al día de sus propios recursos en beneficio del usuario. Para aumentar la interacción entre los usuarios y el SIC, existe el Comité de los Servicios Informáticos (CSI) y la carta de servicios. Dentro de los objetivos mencionados anteriormente el SIC ha desarrollado, a través de sus distintos grupos las siguientes tareas y proyectos.

## GRUPO DE SISTEMAS Y COMUNICACIONES (GSC)

### Proyecto de comunicaciones

A lo largo del 2007 y siguiendo con el proyecto de mejora de la red de comunicaciones del IAC y Observatorios iniciado en el 2005, se ha completado gran parte del proyecto.

La instalación de la electrónica de enlace, troncales y equipos ópticos se realizó en las siguientes fechas:

- Febrero en el OT
- Marzo en el IAC
- Abril en el ORM
- Mayo en el CALP

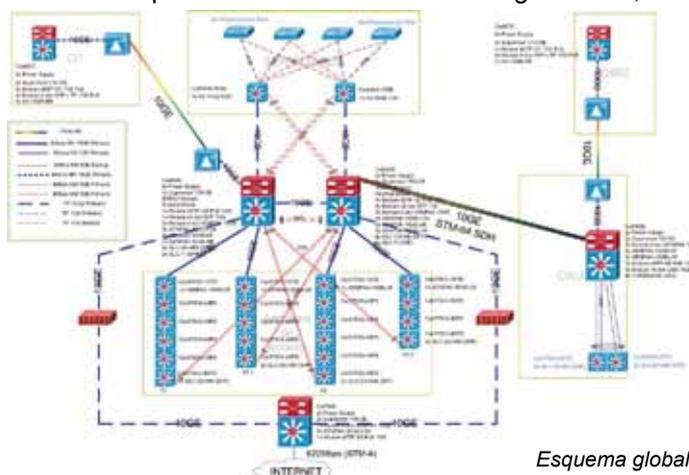
En enlace submarino de 10 Gbps entre el CALP y el IAC comenzó a funcionar el 15 del mes de junio. A finales de octubre de se completó la instalación de la fibra óptica entre el ORM y el punto de interconexión y pocos días después entró en

funcionamiento la línea de 10 Gbps ORM-CALP-IAC.

El año 2007 terminó sin haber podido conseguir los permisos necesarios para el despliegue de fibra óptica en Tenerife. A la hora de redactar esta Memoria esos permisos están prácticamente concedidos, se espera tener ya inaugurada también la línea de 10 Gbps entre el OT y el IAC en el verano del 2008.

### Superordenador LaPalma (Red Española de Supercomputación)

En julio de 2007 finalizó la instalación del Supercomputador LaPalma en el Centro de Astrofísica de La Palma (CALP). Fue cedido por el BSC-CNS y pasó a formar uno de los siete nodos de la Red Española de Supercomputación, proyecto impulsado por el Ministerio de Educación y Ciencia. El coste de mantenimiento de la máquina corre a cargo del IAC, así como su administración,



Esquema global de la nueva red del IAC.

dos servidores para bases de datos, instalación y configuración en réplica. Unificación de los tres servidores existentes en esta nueva configuración.

#### Herramientas colaborativas

Estudio e instalación de las herramientas colaborativas y de gestión de contenido eGroupware, TWiki, phpScheduleit y Joomla.

#### Proceso del CAT (Comisión para la Asignación de Tiempo)

Comienzo de la versión 2.0 reprogramación de la capa de acceso a datos en Java para optimizar el funcionamiento e independización del servidor de aplicaciones. Modificación de la aplicación para incluir los cambios necesarios para la entrada al CAT del GTC, en coordinación con el grupo de Control de GRANTECAN S.A.

#### Actualizaciones de software

Software para la Biblioteca (Glas, 2 versiones), Proyecto integrado de Nóminas y RRHH: (Epsilon, 11 versiones), Servidor de Aplicaciones de Oracle.

#### Colaboración en Proyectos

Proyecto de paso de servidores a Red 2: Configuración de los servidores del GDW (continúa).

#### Apoyo a las Áreas

Visita de la Winter School y Summer School 2007, proceso bianual del Comité de Asignación de Tiempos CAT del IAC, apoyo a los procedimientos de Seguridad y Salud del IAC (Comisión de Emergencias), a la Comisión de Formación Continua del IAC (COF) y al grupo de Calidad del SIC mediante asistencia a reuniones y organización de cursos, supervisión de la conexión directa con los técnicos del Control Horario (Spec) y a los de Grupo Castilla (Epsilon).

#### Tareas continuas

Gestión de la seguridad en el acceso a datos: permisos (altas, bajas y perfiles) de las aplicaciones que accedan a las bases de datos del IAC y gestión de la seguridad de los datos y la confidencialidad del acceso a los mismos en los diversos gestores de bases de datos relacionales, mantenimiento de los servidores y establecimiento de las estrategias de recuperación oportunas en colaboración con los demás departamentos del SIC.

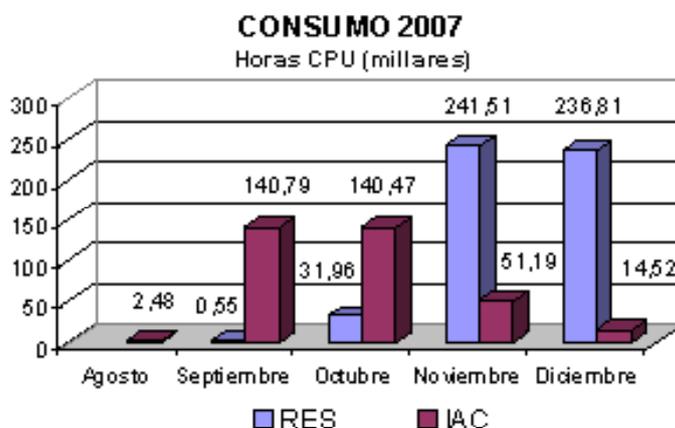
Supervisión de la organización de la Sala de Servidores del IAC.

Mantenimiento de la infraestructura de trabajo en la Intranet del IAC (servidores de desarrollo / producción).

Mantenimiento de licencias y actualización de software de desarrollo para los entornos de acceso a datos (Visual Studio, .NET, Access, Oracle, SQL Server).

Preparación de las aplicaciones del Área de Administración para el ejercicio Contable 2007.

Atención al usuario, resolución de incidencias relativas a las más de 50 aplicaciones mantenidas directamente por el DBD.



#### Software de Help Desk

Apoyo a OPECAU en la instalación y configuración del nuevo software del CAU (continúa).

#### Consultoría de la LOPD (Ley Orgánica de Protección de Datos)

Apoyo en la selección de empresa para realizar la implantación de la LOPD en el IAC.

#### Búsqueda de aplicaciones

Asesoría para adquisición de software de búsqueda de contenidos en la Intranet.

#### GRUPO DE OPERACIONES Y CENTRO DE ATENCIÓN AL USUARIO (GOP/CAU)

Gestión de congresos, de compra de material fungible informático, gestión de almacén, conjunto de portátiles de préstamo, gestión de averías de equipos informáticos e impresoras, instalación de congresos, equipos audiovisuales.

Creación y gestión de más de 3.300 casos, de las cuales unas 2.300 han sido resueltas directamente por el CAU.

la cual es coordinada por el BSC-CNS.

Con una capacidad de procesamiento de 4,5 Teraflops, se posiciona en el puesto 413 dentro de los 500 ordenadores más rápidos del mundo (en noviembre de 2006).

Ficha técnica de Supercomputador LaPalma:

- 512 procesadores PowerPC 2.2 Ghz
- 1 TByte de memoria principal
- 14+10 TBytes de almacenamiento en disco
- Red Myrinet de fibra óptica a 2Gbps para interconectar los procesadores
- Interconexión con la sede del IAC, en Tenerife, a una velocidad de 1 Gbps, ampliable a 10 Gbps

El tiempo de cómputo de la máquina se reparte entre un 80% de la RES y un 20% el IAC que es gestionado por un CAT.

El número de proyectos asignados por la RES durante el primer año de LaPalma han sido 2, mientras que el número de proyectos que hicieron uso del 20% local asciende a 4.

El consumo de tiempo durante 2007 se distribuyó de la siguiente manera:

#### **Sistema de almacenamiento centralizado**

Desde hacía varios años se buscó un sistema de almacenamiento que cubriera las necesidades del IAC, durante 2006 se inició la compra y durante 2007 se procedió a su instalación y puesta en marcha. Este sistema está situado en la gama media de los sistemas de almacenamiento centralizado, y todos sus componentes están redundados y en algunos están en alta disponibilidad, de forma que el fallo de varios componentes no interrumpe el servicio. La capacidad actual son 46,1 Tb, de los que 6,1 Tb son discos de fibra (FC) y el resto son SATA, toda esta capacidad será accesible a la red

del IAC desde 3 servidores que se encargarán de compartirla para equipos con sistema operativo Windows o Unix. También se amplió el sistema de copias de seguridad con una nueva librería con 3 cabezales LTO-3 y una capacidad mínima 38TB, conectada al sistema de almacenamiento por fibra y usando el protocolo NMDP para agilizar la transferencia de datos.

Este sistema permite a los usuarios tener un lugar realmente seguro donde guardar ficheros ya que en este sistema es altamente improbable que se pierda información por un fallo Hardware. Se puede crecer en capacidad al ritmo que se necesite, sin necesidad de cortes en el servicio, es decir, mientras se amplía el espacio que hay disponible se puede estar accediendo con normalidad a los datos. El sistema soporta un gran número de usuarios copiando datos masivamente sin verse afectado el rendimiento de cada uno de ellos incluso si varios usuarios copian simultáneamente ficheros de gran volumen. Los usuarios pueden acceder a sus datos indistintamente desde Windows o Linux y poner los permisos que consideren necesarios para cada uno de sus ficheros. Se hacen copias de seguridad en cinta todos los días, pero este sistema está configurado para hacer copias de seguridad a disco automáticamente cada dos horas entre las 10:00 y las 16:00 horas. así, un fichero que se borró o desapareció a las 11:33, se puede recuperar en el estado que estaba a las 10:00.

#### **Seguridad y conexión VPN**

Con el proyecto de renovación de las redes, se actualizaron también los equipos de seguridad exterior del IAC, los firewalls y los de redes virtuales privadas (VPN). En ambos casos son equipos redundados, y en configuración de alta disponibilidad. Los nuevos firewalls pueden tratar todo el tráfico de red gracias a su capacidad de rendimiento de 5,5GB. En el caso de los servidores VPN se simplifica el proceso para que los usuarios utilicen el servicio, además permite crear perfiles específicos de forma que se pueden cubrir necesidades puntuales sin necesidad de tener acceso a toda la red del IAC.

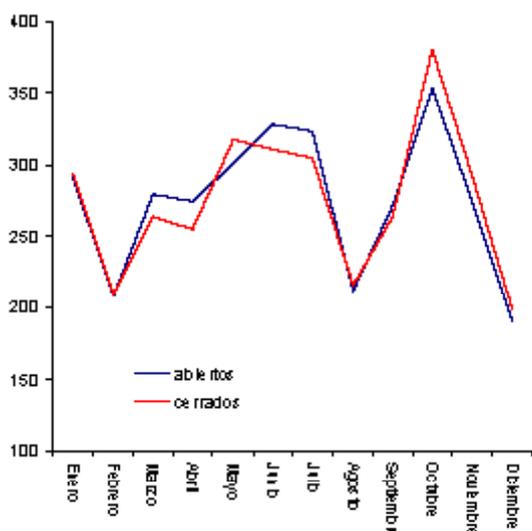
#### **GRUPO DE DESARROLLO Y WEB (GDW)**

##### **Infraestructura Web del IAC**

Instalación de dos servidores en Alta Disponibilidad (HA) para balancear cargas y aumentar la tolerancia a fallos. Adquisición de

*Número de incidencias abiertas y cerradas en cada mes durante 2007.*

Número de incidencias abiertas y cerradas en 2007



# BIBLIOTECA

En 2007, las actividades de la biblioteca se han visto condicionadas por las obras de ampliación de la cafetería del IAC y de la propia biblioteca. La cantina provisional instalada en una parte de la sala de revistas fue trasladada en abril para poder dar comienzo a las obras de la biblioteca. Además, todas las plantas de la biblioteca han tenido que ser reestructuradas para aislar las partes contiguas a la ampliación. El personal tuvo que ser reubicado en un despacho provisional habilitado en el seminario anexo a la biblioteca. A pesar de todos estos cambios y traslados, se ha conseguido mantener en todo momento el acceso a las publicaciones. Está previsto que la ampliación quede terminada en el mes de febrero de 2008.

El personal ha seguido gestionando los diferentes servicios de la biblioteca adquiriendo libros, revistas y otras publicaciones requeridas por los usuarios, prestando libros, ofreciendo acceso online a revistas, manteniendo la Web de la biblioteca, informando y atendiendo a los usuarios, etc.

La colección aumentó en 254 libros y se mantuvieron unas 240 suscripciones a revistas especializadas. Como novedad en 2007, la biblioteca ha participado en el consorcio abierto de AIP (American Institute of Physics) lo que ha permitido ganar acceso a todas sus publicaciones periódicas así como al archivo de volúmenes anteriores de todas. Este año, se han gestionado 136 solicitudes de préstamo interbibliotecario de usuarios internos (131 artículos y 5 libros) y se ha respondido a 13 peticiones externas (12 artículos y 1 libro).

La participación como biblioteca asociada a la Red de Bibliotecas Universitarias y de Investigación (REBIUN) se ha materializado a final de año con la incorporación de los datos del nuestro catálogo de libros y revistas al catalogo colectivo de REBIUN. Con esto, nuestro catálogo ha ganado visibilidad ya que es accesible desde Internet.

Siguiendo con la política de colaboración con la biblioteca del Isaac Newton Group (ING) iniciada en 2006 y para dar servicio al CALP y a los Observatorios, se han renovado las suscripciones conjuntas IAC-ING a dos revistas online (*Astronomy & Astrophysics* y *Nature*) y se ha decidido contratar para 2008 la suscripción a *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*.

En marzo, la documentalista participó en Madrid en el "Seminario sobre la contratación consorciada de recursos electrónicos en el sur de Europa", organizado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECyT), para dar a conocer su proyecto de biblioteca digital (BECyT) y pedir apoyo a las instituciones para llevarlo a cabo. A final de marzo, el Director del IAC envió a la dirección de la FECyT una carta de apoyo al Proyecto.

Para actualizar el equipamiento informático de la biblioteca, se han encargado tres nuevos ordenadores que serán instalados a principios de 2008. Por otro lado, el software de gestión de la biblioteca "GLAS" ha sido actualizado cuatro veces con las nuevas versiones del programa.

En cuanto a la formación del personal, la bibliotecaria-gestora asistió en Madrid a dos cursos "Los recursos electrónicos en la biblioteca híbrida: concepto, entorno y gestión" y "Guía para la puesta en marcha de un repositorio institucional" y a otro organizado en el IAC sobre "Atención al cliente". También, dentro del programa de formación de prevención de riesgos laborales, el bibliotecaria-gestora que forma parte del grupo de primera intervención del IAC, asistió a un curso práctico sobre "Primera intervención en caso de incendios".

A final de año, el Comité de Dirección, previo acuerdo del Comité de Biblioteca, dictó una resolución para cambiar el horario de atención a los usuarios que pasó a ser de 8:00 a 15:30 horas, en vez de desde 8:00 a 16:30 horas, aunque el acceso a la biblioteca sigue siendo de 24 horas para el personal del IAC.

Este año, el comité de biblioteca no se ha reunido de forma presencial pero ha tomado las decisiones y aprobado los documentos que se han ido presentado a través del correo electrónico. En noviembre, al ser elegido Coordinador de Investigación, el Dr. Arturo Manchado dejó vacante su puesto de vocal

# PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

## ARTÍCULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES CON ÁRBITRO

**Williams B.F. et al. (Incluye Aguerri J.A.L.)** "Virgo's Intracluster Globular Clusters as seen by the Advanced Camera for Surveys"  
*Astrophysical Journal*, **654**, 835.

**Jiménez-Reyes S.J.**, Chaplin W.J., Elsworth Y., García R.A., Howe R., Socas-Navarro H., Toutain T. "On the Variation of the Peak Asymmetry of Low- $l$  Solar  $p$  Modes"  
*Astrophysical Journal*, **654**, 1135.

**Trujillo-Bueno J., Asensio-Ramos A.** "Influence of Atomic Polarization and Horizontal Illumination on the Stokes Profiles of the He I 10830Å Multiplet"  
*Astrophysical Journal*, **655**, 642.

**López-Sánchez A.R., Esteban C., García-Rojas J.**, Peimbert M., Rodríguez M. "The Localized Chemical Pollution in NGC 5253 revisited: Results from Deep Echelle Spectrophotometry"  
*Astrophysical Journal*, **656**, 168.

Durrell P.R. et al. (Incluye **Aguerrri J.A.L.**) "The Resolved Stellar Populations of a Dwarf Spheroidal Galaxy in the Virgo Cluster"  
*Astrophysical Journal*, **656**, 746.

Williams B.F. et al. (Incluye **Aguerrri J.A.L.**) "The Metallicity Distribution of Intracluster Stars in Virgo"  
*Astrophysical Journal*, **656**, 756.

**Casuso E., Beckman J.E.** "Galactic Interstellar Gas Cloud Mass Functions: A Simple Quantitative Approach"  
*Astrophysical Journal*, **656**, 897.

**Sánchez-Almeida J.** "A Simple Model for the Distribution of Quiet Sun Magnetic Field Strengths"  
*Astrophysical Journal*, **657**, 1.150.

Phan-Bao N., Osten R.A., Lim J., **Martín E.L.**, Ho P.T.P. "Discovery of Radio Emission from the Tight M8 Binary: LP 349-25"  
*Astrophysical Journal*, **658**, 553.

**Abajas C., Mediavilla E.**, Muñoz J.A., **Gómez-Alvarez P.**, Gil-Merino R. "Microlensing of a Biconical Broad Line Region"  
*Astrophysical Journal*, **658**, 748.

**Sánchez-Almeida J., Marquez I., Bonet J.A., Domínguez-Cerdeña I.** "The Evershed Effect Observed with 0.2 arcsec Angular Resolution"  
*Astrophysical Journal*, **658**, 1.357.

Cole A.A., Skillman E.D., Tolstoy E., Gallagher III J.S., **Aparicio A.**, Dolphin A.E., **Gallart C.**, Hidalgo S.L., Saha A., Stetson P.B., Weisz D.R. "Leo A: A Late-Blooming Survivor of the Epoch of Reionization in the Local Group"  
*Astrophysical Journal Letters*, **659**, L17.

Zucker D.B. et al. (Incluye **Martínez-Delgado D.**) "Andromeda X, A New Dwarf Spheroidal Satellite of M31: Photometry"  
*Astrophysical Journal*, **659**, 21.

Corsini E.M., **Aguerrri J.A.L.**, Debattista V.P., Pizzella A., Barazza F.D., Jerjen H. "The Bar Pattern Speed of NGC 4431"  
*Astrophysical Journal Letters*, **659**, L121.

**Creevey O.L.**, Monteiro M.J.P.F.G., Metcalfe T.S., Brown T.M., **Jiménez-Reyes S.J.**, **Belmonte J.A.** "The Complementary Roles of Interferometry and Asteroseismology in Determining the Mass of Solar-Type Stars"  
*Astrophysical Journal*, **659**, 616.

**Asensio-Ramos A., Martínez-González M.J.**, López-Ariste A., **Trujillo-Bueno J., Collados M.** "A Near-Infrared Line of Mn I as a Diagnostic Tool of the Average Magnetic Energy in the Solar Photosphere"  
*Astrophysical Journal*, **659**, 829.

**Khomenko E., Collados M.** "On the Stokes V Amplitude Ratio as an Indicator of the Field Strength in the Solar Internetwork"  
*Astrophysical Journal*, **659**, 1726.

**Vargas-Domínguez S., Bonet J.A., Martínez-Pillet V.**, Katsukawa Y., Kitakoshi Y., Rouppe van der Voort L. "On the Moat-Penumbra Relation"  
*Astrophysical Journal Letters*, **660**, L165.

**Martínez-Delgado D.**, Peñarrubia J., Juric M., Alfaro E.J., Ivezić Z. "The Virgo Stellar Overdensity: Mapping the Infall of the Sagittarius Tidal Stream onto the Milky Way Disk"  
*Astrophysical Journal*, **660**, 1264.

**Asensio-Ramos A.**, Socas-Navarro H., López-Ariste A., **Martínez-González M.J.** "The Intrinsic Dimensionality of Spectro-Polarimetric Data"  
*Astrophysical Journal*, **660**, 1690.  
Díaz-Santos T., Alonso-Herrero A., Colina L.,

MEMORIA  
IAC 2007  
221

*Astrophysical Journal*, **667**, L195.

Albert J. et al. (Incluye **Costado M.T., Delgado C., García-López R.J., Gaug M., Herrero, Panniello M.**) "MAGIC Upper Limits on the Very High Energy Emission from  $\gamma$ -Ray Bursts"  
*Astrophysical Journal*, **667**, 358.

Bradley C.K., Hynes R.I., Kong A.K.H., Haswell C.A., **Casares J.**, Gallo E. "The Spectrum of the Black Hole X-ray Nova V404 Cygni in Quiescence as Measured by XMM-Newton"  
*Astrophysical Journal*, **667**, 427.

**Scarpa R.**, Falomo R., Lerner E. "Do Local Analogs of Lyman Break Galaxies Exist?"  
*Astrophysical Journal*, **668**, 74.

Cairós L.M., **Caon N., García-Lorenzo B.**, Monreal-Ibero A., **Amorín R.**, Weilbacher P., Papaderos P. "Spectrophotometric Investigations of Blue Compact Dwarf Galaxies: Markarian 35"  
*Astrophysical Journal*, **669**, 251.

Camilo F. et al. (Incluye **Durant M.**) "The Variable Radio-to-X-Ray Spectrum of the Magnetar XTE J1810-197"  
*Astrophysical Journal*, **669**, 561.

Albert J. et al. (Incluye **Costado M.T., Delgado C., García-López R.J., Gaug M., Herrero A., Panniello M.**) "Variable Very High Energy  $\gamma$ -Ray Emission from Markarian 501"  
*Astrophysical Journal*, **669**, 862.

Silich S., Tenorio-Tagle G., **Muñoz-Tuñón C.** "The Pressure-Confined Wind of the Massive and Compact Superstar Cluster M82-A1"  
*Astrophysical Journal*, **669**, 952.

Albert J. et al. (Incluye **Costado M.T., Delgado C., García-López R.J., Herrero A., Panniello M.**) "Constraints on the Steady and Pulsed Very High Energy  $\gamma$ -Ray Emission from Observations of PSR B1951+32/CTB 80 with the MAGIC Telescope"  
*Astrophysical Journal*, **669**, 1143.

Elmegreen B.G., Elmegreen D.M., **Knapen J.H.**, Buta R.J., Block D.L., Puerari I. "Variation of Galactic Bar Length with Amplitude and Density as Evidence for Bar Growth over a Hubble Time"  
*Astrophysical Journal Letters*, **670**, L97.

Chou M.-Y. et al. (Incluye **García-López R.J.**) "A 2MASS All-Sky View of the Sagittarius Dwarf Galaxy. V. Variation of the Metallicity Distribution Function along the Sagittarius Stream"  
*Astrophysical Journal*, **670**, 346.

**García-Rojas J., Esteban C.** "On the Abundance Discrepancy Problem in HII Regions"  
*Astrophysical Journal*, **670**, 457.

Storchi-Bergmann et al. (Incluye **Fathi K.**) "Nuclear Spirals as Feeding Channels to the Supermassive Black Hole: the Case of the Galaxy NGC 6951"  
*Astrophysical Journal*, **670**, 959.

Davies B., Figer D.F., Kudritzki R.P., MacKenty J., Najarro F., **Herrero A.** "A Massive Cluster of Red Supergiants at the Base of the Scutum-Crux Arm"  
*Astrophysical Journal*, **671**, 781.

Stanghellini L., García-Lario P., García-Hernández D.A., Perea-Calderón J.V., Davies J.E., **Manchado A.**, Villaver E., Shaw R.A. "Spitzer Infrared Spectrograph Observations of Magellanic Cloud Planetary Nebulae: The Nature of Dust in Low-Metallicity Circumstellar Ejecta"  
*Astrophysical Journal*, **671**, 1669.

Ahmic M., Jayawardhana R., Brandeker A., Scholz A., van Kerkwijk M.H., **Delgado-Donate E.**, Froebrich D. "Multiplicity among Young Brown Dwarfs and Very Low Mass Stars"  
*Astrophysical Journal*, **671**, 2074.

Adelman-McCarthy J.K. et al. (Incluye **Martínez-Delgado D.**) "The Fifth Data Release of the Sloan Digital Sky Survey"  
*Astrophysical Journal Supplement Series*, **172**, 634.

**López-Corredoira M., Gutiérrez C.M.** "First Tentative Detection of Anisotropy in the QSO Distribution around Nearby Edge-on Spiral Galaxies"  
*Astronomy & Astrophysics*, **461**, 59.

Guetta D. et al. (Incluye **de León J.**) "The Variable X-Ray Light Curve of GRB 050713A: The Case of Refreshed Shocks"  
*Astronomy & Astrophysics*, **461**, 95.

**Ecuvillon E., Israelian I.**, Pont F., Santos N.C., Mayor M. "Kinematics of Planet-Host Stars and their Relation to Dynamical Streams in the Solar Neighbourhood"  
*Astronomy & Astrophysics*, **461**, 171.

Stratta G. et al. (Incluye **Cepa J., Castañeda H.O., Martínez-Delgado D.**) "X-Ray Flashes or Soft  $\gamma$ -Ray Bursts?. The Case of the likely Distant XRF 040912"  
*Astronomy & Astrophysics*, **461**, 485.

**Oreiro R., Pérez-Hernández F., Østensen R.**, Solheim J.E., MacDonald J., Ulla A. "PG 1657+416: A New Fast Pulsating sdB Star - Photometric Observations and Theoretical Model Comparison"

Ryder S.D., **Knapen J.H.** "Resolving the Stellar Populations in the Circumnuclear Ring of NGC 7469"  
*Astrophysical Journal*, **661**, 149.

**Iglesias-Groth S.** "Fullerenes and the I 4430 Diffuse Interstellar Band"  
*Astrophysical Journal Letters*, **661**, L167.

Pardo J.R., Cernicharo J., Goicoechea J.R., Guélin M., **Asensio-Ramos A.** "Molecular Line Survey of CRL 618 from 80 to 276 GHz and Complete Model"  
*Astrophysical Journal*, **661**, 250.

de Jong J.T.A., Butler D.J., Rix H-W., Dolphin A.E., **Martínez-Delgado D.** "Modeling the Stellar Populations in the Canis Majoris Overdensity: The Relation between the Old and Young Populations"  
*Astrophysical Journal*, **662**, 259.

Albert J. et al. (Incluye **Costado M.T., Delgado C., García-López R.J., Herrero A., Panniello M.**) "Observation of Very High Energy  $\gamma$ -Rays from the AGN 1ES 2344+514 in a Low Emission State with the MAGIC Telescope"  
*Astrophysical Journal*, **662**, 892.

O'Donovan F.T. et al. (Incluye **Rabus M., Deeg H.J., Belmonte J.A.**) "TrES-3: A Nearby, Massive, Transiting Hot Jupiter in a 31-Hour Orbit"  
*Astrophysical Journal Letters*, **663**, L37.

Castellani V. et al. (Incluye **Monelli M.**) "Star Counts in the Globular Cluster Omega Centauri. I. Bright Stellar Components"  
*Astrophysical Journal*, **663**, 1021.

Albert J. et al. (Incluye **Costado M.T., Delgado C., García-López R.J., Gaug M., Herrero A., Panniello M.**) "Discovery of Very High Energy Radiation from IC 443 with the MAGIC Telescope"  
*Astrophysical Journal Letters*, **664**, L87.

**Trujillo-Bueno J.**, Shchukina N. "The Scattering Polarization of the Sr I 4607 Å Line at the Diffraction Limit Resolution of a 1-m Telescope"  
*Astrophysical Journal Letters*, **664**, L135.

**Noël N., Gallart C.** "Stellar Populations in the Outskirts of the Small Magellanic Cloud: No Outer Edge Yet"  
*Astrophysical Journal Letters*, **665**, L23.

Albert J. et al. (Incluye **Costado M.T., Delgado C., García-López R.J., Gaug M., Herrero A., Panniello M.**) "Very High Energy  $\gamma$ -Ray Radiation from the Stellar Mass Black Hole Binary Cygnus X-1"  
*Astrophysical Journal Letters*, **665**, L51.

**Balcells M.**, Graham A.W., Peletier R.F. "Galactic Bulges from HST NICMOS Observations: Central Galaxian Objects, and Nuclear Profile Slopes"  
*Astrophysical Journal*, **665**, 1.084.

**Balcells M.**, Graham A.W., Peletier R.F. "Galactic Bulges from HST NICMOS Observations: Global Scaling Relations"  
*Astrophysical Journal*, **665**, 1.104.

Albert J. et al. (Incluye **Costado M.T., Delgado C., García-López R.J., Herrero A., Panniello M.**) "Discovery of Very High Energy  $\gamma$ -Ray Emission from the Low-Frequency-peaked BL Lacertae Object BL Lacertae"  
*Astrophysical Journal Letters*, **666**, L17.

Berentzen I., Shlosman I., **Martínez-Valpuesta I.**, Heller C.H. "Gas Feedback on Stellar Bar Evolution"  
*Astrophysical Journal*, **666**, 189.

Galsgaard K., Archontis V., **Moreno-Insertis F.**, Hood A.W. "The Effect of the Relative Orientation between the Coronal Field and New Emerging Flux: I Global Properties"  
*Astrophysical Journal*, **666**, 516.

**Belluzzi L., Trujillo-Bueno J.**, Landi Degl'Innocenti "The Magnetic Sensitivity of the Ba II D1 and D2 Lines of the Fraunhofer Spectrum"  
*Astrophysical Journal*, **666**, 588.

**Zapatero-Osorio M.R., Martín E.L., Béjar V.J.S., Bouy H.**, Deshpande R., Wainscoat R.J. "Space Velocities of L- and T-type Dwarfs"  
*Astrophysical Journal*, **666**, 1205.

Albert J. et al. (Incluye **Costado M.T., Delgado C., García-López R.J., Herrero A., Panniello M.**) "Discovery of Very High Energy  $\gamma$ -Rays from 1ES 1011+496 at  $z = 0.212$ "  
*Astrophysical Journal Lett*, **667**, L21.

Siegel M.H. et al. (Incluye **Marín-Franch A., Rosenberg A., Aparicio A.**) "The ACS Survey of Galactic Globular Clusters: M54 and Young Populations in the Sagittarius Dwarf Spheroidal Galaxy"  
*Astrophysical Journal Letters*, **667**, L57.

**Fathi K.**, Toonen S., Falcón-Barroso J., **Beckman J.E.**, Hernández O., Daigle O., Carignan C., de Zeeuw T. "Quantifying Resonant Structure in NGC 6946 from Two-Dimensional Kinematics"  
*Astrophysical Journal Letters*, **667**, L137.

Mandushev G. et al. (Incluye **Rabus M., Belmonte J.A.**) "TrES-4: A Transiting Hot Jupiter of Very Low Density"

773: A Multiwavelength Analysis"  
*Astronomy & Astrophysics*, **467**, 37.

Fu J.-N. et al. (Incluye **González-Pérez J.M.**)  
"Asteroseismology of the PG 1159 Star PG  
0122+200"  
*Astronomy & Astrophysics*, **467**, 237.

Maturi M., Ensslin T., Hernández-Montea-gudo  
C., **Rubiño-Martín J.A.** "A Linear-Filter Approach  
to Extracting the Rees-Sciama Effect in Merging  
Clusters of Galaxies"  
*Astronomy & Astrophysics*, **467**, 411.

**Amorín R.O., Muñoz-Tuñón C., Aguerri J.A.L.,**  
Cairós L.M., **Caon N.** "The Stellar Host in Blue  
Compact Dwarf Galaxies: The Need for a Two-  
Dimensional Fit"  
*Astronomy & Astrophysics*, **467**, 541.

Berta S. et al. (Incluye **Pérez-Fournon I.**) "Keck  
Spectroscopy of z=1-3 ULIRGs from the Spitzer  
SWIRE Survey"  
*Astronomy & Astrophysics*, **467**, 565.

Cheung M.C.M., Schuessler M., **Moreno-Insertis**  
**F.** "Magnetic Flux Emergence in Granular  
Convection: Radiative MHD Simulations and  
Observational Signatures"  
*Astronomy & Astrophysics*, **467**, 703.

Sikkema G., Carter D., Peletier R.F., **Balcells**  
**M.**, del Burgo C., Valentijn E.A. "HST/ACS  
Observations of Shell Galaxies: Inner Shells, Shell  
Colours and Dust"  
*Astronomy & Astrophysics*, **467**, 1.011.

Relaño M., **Beckman J.E.**, Daigle O., Carignan C.  
"An Evolutionary Sequence of Expanding Hydrogen  
Shells in Galaxy Discs"  
*Astronomy & Astrophysics*, **467**, 1.117.

**Régulo C., Almenara J.M.,** Alonso R., **Deeg**  
**H.J., Roca Cortés T.** "TRUFAS, a Wavelet-Based  
Algorithm for the Rapid Detection of Planetary  
Transits"  
*Astronomy & Astrophysics*, **467**, 1.345.

Pinilla-Alonso N., **Licandro J.**, Gil-Hutton R.,  
Brunetto R. "The Water Ice Rich Surface of  
(145453)2005RR<sup>43</sup>: A Case for a Carbon-Depleted  
Population of Trans-Neptunian Objects?"  
*Astronomy & Astrophysics*, **468**, L25.

Costa J.E.S. et al. (Incluye **Creevey O., Belmonte**  
**J.A., Fox-Manchado L.F., Pérez-Hernández**  
**F., Alonso R.**) "Pulsational Frequencies of the  
Eclipsing  $\delta$  Scuti star HD 172189. Results of the  
STEPHI XIII Campaign"

*Astronomy & Astrophysics* **468**, 637

**Simón S., Herrero A.** "Fourier Method of  
Determining the Rotational Velocities in OB Stars"  
*Astronomy & Astrophysics*, **468**, 1.063.

**Martínez-González M.J., Collados M., Ruiz-Cobo**  
**B., Solanki S.K.** "Low-Lying Magnetic Loops in the  
Solar Internetwork"  
*Astronomy & Astrophysics Letters*, **469**, L39.

**Régulo C., Roca-Cortés T.** «Stellar p-modes  
Oscillation Measurements in Solar-Like Star  
Signals:  $\alpha$  Centauri A as an Example»  
*Astronomy & Astrophysics*, **469**, 233.

Aungwerojwit A., Gänsicke B.T., **Rodríguez-Gil**  
**P., Hagen H.-J., Giannakis O., Papadimitriou C.,**  
Allende-Prieto C., Engels D. "HS 1857+5144: A  
Hot and Young Pre-Cataclysmic Variable"  
*Astronomy & Astrophysics*, **469**, 297.

**López-Corredoira M.** "Bar-driven Injection of  
Intergalactic Matter into Galactic Halos"  
*Astronomy & Astrophysics*, **469**, 471.

**Sainz-Dalda A., López-Ariste A.** "Chromospheric  
Reversals in the Emergence of an Ephemeral  
Region"  
*Astronomy & Astrophysics*, **469**, 721.

Sousa S.G., Santos N.C., **Israelian G., Mayor M.,**  
Monteiro M.J.P.F.G. "A New Code for Automatic  
Determination of Equivalent Widths: Automatic  
Routine for Line Equivalent Widths in Stellar  
Spectra (ARES)"  
*Astronomy & Astrophysics*, **469**, 783.

**Barrena R., Boschin W., Girardi M., Spolaor M.** "The  
Dynamical Status of the Galaxy Cluster Abell 115"  
*Astronomy & Astrophysics*, **469**, 861.

Kóspál A., Abraham P., Prusti T., **Acosta-Pulido**  
**J.A., Hony S., Moor A., Siebenmorgen R.** "The  
Outburst of the Eruptive Young Star OO Serpentis  
between 1995 and 2006"  
*Astronomy & Astrophysics*, **470**, 211.

Magrini L., Vílchez J.M., **Mampaso A., Corradi**  
**R.L.M., Leisy P.** "The Metallicity Gradient of M 33:  
Chemical Abundances of HII Regions"  
*Astronomy & Astrophysics*, **470**, 865.

**Caballero J.A., Béjar V.J.S., Rebolo R., Eislöffel**  
**J., Zapatero-Osorio M.R., Mundt R., Barrado y**  
Navascués D., **Bihain G., Bailer-Jones C.A.L.,**  
Forveille T., **Martín E.L.** "The Substellar Mass  
Function in  $\sigma$  Orionis. II. Optical, Near-Infrared and  
IRAC/Spitzer Photometry of Young Cluster Brown  
Dwarfs and Planetary-Mass Objects"

*Astronomy & Astrophysics*, **461**, 585.

**Licandro J.**, Campins H., Mothé-Diniz T., Pinilla-Alonso N., **de León J.** "The Nature of Comet-Asteroid Transition Object (3200) Phaethon" *Astronomy & Astrophysics*, **461**, 751.

Cheung M.C.M., Schüssler M., **Moreno-Insertis F.** "The Origin of the Reversed Granulation in the Solar Photosphere" *Astronomy & Astrophysics*, **461**, 1163.

Janson M., Brandner W., Lenzen R., Close L., Nielsen E., Hartung M., Henning T., **Bouy H.** "Improved Age Constraints for the AB Dor Quadruple System – The Binary Nature of AB Dor B" *Astronomy & Astrophysics*, **462**, 615.

García-Hernández D.A., García-Lario P., Plez B., **Manchado A.**, D'Antona F., Lub J., Habing H. "Lithium and Zirconium Abundances in Massive Galactic O-Rich AGB Stars" *Astronomy & Astrophysics*, **462**, 711

**Derouich M.**, Barklem P.S. "Spin Depolarizing Effect in Collisions with Neutral Hydrogen - II. Application to Simple/Complex Ions in Spherically Symmetric States" *Astronomy & Astrophysics*, **462**, 1171.

**Bouy H.**, Huelamo N., **Martín E.L.**, Barrado y Navascués D., Sterzik M., Pantin E. "A Mid-Infrared Study of Very Low Mass Stars and Brown Dwarfs in Upper Scorpius" *Astronomy & Astrophysics*, **463**, 641.

López-Ariste A., **Martínez-González M.J.**, Ramírez-Vélez J.C. "Determination of Field Strengths in the Quiet Sun" *Astronomy & Astrophysics*, **464**, 351.

Robaina A.R., **Cepa J.** "Redshift-Distance Relations from Type Ia Supernova Observations. New Constraints on Grey Dust Models" *Astronomy & Astrophysics*, **464**, 465.

**Cabrera-Lavers A.**, Bilir S., Ak S., Yaz E., **López-Corredoira M.** "Estimation of Galactic Model Parameters in High Latitudes with 2MASS" *Astronomy & Astrophysics*, **464**, 565.

Mathew S.K., **Martínez-Pillet V.**, Solanski S.K., Krivova N.A. "Properties of Sunspots in Cycle 23. I. Dependence of Brightness on Sunspot Size and Cycle Phase" *Astronomy & Astrophysics*, **465**, 291.

Socas-Navarro H., **Asensio-Ramos A.**, **Manso-Sainz R.** "A Synthetic Stellar Polarization Atlas from 400 to 1000 nm" *Astronomy & Astrophysics*, **465**, 339.

**Santander-García M.**, **Corradi R.L.M.**, Whitelock P.A., Munari U., **Mampaso A.**, Marang F., Boffi F., Livio M. "HST and VLT Observations of the Symbiotic Star Hen 2-147 - Its Nebular Dynamics, its Mira Variable and its Distance" *Astronomy & Astrophysics*, **465**, 481.

Sahal-Bréchet S., **Derouich M.**, Bommier V., Barklem P.S. "Multipole Rates for Atomic Polarization Studies: The Case of Complex Atoms in Non-Spherically Symmetric States Colliding with Atomic Hydrogen" *Astronomy & Astrophysics*, **465**, 667.

**Cabrera-Lavers A.**, **Hammersley P.L.**, **González-Fernández C.**, **López-Corredoira M.**, **Garzón F.**, **Mahoney T.J.** "Tracing the Long Bar with Red-Clump Giants" *Astronomy & Astrophysics*, **465**, 825.

Mokiem M.R. et al. (Incluye **Herrero A.**, **Vilamariz M.R.**) "The VLT-FLAMES Survey of Massive Stars: Wind Properties and Evolution of Hot Massive Stars in the Large Magellanic Cloud" *Astronomy & Astrophysics*, **465**, 1003.

Hunter I. et al. (Incluye **Lennon D.J.**, **Trundle C.**) "The VLT-FLAMES Survey of Massive Stars: Surface Chemical Compositions of B-Type Stars in the Magellanic Clouds" *Astronomy & Astrophysics*, **466**, 277.

**Derouich M.** "Anisotropic Collisions and Impact Circular Polarization. Application to the Solar H $\alpha$  Line" *Astronomy & Astrophysics*, **466**, 683.

**Fathi K.**, **Beckman J.E.**, Zurita A., Relaño M., **Knapen J.H.**, Daigle O., Hernández O., Carignan C. "Evolution of Structure in Late-Type Spiral Galaxies I: Ionized Gas Kinematics in NGC 628" *Astronomy & Astrophysics*, **466**, 905.

**Caballero J.A.** "The Brightest Stars of the Orion Cluster" *Astronomy & Astrophysics* **466**, 917.

Kendall T.R. et al. (Incluye **Martín E.L.**, **Zapatero-Osorio M.R.**) "Two T Dwarfs from the UKIDSS Early Data Release" *Astronomy & Astrophysics*, **466**, 1.059.

Rezaei R., Schlichenmaier R., **Beck C.A.R.**, Bruls J.H.M.J., Schmidt W. "Relation between photospheric magnetic field and chromospheric emission" *Astronomy & Astrophysics*, **466**, 1.131.

**Barrena R.**, Boschini W., Girardi M., Spolaor M. "Internal Dynamics of the Radio Halo Cluster Abell

"SYMPA, a Dedicated Instrument for Jovian Seismology I. Principle and Performance" *Astronomy & Astrophysics*, **474**, 1.073.

Moehler S., Dreizler S., Lanz T., Bono G., Sweigart A.V., Calamida A., **Monelli M.**, Nonino M. "The Hottest Horizontal-Branch Stars in  $\omega$  Centauri. Late Hot Flasher vs. Helium Enrichment" *Astronomy & Astrophysics Letters*, **475**, L5.  
Castro-Tirado A.J. et al. (Incluye **Bihain G.**, **Licandro J.**) "The Dark Nature of GRB 051022 and its Host Galaxy" *Astronomy & Astrophysics*, **475**, 101.

Grosso N., Bouvier J., Montmerle T., Fernández M., Grankin K., **Zapatero-Osorio M.R.** "Observation of Enhanced X-Ray Emission from the CTTSAA Tauri During one Transit of an Accretion Funnel Flow" *Astronomy & Astrophysics*, **475**, 607.

Cabrera Solana D., Bellot Rubio L.R., **Beck C.**, del Toro Iniesta J.C. "Temporal Evolution of the Evershed Flow in Sunspots – I. Observational Characterization of Evershed Clouds" *Astronomy & Astrophysics*, **475**, 1.067.

**Sánchez-Almeida J.**, Teriaca L., Sütterlin P., Spadaro D., Schühle U., Rutten R.J "Search for Photospheric Footprints of Quiet Sun Transition Region Loops" *Astronomy & Astrophysics*, **475**, 1101.

Barbieri M. et al. (Incluye **Almenara J.M.**) "HD 17156b: A Transiting Planet with a 21.2 Day Period and an Eccentric Orbit" *Astronomy & Astrophysics Letters*, **476**, L13.

Agudo I. et al. (Incluye **Acosta-Pulido J.A.**, **Barrena R.**) "Superluminal Non-Ballistic Jet Swing in the Quasar NRAO 150 revealed by mm-VLBI" *Astronomy & Astrophysics Letters*, **476**, L17.

Kostik R.I., **Khomenko E.V.** "Observations of a Bright Plume in Solar Granulation" *Astronomy & Astrophysics*, **476**, 341.

**Asensio-Ramos A.**, Martínez-González M.J., **Rubiño-Martín J.A.** "Bayesian Inversion of Stokes Profiles" *Astronomy & Astrophysics*, **476**, 959.

Barcons X. et al. (Incluye **Pérez-Fournon I.**) "The XMM-Newton Serendipitous Survey IV. Optical Identification of the XMM-Newton Medium Sensitivity Survey (XMS)" *Astronomy & Astrophysics*, **476**, 1.191.

**López-Corredoira M.**, **Cabrera-Lavers A.**, **Mahoney T.J.**, **Hammersley P.L.**, **Garzón F.**, **González-Fernández C.** "The Long Bar in the Milky Way. Corroboration of an Old Hypothesis"

*Astronomical Journal*, **133**, 154.

**de la Rosa I.G.**, de Carvalho R.R., **Vazdekis A.**, Barbuy B. "Truncated Star Formation in Compact Groups of Galaxies: A Stellar Population Study" *Astronomical Journal*, **133**, 330.

Sarajedini A. et al. (Incluye **Aparicio A.**, **Rosenberg A.**) "The ACS Survey of Galactic Globular Clusters. I. Overview and Clusters without Previous Hubble Space Telescope Photometry" *Astronomical Journal*, **133**, 1.658.  
Strader J., **Beasley M.A.**, Brodie J.P., "Globular Cluster Metallicity Subpopulations in NGC 4472" *Astronomical Journal*, **133**, 2.015.

**Acosta-Pulido J.A.** et al. (Incluye **Barrena-Delgado R.**, **Manchacho A.**, **Ramos-Almeida C.**, **Vidal-Núñez M.J.**) "The 2004-2006 Outburst and Environment of V1647 ORI" *Astronomical Journal*, **133**, 2.020.

**Noël N.**, **Gallart C.**, Costa E., Méndez R.A. "Constraints on the Star Formation History in Different Fields" *Astronomical Journal*, **133**, 2.037.

Butler D.J., **Martínez-Delgado D.**, Rix H-W., Peñarrubia J., de Jong J.T.A. "A Canis Major over-Density Imaging Survey. I. Stellar Content and Star-Count Maps: A Distinctly Elongated Body of Main Sequence Stars" *Astronomical Journal*, **133**, 2.274.

**Martínez-Delgado I.**, Tenorio-Tagle G., **Muñoz-Tuñón C.**, Moiseev A.V., Cairós L.M. "Three-Dimensional Spectroscopy of Blue Compact Galaxies. Diagnostic Diagrams" *Astronomical Journal*, **133**, 2.892.

**Cenarro J.**, **Beasley M.A.**, Strader J., Brodie J.P., Forbes D. "Stellar Populations of Globular Clusters in the Elliptical Galaxy NGC1407" *Astronomical Journal*, **134**, 391.

Woodley K.A., Harris W.E., **Beasley M.A.**, Peng E.W., Bridges T.J., Forbes D.A., Harris G.L.H. "The Kinematics and Dynamics of the Globular Clusters and the Planetary Nebulae of NGC 5128" *Astronomical Journal*, **134**, 494.

Karoff C., Rauer H., Erikson A., Voss H., Kabath P., Wiese T., Deleuil M., Moutou C., Meunier J.C., **Deeg H.** "Identification of Variable Stars in COROT's First Main Observing Field (LRc1)" *Astronomical Journal*, **134**, 766.

Fox-Machado L. et al. (Incluye **Pérez-Hernández F.**, **Belmonte J.A.**) "Multi-Site Observations of  $\delta$  Scuti Stars 7Aql and 8Aql (a New  $\delta$  Scuti Variable): The Twelfth STEPHI Campaign in 2003"

*Astronomy & Astrophysics*, **470**, 903.

**Casares J.**, Bonifacio P., González-Hernández J.I., Molaro P., Zoccali M. "The Isotopic  $^6\text{Li}/^7\text{Li}$  Ratio in Cen X-4 and the Origin of Li in X-Ray Binaries" *Astronomy & Astrophysics*, **470**, 1.033.

Montalto M. et al. (Incluye **Aparicio A.**, **Rosenberg A.**) "A New Search for Planet Transits in NGC 6791" *Astronomy & Astrophysics*, **470**, 1.137.

**Aguerri J.A.L.**, **Sánchez-Janssen R.**, **Muñoz-Tuñón C.** "A Study of Catalogued Nearby Galaxy Clusters in the SDSS-DR4: I. Cluster Global Properties" *Astronomy & Astrophysics*, **471**, 17.

**Asensio-Ramos A.**, Ceccarelli C., Elitzur M. "H<sub>2</sub>D<sup>+</sup> Line Emission in Proto-Planetary Disks" *Astronomy & Astrophysics*, **471**, 187.

**Vicente B.**, Abad C., **Garzón F.** "Astrometry with Carte du Ciel Plates, San Fernando Zone. I. Digitization and Measurement using a Flatbed Scanner" *Astronomy & Astrophysics*, **471**, 1.077.

**Zapatero-Osorio M.R.**, Caballero J.A., **Béjar V.J.S.**, **Rebolo R.**, Barrado y Navascués D., **Bihain G.**, Eisloffel J., **Martín E.L.**, Bailer-Jones C.A.L., Mundt R., Forveille T., **Bouy H.** "Discs of Planetary-Mass Objects in  $\alpha$  Orionis" *Astronomy & Astrophysics*, **472**, L9.

**López-Corredoira M.**, Momany Y., Zaggia S., **Cabrera-Lavers A.** "Re-affirming the Connection between the Galactic Stellar Warp and the Canis Major Over-Density" *Astronomy & Astrophysics*, **472**, L47.

Sánchez-Andrade Nuño B., **Centeno R.**, Puschmann K.G., **Trujillo-Bueno J.**, Blanco-Rodríguez J., Kneer F. "Spicule Emission Profiles Observed in He I 10 830 Å" *Astronomy & Astrophysics*, **472**, L51.

**Gutiérrez C.M.**, **López-Corredoira M.** "Eight more Ultra Luminous X-Ray Candidates Unmasked" *Astronomy & Astrophysics*, **472**, 87.

**Derouich M.**, **Trujillo-Bueno J.**, **Manso-Sainz R.** "Are Collisions with Neutral Hydrogen Important for Modelling the Second Solar Spectrum of Ti I and Ca II ?" *Astronomy & Astrophysics*, **472**, 269.

**Asensio-Ramos A.** "Extreme Value Theory and the Solar Cycle" *Astronomy & Astrophysics*, **472**, 293.

Brunetto R., de León J., **Licandro J.** "Testing Space Weathering Models on A-Type Asteroid (1951) Lick" *Astronomy & Astrophysics*, **472**, 653.

Copetti M.V.F., Oliveira V.A., Riffel R., **Castañeda H.O.**, Sanmartim D. "A Study of the Neglected Galactic III Region NGC 2579 and its Companion ESO 370-9" *Astronomy & Astrophysics*, **472**, 847.

Ishikawa R. et al. (Incluye **Bonet J.A.**, **Vargas-Domínguez S.**) "Relationships between Magnetic Foot Points and G-Band Bright Structures" *Astronomy & Astrophysics*, **472**, 911.

Lyubchik Y., Jones H.R.A., Pavlenko Y.V., **Martín E.L.**, McLean I.S., Prato L., Barber R.J., Tennyson J. "Spectral Analysis of High Resolution Near-Infrared Spectra of Ultra Cool Dwarfs" *Astronomy & Astrophysics*, **473**, 257.

Mokiem M.R. et al. (Incluye **Herrero A.**, **Lennon D.J.**, **Villamariz M.R.**) "The Empirical Metallicity Dependence of the Mass-Loss Rate of O- and early B-Type Stars" *Astronomy & Astrophysics*, **473**, 603.

Pasquini L., Döllinger M.P., Weiss A., Girardi L., **Chavero C.**, Hatzes A.P., da Silva L., Setiawan J. "Evolved Stars Suggest an External Origin of Enhanced Metallicity in Planet-Hosting Stars" *Astronomy & Astrophysics*, **473**, 979.

Marquart T., **Fathi K.**, Östlin G., Bergvall N., Cumming R.J., Amram P. "Star-Gas Decoupling and a non-rotating Stellar Core in He 2-10 – Integral field spectroscopy with FLAMES/ARGUS" *Astronomy & Astrophysics*, **474**, L9.

**Corradi R.L.M.**, Steffen M., Schönberner D., Jacob R. "A Hydrodynamical Study of Multiple-Shell Planetary Nebulae II. Measuring the post-shock Velocities in the Shells" *Astronomy & Astrophysics*, **474**, 529.

Munari U. et al. (Incluye **Corradi R.L.M.**, **Leisy P.**, **de la Rosa I.G.**, **Vazdekis A.**) "Eclipse of the B3V Companion and Flaring of Emission Lines in V838 Monocerotis" *Astronomy & Astrophysics*, **474**, 585.

Albert J. et al. (Incluye **Costado-Dios M.T.**, **Delgado C.**, **García-López R.J.**, **Gaug M.**, **Herrero A.**, **Panniello M.**) "Observation of VHE  $\gamma$ -Rays from Cassiopeia A with the MAGIC Telescope" *Astronomy & Astrophysics*, **474**, 937.

**Shahbaz T.**, Watson C.A. "The Rotational Broadening of V395 Carinae. Implications on the Compact Object's Mass" *Astronomy & Astrophysics*, **474**, 969.

Schmider F.X. et al. (Incluye **Belmonte J.A.**)

Scuti Stars: Linear Analysis Versus Observations in Open Clusters"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **379**, 201.

**Lodieu N.** et al. (Incluye **Martín E.L.**, **Zapatero-Osorio M.R.**) "Eight New T4.5–T7.5 Dwarfs Discovered in the UKIDSS Large Area Survey Data Release 1"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **379**, 1.423.

**Muñoz-Darias T.**, **Martínez-Pais I.G.**, **Casares J.**, **Dhillon V.S.**, **Marsh T.R.**, **Cornelisse R.**, **Steehgs D.**, **Charles P.A.** "Echoes from the Companion Star in Sco X-1"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **379**, 1.637.

**Castillo-Morales A.**, **Jiménez-Vicente J.**, **Mediavilla E.**, **Battaner E.** "Non-Circular Motion Evidence in the Circumnuclear Region of M100 (NGC 4321)"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **380**, 489.  
**Irwin J.** et al. (Incluye **Martín E.L.**, **Zapatero-Osorio M.R.**) "The Monitor Project: JW 380 – a 0.26, 0.15  $M_{\odot}$  Pre-Main Sequence Eclipsing Binary in the Orion Nebula Cluster"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **380**, 541.

**Lodieu N.**, **Dobbie P.D.**, **Deacon N.R.**, **Hodgkin S.T.**, **Hambly N.C.**, **Jameson R.F.** "A Wide Deep Infrared Look at the Pleiades with UKIDSS: New Constraints on the Substellar Binary Fraction and the Low-Mass Initial Mass Function"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **380**, 712.

**Sarzi M.**, **Allard E.L.**, **Knapen J.H.**, **Mazzuca L.M.** "Star Formation and Stellar Populations across Nuclear Rings in Galaxies"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **380**, 949.

**Barnes A.D.**, **Casares J.**, **Cornelisse R.**, **Charles P.A.**, **Steehgs D.**, **Hynes R.I.**, **O'Brien K.** "Kinematical Studies of the Low-Mass X-Ray Binary GR Mus (XB1254-690)"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **380**, 1.182.

**Cornelisse R.**, **Steehgs D.**, **Casares J.**, **Charles P.A.**, **Barnes A.D.**, **Hynes R.I.**, **O'Brien K.** "Optical Spectroscopy of the Low-Mass X-Ray Binary GX9+9"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **380**, 1.219.

**Pavlenko Ya.V.**, **Jones H.R.A.**, **Martín E.L.**, **Guenther E.**, **Kenworthy M.A.**, **Zapatero-Osorio M.R.** "Lithium in LP 944-20"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **380**, 1.285.

**Cornelisse R.**, **Wijnands R.**, **Homan J.** "An XMM-Newton Observation of the Neutron Star X-Ray Transient 2S 1803-245 in Quiescence"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **380**, 1.637.

**Hernández-Monteagudo C.**, **Rubiño-Martín J.A.**, **Sunyaev R.A.** "On the Influence of Resonant Scattering on Cosmic Microwave Background Polarisation Anisotropies"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **380**, 1.656.

**Piatti A.E.**, **Sarajedini A.**, **Geisler D.**, **Gallart C.**, **Wischnjewsky M.** "Two Newly Identified, relatively Old Star Clusters in the Small Magellanic Cloud"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **381**, L84.

**Cornelisse R.**, **Steehgs D.**, **Casares J.**, **Charles P.A.**, **Shih I.C.**, **Hynes R.I.**, **O'Brien K.** "A Signature of the Donor Star in the Extra-Galactic X-Ray Binary LMC X-2"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **381**, 194.

**Laurikainen E.**, **Salo H.**, **Buta R.**, **Knapen J.H.** "Properties of Bars and Bulges in the Hubble Sequence"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **381**, 401.  
**Howarth I.D.** et al. (Incluye **Herrero A.**) "Towards an Understanding of the Of?p Star HD 191612: Optical Spectroscopy"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **381**, 433.

**Warren S.J.** et al. (Incluye **Lodieu N.**, **Martín E.L.**, **Valdivielso L.**) "A Very Cool Brown Dwarf in UKIDSS DR1"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **381**, 1.400.

**Viironen K.**, **Delgado-Inglada G.**, **Mampaso A.**, **Magrini L.**, **Corradi R.L.M.** "The S2N2 metallicity calibrator and the abundance gradient of M 33"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **381**, 1.719.

**Jiménez-Vicente J.**, **Castillo-Morales A.**, **Mediavilla E.**, **Battaner E.** "Discovery of a Galactic Wind in the Central Region of M100"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc. Letters*, **382**, L16.

**Efremov Y.** et al. (Incluye **García-Lorenzo B.**, **Muñoz-Tuñón C.**) "Ionized and Neutral Gas in the Peculiar Star/Cluster Complex in NGC 6946"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **382**, 481.

**Hildebrandt S.R.**, **Rebolo R.**, **Rubiño-Martín J.A.**, **Watson R.A.**, **Gutiérrez C.M.**, **Hoyland R.J.**, **Battistelli E.S.** "COSMOSOMAS Observations of the CMB and Galactic Foregrounds at 11 GHz:

*Astronomical Journal*, **134**, 860.

**Bernard E.J., Aparicio A., Gallart C., Padilla-Torres C.P., Panniello M.** "Stellar Content and Recent Star Formation History of the Local Group Dwarf Irregular Galaxy IC1613"  
*Astronomical Journal*, **134**, 1.124.

**Montañés-Rodríguez P., Pallé E., Goode P.R.** "Measurements of the Surface Brightness of the Earthshine with Applications to Calibrate Lunar Flashes"  
*Astronomical Journal*, **134**, 1.145.

**Carrera R., Gallart C., Pancino E., Zinn R.** "The Infrared Ca II Triplet as Metallicity Indicator"  
*Astronomical Journal*, **134**, 1.298.

Campins H., **Licandro J.**, Pinilla-Alonso N., Ziffer J., **de León J.**, Mothé-Diniz T., Guerra J.C., Hergenrother C. "Nuclear Spectra Of Comet 28P Neujmin 1"  
*Astronomical Journal*, **134**, 1.626.

**Martínez-Valpuesta I., Knapen J.H., Buta R.** "A Morphological and Statistical Analysis of Ansaes in Barred Galaxies"  
*Astronomical Journal*, **134**, 1.863.

**Ramos-Almeida C., Pérez-García A.M., Acosta-Pulido J.A., Rodríguez-Espinosa J.M.** "The Mid-Infrared Emission of Seyfert Galaxies: A New Analysis of ISOCAM Data"  
*Astronomical Journal*, **134**, 2.006.

**Cenarro A.J., Peletier R.F., Sánchez-Blazquez P., Selam S.O., Toloba E., Cardiel N., Falcón-Barroso J., Gorgas J., Jiménez-Vicente J., Vazdekis A.** "Medium-Resolution Isaac Newton Telescope Library of Empirical Spectra – II. The Stellar Atmospheric Parameters"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **374**, 664.

Chluba J., **Rubiño-Martín J.A.**, Sunyaev R.A. "Cosmological Hydrogen Recombination: Populations of the High-Level-Substates"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **374**, 1.310.

**Rodríguez-Gil P., Schmidtobreick L., Gaensicke B.T.** "Spectroscopic Search for New SW Sextantis Stars in the 3-4 h Orbital Period Range – I"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **374**, 1.359.

Gonçalves D.R., Magrini L., **Leisy P., Corradi R.L.M.** "The Chemical Content of Nearby Galaxies from Planetary Nebulae: NGC 147"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **375**, 715.

**Carretero C., Vazdekis A., Beckman J.E.** "Stellar Populations of Massive Elliptical Galaxies in very Rich Clusters"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **375**, 1.025.

**Cornelisse R., Casares J., Steeghs D., Barnes A.D., Charles P.A., Hynes R.I., O'Brien K.** "A Detection of the Donor Star of Aquila X-1 during its 2004 Outburst?"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **375**, 1.463.

Azzaro M., **Patiri S.G.**, Prada F., Zentner A.R. "Angular Distribution of Satellite Galaxies from the Sloan Digital Sky Survey Data Release 4"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc. Letters*, **376**, L43.

**Sabin L., Zijlstra A.A., Greaves J.S.** "Magnetic Fields in Planetary Nebulae and post-AGB Nebulae"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **376**, 378.

**Shahbaz T., Watson C.A., Hernández-Peralta H.** "On the Ultra-Compact Nature of 4U 1822-000"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **376**, 1.886.

Scaife A. et al. (Includes **Rebolo R., Rubiño-Martín J.A.**) "Constraints on Spinning Dust towards Galactic Targets with the VSA: A Tentative Detection of Excess Microwave Emission towards 3C396"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **377**, L69.

Díaz-Sánchez A., Villo-Pérez I., Pérez-Garrido A., **Rebolo R.** "A Low Mass Cluster of Extremely Red Galaxies at  $z=1.10$  in the GOODS Southern Field"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **377**, 516.

**Rodríguez-Gil P.** et al. (Includes **Araujo-Betancor S., Casares J., Martínez-Pais I.G.**) "SW Sextantis Stars: The Dominant Population of Cataclysmic Variables with Orbital Periods between 3 and 4 h"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **377**, 1.747.

Sánchez-Conde M.A., **Betancort-Rijo J.**, Prada F. "The Spherical Collapse Model with Shell-Crossing"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **378**, 339.

Casewell S.L., Dobbie P.D., Hodgkin S.T., Moraux E., Jameson R.F., Hambly N.C., Irwin J., **Lodieu N.** "Proper Motion L and T Dwarf Candidate Members of the Pleiades"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **378**, 1.131.

Suárez J.C., Michel E., Houdek G., **Pérez-Hernández F., Lebreton Y.** "Mode Stability in s

Evidence for Anomalous Microwave Emission at High Galactic Latitude"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **382**, 594.

Watson C.A, Steeghs D., **Shahbaz T.**, Dhillon V.S. "Roche Tomography of Cataclysmic Variables - IV. Starspots and Slingshot Prominences on BV Cen"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **382**, 1.105

Piatti A.E., Sarajedini A., Geisler D., **Gallart C.**, Wischnjewsky "Five Young Star Clusters in the outer Region of the Small Magellanic Cloud"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **382**, 1.203.

Rebassa-Mansergas A., Gänsicke B.T., **Rodríguez-Gil P.**, Schreiber M.R., Koester D. "Post-common-envelope binaries from SDSS – I. 101 white dwarf main-sequence binaries with multiple Sloan Digital Sky Survey spectroscopy"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **382**, 1.377.

Ak S., Bilir S., Karaali S., Buser R., **Cabrera-Lavers A.** "The Metallicity Distributions in High-Latitudes with SDSS"  
*New Astronomy*, **12**, 605.

Peletier R.F., **Fathi K.**, Allard E., Knapen J.H., Sarzi M., Van de Ven G., Falcón-Barroso J., Cappellari M., de Zeeuw P.T., Emsellem E. "Stars and Gas in the Inner Parts of Galaxies seen in SAURON Integral Field Observations"  
*New Astronomy Reviews*, **51**, 29.

Tenorio-Tagle G., Silich S., **Muñoz-Tuñón C.** "Superstellar Clusters and Supergalactic Winds"  
*New Astronomy Reviews*, **51**, 125.

Battistelli E.S., De Petris M., Lamagna L., **Watson R.A.**, **Rebolo R.**, **Génova-Santos R.**, Luzzi G., De Gregori S., **Rubiño-Martín J.A.** "SZ Effect from Corona Borealis Supercluster"  
*New Astronomy Reviews*, **51**, 374.

**García-Rojas J.**, **Esteban C.**, Peimbert A., Rodríguez M., Peimbert M., Ruiz M.T. "The Chemical Composition of the Galactic Regions M8 and M17. A Revision Based on Deep VLT Echelle Spectrophotometry"  
*RMxAA*, **43**, 3.

Bogdan T.J., **Martínez-Pillet V.** et al. "Commission 12: Solar Radiation & Structure"  
*Report on Astronomy 2002-2005, IAU Transactions*, **26A**, 89.

Hernández F., González-Manrique S., Karlsson L., Hernández-Armas J., **Aparicio A.** "Counting

Radon Tracks in Makrofol Detectors with the Image Reduction and Analysis Facility (IRAF) Software Package"  
*Radiation Measurements*, **42**, 496.

Quilis V., **González-García A.C.**, Sáez D., Font J.A. "Gravitational Waves from Galaxy Encounters"  
*Physical Review D*, **75**, 104008.

**Buitrago J.G.**, Hajjawi S. "Spinor Extended Lorentz-Force-like Equations as Consequence of a Spinorial Structure of Space-Time"  
*Journal of Mathematical Physics*, **48**, 022902.

García-Bustinduy R. et al. (Incluye **Pallé P.L.**, **Jiménez-Reyes S.**, **Eff-Darwich A.**) "Tracking Solar Gravity Modes: The Dynamics of the Solar Core"  
*Science*, **316**, 1.591.

Strassmeier K.G. et al. (Incluye **Deeg H.J.**) 2007 "Telescope and Instrument Robotization at Dome C"  
*Astronomische Nachrichten*, **328**, 451

**Casuso E.** "On the Origin of Turbulence"  
*International Journal of Theoretical Physics*, **46**, 1.809.

Suárez J.C., Michel E., Houdek G., **Pérez-Hernández F.**, Lebreton Y. "Asteroseismology of d Scuti Stars in Open Clusters: Praesepe"  
*Communications in Asteroseismology*, **151**, 39.

**López-Corredoira M.** "Some Doubts on the Validity of the Foreground Galactic Contribution Subtraction from Microwave Anisotropies"  
*Journal of Astrophysics & Astronomy*, **28**, 101.

Goode P.R., **Pallé E.** "Shortwave Forcing of the

## INVITED REVIEWS (ARTÍCULOS DE REVISIÓN INVITADOS)

Workshop (SPW5)", 17-21 septiembre, Ascona, Suiza.

**Khomenko E.** "Numerical modeling of Magnetohydrodynamic Wave Propagation and Refraction in Sunspots" en "3rd Central European Solar Physics Meeting", 10-12 octubre, Bairisch Kölldorf, Austria.

**Belmonte J.A.** "El cielo de los Maxos y de los Magos" en "1ª Conferencia Ibérica de Arqueoastronomía y ciencias Antiguas", 23-24

MEMORIA  
2007 IAC

230

**Gallart C.** "The History of the Local Group – and beyond – through the Analysis of Color-Magnitude Diagrams" en "Third Chilean Advanced School of Astrophysics: Insights into Galaxy Evolution from Resolved Stellar Populations", 8-12 enero, Concepción, Chile.

**Rebolo R.** "Conclusions: Review Panel Stars and Planets" en "ASTRONET Symposium: A Science Vision for European Astronomy in the next 15-20 Years", 23-25 enero, Poitiers, Francia.

**Muñoz-Tuñón C.**, Sarazin M., Vernin J. "Site Selection for the European ELT: working package included in the European FP6 - ELT design study" contract" en "Workshop on Astronomical Site Evaluation", 13-15 marzo, San Pedro Mártir, México.

**Mediavilla E.** "Quasar Microlensing Simulations" en "ANGLES School on Gravitational Lens Modeling", 27-30 marzo, Valencia.

**Muñoz-Tuñón C.**, Varela A.M., Fuensalida J.J. "Recent Results at the Canarian Observatories" en "Workshop on Astronomical Site Evaluation", 13-15 marzo, San Pedro Mártir, México.

**Martín E.L.** "News from the planetary mass regime in Sigma Ori" en "From Stars to Planets: Connecting our Understanding of Star and Planet Formation", 11-14 abril, Gainesville, Florida, EEUU.

**Pallé E.** "How Variable is the Earth's Albedo?" en "European Geosciences Union. General Assembly 2007", 15-20 abril, Viena, Austria.

**Sánchez-Almeida J.** "The Dynamic Magnetic Quiet Sun: Physical Mechanisms and UV Signature" en "Space Astronomy: The UV window to the Universe (Dedicated to Willem Wamsteker)", 28 mayo-1 junio, El Escorial, Madrid.

**Beckman J.E.**, Carretero C., Vazdekis A., "The Role of Merging in Galaxy Formation" en "The Frascati Meeting on Multifrequency Behaviour of High Energy Cosmic Sources", 28 mayo-2 junio, Vulcano, Italia.

**Herrero A.** "Outflows from Massive Stars" en "Space Astronomy: The UV window to the Universe (Dedicated to Willem Wamsteker)", 28 mayo-1 junio, El Escorial, Madrid.

**Mahoney T.** "Open Access: «A Consommer avec Modération" en "Colloquium on the Future Professional Communication in Astronomy (and its impact on evaluation)", 10-13 junio, Bruselas,

Bélgica.

**Varela A.M.**, Muñoz-Tuñón C. "The Use of Satellites for Site Characterization" en "ARENA workshop on Site testing at Dome C", 11-13 junio, Roma, Italia.

**Moreno-Insertis F.** "Flux Emergence: Current Status and Roadmap" en "Flux Emergence Workshop FEW 2007: Structure and Dynamics of Solar Magnetic Fields", 12-15 junio, St Andrews, Reino Unido.

**Martínez-Pillet V.** "Sunrise: A Balloon for High Spatial Resolution Polarimetric Measurements" en "2<sup>nd</sup> European General Assembly of the International Heliophysical Year: European Implication to the Large Infrastructures of the Future", 18-22 junio, Turin, Italia.

**Khomenko E.** "Propagation of MHD Waves in Solar Magnetic Structures: Observation and Interpretation" en "SOHO 19/GONG 2007: Seismology of Magnetic Activity", 9-13 julio, Melbourne, Australia

**Belmonte J.A.** "Cuatro ensayos (Seis Milenios) de Astronomía cultural: de las antas alentejanas a la mezquita de Córdoba" en "Megalitismo e Arqueologia da Paisagem", 1-3 agosto, Evora, Portugal.

**Israelian G.** "Abundances in stars with extrasolar Planets" en "JENAM-2007 (Joint European and National Astronomy Meeting): Our Non-stable Universe", 20-25 agosto, Yerevan, Armenia.

**Aparicio A.** "Stellar Populations as a Test for the Stellar Evolution" en "XXI Century Challenges for Stellar Evolution", 29 agosto-2 septiembre, Cefalu, Sicilia, Italia.

**Shahbaz T.** "High Speed Observations of X-Ray Binaries" en "High Time Resolution Astrophysics. The Universe at Sub-Second Timescales", 11-13 septiembre, Edimburgo, Escocia.

**Rodríguez Espinosa J.M.** "Una nueva ventana al Universo: Primera Luz con el GTC" en "XXXI Reunión Bienal Real Sociedad Española de Física", 11-14 septiembre, Granada.

**Trujillo Bueno J.** "The Magnetic Sensitivity of the Second Solar Spectrum" en "5<sup>th</sup> Solar Polarization

# COMUNICACIONES A CONGRESOS INTERNACIONALES

Fuensalida J.J., García-Lorenzo, B., Delgado, J.M., Hernández-Rodríguez, M.A.C., Vernin, J. "Statistical Turbulence Vertical Profiles at the Roque de Los Muchachos and Teide Observatories"

García-Lorenzo B., Fuensalida J.J. "Evaluation of Projection Effects when Determining the Velocity Vector of Turbulent Layers Velocity from G-SCIDAR Observations"

García-Lorenzo B., Fuensalida J.J. "Determination of the Velocity Vector of Turbulent Layers from G-SCIDAR Observations using an Algorithm Based on Wavelet Transforms"

Fuensalida J.J., García-Lorenzo B., Hoögemann C. "Dome Seeing Subtraction from G-SCIDAR Measurements"

Hernández-Rodríguez M.A.C., Delgado J.M., Fuensalida J.J., García-Lorenzo B., Hernández E., Hoegemann C. "The Hybrid Shack-Hartmann/G-SCIDAR Instrument"

Delgado J.M., Fuensalida J.J., García-Lorenzo B., Hernández E., Hernández-Rodríguez M.A.C., Reyes M. "A G-SCIDAR Instrument for the Inter-Calibration of the Atmospheric Turbulence between the Roque de los Muchachos and Paranal Observatories"

Varela A.M., Muñoz.Tuñón C. "Climatology at the Roque de los Muchachos Observatory: tropospheric and ground level regimes"

Varela A.M. et al. "DIMMA: the first unmanned Differential Image Motion Monitor"

Varela A.M: et al. "On the Use of Satellite Data for Atmospheric Extinction Studies"

**"Astronomical Spectroscopy and the Virtual Observatory", 21-23 marzo, Villafranca, Madrid**

Martín E.L., Solano E., Cabrera J., Vladivielso L., Rodrigo C. "Brown dwarf projects at the Spanish Virtual Observatory"

**"Robotización de Telescopios e Instrumentación en Dome C", 26-29 marzo, Playa de La Arena, Tenerife**

Varela A.M. "DIMMA: A Completely Unmanned

Differential Image Motion Monitor"  
Rabus M., Almenara J.M. "The Semi-Robotic Stare Telescope"

**"XEUS: Visions of the Extreme Universe", 2-4 abril, Londres, Reino Unido**

Shahbaz T. "Optical/X-Ray Correlations in X-Ray Binaries"

**"From Stars to Planets: Connecting our Understanding of Star and Planet Formation", 11-14 abril, Gainesville, Florida, EEUU**

Bouy H. "A Search for Brown Dwarfs and Planets around B Stars"

**"RAS National Astronomy Meeting 2007", 16-20 abril, Preston, Reino Unido**

Mahoney T. "A Scientific Approach to Astronomical Terminology"

**"New Quests in Stellar Astrophysics II. Ultraviolet Properties of Evolved Stellar Populations", 16-20 abril, Puerto Vallarta, Mexico**

Cardona O., Crivellari L., Simonneau E. "A Novel Precise Method for Correcting the Temperature in Stellar Atmosphere Models"

**"International Conference in Defence of the Quality of the Night Sky and the Right to Observe the Stars", 19-20 abril, Los Cancajos, La Palma**

Belmonte J.A. "Seeking Starlight: Dreams of Mystery, Transcendentalism, Mystery and Imagination"

de la Paz Gómez F. "Protecting the Canarian Skies: A Practical Experience"

Díaz-Castro F.J. "The Sky Protection Law of the Canary Islands: Application and Results"

Muñoz-Tuñón C. "Benefits that go beyond the Frontiers of Astrophysics"

Pérez-Arencibia J.C. "Roque de los Muchachos Observatory: a singular reference for the island of La Palma"

Rodríguez Espinosa J.M. "Deep Sky and the Gran Telescopio CANARIAS (GTC)"

Sosa A. "Joint Public Outreach at the Astronomical Observatories of the Canary Islands"

**"Pathways through an Eclectic Universe", 23-27**

**"Third Chilean Advanced School of Astrophysics: Insights into Galaxy Evolution from Resolved Stellar Populations", 8-12 enero, Concepción, Chile**

Carrera R. "The Magellanic Clouds Chemical Enrichment History"

Noël N. "Detailed SFH of the MCs"

Bernard E. "Short-Period Variables in the Local Group Dwarf Galaxies Tucana and LGS3"

Monelli M. "Photometric and Spectroscopic Properties of Stellar Populations in the Carina dSph Galaxy"

Noël N. "SMC Stellar Populations"

**"From our Star to Far Stars: Variation and Variability. British–Hungarian-French N+N+N Workshop for Young Researchers", 15-17 enero, Budapest, Hungría**

Watson C.A., Steeghs D., Dhillon V.S., Shahbaz T. "Imaging the cool stars in the interacting binaries AE Aqr, BV Cen and V426 Oph"

**"Metallicity Calibrations for Gaseous Nebulae Workshop", 22-26 enero, Honolulu, Hawai; EEUU**

García-Rojas J. "HII Regions Metallicities from Recombination Lines"

**"The 2007 ESO Instrument Calibration Workshop", 23-26 de enero, Garching, Alemania**

Barrena R. "Faint NIR Polarimetric Standards"

Monelli M. "Systematic effects in radial velocity and chemical abundance determinations: the case of FORS2 and FLAMES"

**"V Workshop Estallidos de Formación Estelar en Galaxias Star Formation and Metallicity", 28 febrero-2 marzo, Granada**

Sánchez-Janssen R. "Properties of the Bright and Dwarf Galaxy Populations in Nearby Clusters"

Amorín R. "Studying the Underlying Stellar Host in BCD's"

Martínez-Delgado I. "3D Spectroscopy of BCDs: Inferring the Star Formation Activity"

Rodríguez-Espinosa J.E. "The GTC: Projects for Star Formation Study"

Aguerri J.A.L. "Diffuse Light in Clusters and Groups"

Martínez-Delgado D. "Hierarchical Galaxy Formation in the Local Universe"

**"International Year of Astronomy", 3-4 marzo, Garching, Alemania**

Mahoney T. "Celebrating the 4<sup>th</sup> Centenary of the Birth of Physical Astronomy"

**"ESO Workshop on Observing Planetary Systems", 5-8 marzo, Santiago, Chile**

Bouy H. "Search for Planetary Mass Companion to Massive Stars"

Rodríguez-Espinosa J.M. "The GTC Calibration programme"

**"IAU Symp. 242: Astrophysical Masers and their Environments", 12-16 marzo, Alice Springs, Australia**

González-Fernández C., Cabrera-Lavers A., Garzón F., Hammersley P.L., López-corredoira M., Vicente B. "TCS-CAIN: Spectro-Photometric Survey of the Milky Way"

**"38<sup>th</sup> Lunar and Planetary Science Conference, (Lunar and Planetary Science XXXVIII)", 12-16 marzo, Texas, EEUU**

García-Hernández D.A., Trigo-Rodríguez J.M., García-Lario P., Machado A. "Massive AGB Stars in the Early Solar System?"

**"Workshop on Astronomical Site Evaluation", 13-15 marzo, San Pedro Mártir, México**

Fuensalida J.J., García-Lorenzo B., Delgado J.M., Rodríguez-Hernández M.A.C., Vernin J. "Sampling and Characterization of the Turbulence Vertical Distribution. Statistics of SCIDAR Profiling"

Varela A.M., Bertolin C., Muñoz-Tuñón C., Fuensalida J.J., Ortolani S. "In situ Calibration using Data Results"

**"Deep Spectroscopy and Modelling of Emission Line Nebulae", 16-20 abril, Pekin, China**

Esteban C. "Spatial Mapping of Recombination Lines and Physical Conditions in the Orion Nebula"  
García-Rojas J. "HII Region Abundances from Optical Recombination Lines"

**"Symposium on Seeing", 20-22 marzo, Kona, Hawai, EEUU**

Populations in LMC"

Meschin P., Gallart C., Cassisi S., Aparicio A., Rosenberg A. "The Cepheids Variable Star Population in the Local Group Dwarf Galaxy Pegasus"

Noël N.E.D., Gallart C. "Stellar Populations in the Outskirts of the SMC: No Outer Edge Yet"

Pohlen M., Beckman J.E., Aladro R., Dettmar R.-J., Erwin P., Gutiérrez L., Peletier R., Truillo I., Zaroubi S. "The Good, the Bad, and the Ugly: Three types of Galaxy Disks"

Speltinckx T., Laurikainen E., Salo H., Buta R., Knapen J. H. "Comparison of bar strengths in optical and near-infrared"

Toonen S., Fathi K., Falcón-Barroso J., Beckman J.E., de Zeeuw P.T. "The Pattern Speed of the Bar(s) in NGC 6946"

Varela A.M. "Observations of Complex H, A High Velocity Cloud Close to the Galactic Plane"

Monreal-Ibero A., Muñoz-Tuñón C., Caon N., Cairós L.M., Melo V., García-Lorenzo B., Weibacher P., Tenorio-Tagle G., Roth M.M. "Integral Field Spectroscopy of nearby Starbursts"

**"Initial Results from Hinode: Workshop in Memory of Takeo Kosugi", 24-27 abril, Mitaka, Japón**

Vargas-Domínguez S., Bonet J.A., Martínez-Pillet V., Katsukawa Y., Kitakoshi Y., van der Voort L.R. "On the Moat-Penumbral Relation"

**"Workshop: Astronomía Teórica en Argentina: Problemas y Perspectivas", 10-11 mayo, Córdoba, Argentina**

Lipari S., Bergmann M., Sánchez S.F., Terlevich R., Mediavilla E., Punsly B., García-Lorenzo B., Zheng W., Sistero R. "The Role of Exploding QSOs in Explosive Models of Evolution, Formation and End of Galaxies"

**"OISA'07 (Oukaimden Internacional School of Astronomy)", 10-13 mayo, Marrakech, Marruecos**

Muñoz-Tuñón C. "Site Selection for the Future ELT"

**"Multiplicity in Star Formation", 16-18 mayo, Toronto, Canadá**

Lodieu N. "Substellar Binary Fraction in the Pleiades"

**"IAU Symposium No. 243: Star-Disk Interaction in Young Stars", 21-25 mayo, Grenoble, Francia**

Bouy H. "A Detailed Look at a Brown Dwarf Disk"

**"Space Astronomy: The UV window to the Universe (Dedicated to Willem Wamsteker)", 28 mayo-1 junio, El Escorial, Madrid**

García-García M., Herrero A., Simón-Díaz S. "Weak Winds in Orion Nebula?"

**"Frascati Workshop 2007: Multifrequency behaviour of High Energy Cosmic Sources", 28 mayo-2 junio, Vulcano, Italia**

Beckman J.E. "Merger processes in Galaxy Evolution"

**"41<sup>st</sup> ESLAB Symposium: the Impact of HST of European Astronomy", 29 mayo-1 junio, Noordijk, Países Bajos**

Gutiérrez L., Beckman J.E. "A preliminary budget for the ionizing photons in the HII regions of M51"

Azzollini R., Beckman J. E., Gutiérrez L. "Tracking the distribution of star formation in galaxies up to  $z = 1$ "

**"The Milky Way Halo - Stars and Gas: Locations, Motions, Origins", 29 mayo-2 junio, Bonn, Alemania**

Martínez-Delgado D. "Tracing Tidal Streams in the Galactic Halo"

**"ACP Summer 2007 Workshop: Modeling Galaxy Clustering", 11 junio-1 julio, Aspen, Colorado, EEUU**

Patiri S. "Constraining  $\Omega_b$  with the Statistics of Voids"

**"Flux Emergence Workshop FEW 2007: Structure and Dynamics of Solar Magnetic Fields", 12-15 junio, St. Andrews, Reino Unido.**

Moreno-Insertis F. "Flux emergence from the convection zone into de corona: Models with radiative transfer"

Tortosa A., Moreno-Insertis F. "Convection and flux emergence: From the solar interior to the corona, experiments with LTE radiative transfer"

**"Future Professional Communication in Astronomy", 13-19 junio, Bruselas, Bélgica**

Mahoney T.J. "Open Access: à consommer avec modération"

Mahoney T.J. "Publisher's Forum» Future

## abril, Playa de La Arena, Tenerife

Balcells M., Graham A., Peletier R. "Nuclear Components of early Galaxy Bulges"

Gallart C. and the LCID team "The ACS LCID project: Old main sequence turnoff photometry of isolated Local Group dwarf galaxies"

López-Corredoira M., Betancort-Rijo J., Beckman J.E. "Galactic Disc Warps due to Intergalactic Accretion Flows onto the Disc"

Martínez-Valpuesta I., Athanassoula E. "Boxy/ Peanut Bulges and Stellar Bars"

Mazucca L., Swaters R., Veilleux S., Knapen J.H. "A Consistent Picture of Gas Kinematics within Nuclear Rings"

Pérez Fournon I. on behalf of the SPIRE SAG-1 Team "HerMEs: Herschel Multi-Tiered Extragalactic Survey"

Pohlen M., Erwin P., Trujillo I., Beckman J.E. "Three Types of Galaxy Disks"

Rebolo R. "The Cosmic Microwave Background"

Trujillo I. "Strong size evolution of the most massive galaxies since  $z \sim 2$ "

Vazdekis A. "Resolving the Age/Metallicity Degeneracy"

Aladro R., Gutiérrez L., Erwin P., Beckman J.E. "Disk profiles of early type unbarred galaxies"

Amorín R.O., Muñoz-Tuñón C., Aguerri J.A.L. "The Structural Properties of a Sample of Blue Compact Galaxies"

Azzollini J.R., Beckman J.E. "A Quantitative Analysis of the Morphology of Star Formation in Galaxies at different Redshifts"

Beckman J.E., Gutiérrez L., Giammanco C. "Medium Term Variability in Emission from the Orion Nebula"

Berentzen I., Shlosman I., Martínez-Valpuesta I., Heller C.H. "The feedback of gas on the evolution of galactic bars"

Boeker T., Falcón-Barroso J., Allard E., Knapen J.H., Schinnerer E., Ryder S. "Star formation in nuclear rings"

Buenrostro V., Lockman J., Beckman J.E. "Observations of Complex H, a High Velocity Cloud close to the Galactic Plane"

Cardwell A., Beckman J.E. "The Break in the HII Region Ha Luminosity Function as a New Standard Candle"

Carignan C., Hernández O., Beckman J.E., Fathi K. "GHaFaS: Galaxy Ha Fabry-Perot Spectrometer for the WHT"

Casuso E., Beckman J.E., Buenrostro V. "Triggering of Cloud Collapse in a Galactic Disc by Infall of a High Velocity Cloud"

Cenarro J., Cardiel N. "The Calcium Triplet Gradient of M32"

Comeron S., Knapen J.H., Beckman J.E. "A statistical study of the circumnuclear morphology of sigma-drop galaxies"

Comeron S., Knapen J.H., Beckman J.E. "Discovery of five new Ultra-Compact Nuclear Rings in three Spiral Galaxies"

de Lorenzo-Cáceres A., Vazdekis A., Aguerri J.A.L. "Kinematical Analysis of the Double-Barred Galaxy NGC 357"

Erwin P., Pohlen M., Beckman J.E., Gutiérrez L., Aladro R. "The Outer Structure of Galactic Disks: Connections between Bars, Disks, and Environments"

Fathi K., Beckman J.E., Carignan C., Hernández O. "Fabry-Perot Interferometry and Dynamics of Spiral Galaxies"

Giammanco C., Gutiérrez L., Beckman J.E. "A Test for the Observational Determination of Time Dependence in the Temperature and Density Structure of Ionized Interstellar Gas"

Gutiérrez L., Beckman J.E. "A Preliminary Budget for the Ionizing Photons in HII Regions of M51"

Knapen J.H., James P. "Interactions and Star Formation in Galaxies"

López-Sánchez A.R., Esteban C. "Interaction and Star Formation Activity in Wolf-Rayet Galaxies"

Martínez-Valpuesta I., Knapen J.H., Buta R. "Ansaes in Barred Galaxies"

Mazucca L., Swaters R., Veilleux S., Knapen J.H. "A Consistent Picture of Gas Kinematics within Nuclear Rings"

Meschin P., Gallart C., Aparicio A., Carrera R., Monelli M., Stetson P.B. "The Outer Stellar

MEMORIA  
IAC 2007

235

**"VIII Latin American Conference on Space Geophysics (VIII COLAGE)", 11-17 julio, Mérida, México**

Vaquero J.M., Trigo R.M., Vázquez M., Gallego M.C. "155-days Period Detected in Solar Cycles #3 and #4"

**"IAU Symp. N° 245: Formation and Evolution of Galaxy Bulges", 16-20 julio, Oxford, Reino Unido.**

Balcells M. "The  $z = 0.8$  Precursors of Today's Bulges"

Mahoney T. "The Long Stellar Bar and Boxy Bulge of the Milky Way"

de Lorenzo-Cáceres A., Vazdekis A., Aguerri J.A.L. "Kinematics and stellar populations of the double-barred early-type galaxy NGC357"

Martínez-Valpuesta I., Athanassoula E. "Boxy/ Peanut Bulges and Stellar Bars"

**"Bioastronomy 2007: Molecules, Microbes and Extraterrestrial Life", 16-20 julio, San Juan de Puerto Rico**

Pallé E. "Determining Extrasolar Earth-like Planet Rotation Rates from Photometric Observations"

**"15<sup>th</sup> Annual Meeting of the SEAC & VIII Oxford International Conference on Archaeoastronomy and Astronomy in Culture: Astronomy and Cosmology in Folk Traditions and Cultural Heritage", 22-31 julio, Klaipėda, Lituania**

Belmonte J.A., González García A.C., Shaltout M., Fekri M., Miranda N. "From Umm al Qab to Biban el Muluk: The Orientation of Royal Tombs in Ancient Egypt"

MEMORIA  
2007 IAC  
236

González-García A.C., Koleva V., Kolev D., Belmonte J.A. "Thracian Dolmens and their Orientation"

García Quintela M.V., Belmonte J.A., González-García A.C. "Anomalous Deer, the Landscape, and Time Reckoning in NW Spain during the Iron Age"

Miranda N., Belmonte J.A., Molinero M.A. "Uncovering Seshat: New Insights into the Stretching of the Cord Ceremony"

**"Hot Subdwarf Stars and Related Objects", 23-27 julio, Bamberg, Alemania**

Oreiro R., Baran A., Pérez-Hernández F., Ulla A., Pigulski A. "Comparing the observed frequencies of Balloon09010001 with theoretical modes of oscillation"

Baran A., Oreiro R., Pigulski A., Pérez-Hernández F., Ulla A., Reed M. "Results for three-season photometry of Balloon09010001"

Ostensen R., Oreiro R., Hu H., Drechsel H., Heber U. "HS2231+2441: An eclipsing sdB binary with a substellar companion"

**"SAURON Meeting", 23-27 julio 2007, Oxford, Reino Unido**

de Lorenzo-Cáceres A. "Double-barred galaxies with SAURON"

**"First MAGPOP Summer School", 5-10 agosto, Baviera, Alemania**

Cervantes-Rodríguez J.L. "Stellar population synthesis models with  $\alpha$ -enhancement at 2.3Å resolution"

**"Dynamics of Galaxies", 6-10 agosto, San Petersburgo, Rusia**

Martínez-Valpuesta I., Athanassoula E. "Barred Spiral and Boxy/Peanut Bulges. Evolution from the Simulations Point of View"

Fathi K., Beckman J.E. "Disk Formation and Evolution from Two-Dimensional Kinematics"

**"40 Years of Pulsars: Millisecond Pulsars, Magnetars and More", 12-17 agosto, Montreal, Canadá**

Muñoz-Darias T., Martínez-Pais I.G., Casares J., Cornelisse R. et al. "Bowen blend echo-tomography of low mass X-ray binaries"

Durant M., Shahbaz T., Zurita C., Torres M.A.P. "SWIFT J1753.5-0127: orbital period, high-frequency timing analysis and multi-band observations"

Durant M. "Extinction as a Tool to Find Distances to X-Ray Sources"

Breton R.P. et al. (Incluye Durant M.) "PSR J1744-3922: Hint of a New Binary Pulsar Class"

Muñoz-Darias T., Casares J., Martínez-González I.G., Steeghs D. "The Mass of the LMxB X-Ray Pulsar X1822-371"

**"EPSC 2007: European Planetary Science**

Professional Communication in Astronomy"

**"Asymmetrical Planetary Nebulae IV", 18-22 junio, La Palma**

Corradi R.L.M. "The morphology and kinematics of planetary nebulae: a tribute to Hugo Schwarz"

Sabin L. "Magnetic Fields in Planetary Nebulae and Post-AGB Nebulae"

Manchado A. "Molecular hydrogen in NGC 6853"

Viironen K. "Morphological Classification of New Candidate PNe in an IPHAS Sample"

Dobrincic M. "Axisymmetrical Velocity Structure in Bipolar PNe"

Santander-García M., Corradi R.L.M., Mampaso A. "Symbiotic and Planetary Nebulae: Similarities and Differences"

Sandin C., Schönberner D., Roth M.M., Steffen M., Böhm P., Monreal-Ibero A. "Spatially resolved spectroscopic studies of planetary nebulae and their halos"

Balick B., Mampaso, A. "Future Directions"

**"5th Workshop on Science with the New Generation High Energy Gamma-Ray Experiments", 18-20 junio, Frascati, Italia**

Gaug M., Bastieri D., Galante N., Garczarczyk M., Longo F., Mizobuchi S., Scapin V. "Observations of Gamma Ray Bursts with the MAGIC Telescope"

**"Extreme Solar Systems", 24-29 junio, Santorini, Grecia**

Bouy H. "A Search for Brown Dwarfs and Planets around B Stars"

Montañés-Rodríguez P. "Searching Exobiospheres"

Pallé E. "Determining the Rotational Period, and Inferring the Presence of Clouds, from Photometric Observations of Exoplanets"

**"Tracing Cosmic Evolution with Clusters of Galaxies: Six Years Later", 25-29 junio, Sesto Pusteria, Italia**

Sánchez-Janssen R. "Structural Parameters of Galaxies in Nearby Galaxy Clusters"

**"IUGG 2007 Session ASIV030: New Results from Solar and Heliospheric Missions", 2-13 julio, Perugia, Italia**

Sánchez-Almeida J. "Search the Photospheric Footprints of TR Loops"

**"30th International Cosmic Ray Conference (ICRC07)", 3-11 julio, Yucatán, México**

Barao F. et al. (Incluye Costado M.T., Delgado C., García-López R.J., Herrero A.) "The AMS-RICH Velocity and Charge Reconstruction"

Gaug M., Hsu C., Becker J.K., Biland A., Mariotti M., Rhode W., Teshima M. "Tau Neutrino Search with the MAGIC Telescope"

Albert J. et al. (Incluye Costado M.T., Delgado C., García-López R.J., Gaug M., Herrero A.) "The MAGIC Project: Contributions to ICRC 2007"

**"Galaxy Interactions and Mergers", 4-5 julio, Nottingham, Reino Unido**

Knapen J.H. "Interactions and Star Formation"

**"Galaxies in the Local Volume", 8-13 julio, Sydney, Australia**

Drozdovsky I., Hopkins A., Aparicio A., Gallart C. and the LCID team "Comparing Nearby and Cosmic Galaxy Star Formation Histories"

Meschin I., Gallart C., Aparicio A., Carrera R., Monelli M., Stetson P.B. "The Outer Stellar Populations in LCM"

Drozdovsky I., Tikhonov N., Aparicio A., Gallart C., Monelli M., Hidalgo S., Bernard E., Galazutdinova O., Bono G., Sanna N. and the LCID team "The Stellar Structures around Disk Galaxies"

López-Sánchez A.R., Esteban C., Koribalski B., García-Rojas J. "Ionized and Neutral Gas in the Starburst Galaxy NGC 5253"

López-Sánchez A.R., Esteban C. "Interaction and star Formation Activity in Wolf-Rayet Galaxies"

López-Sánchez A.R., Esteban C., Koribalski B. "Interactions and Starburst Activity in Galaxy Groups"

**"SOHO 19/GONG 2007: Seismology of Magnetic Activity", 9-13 julio, Melbourne, Australia**

Collados M. "Non-linear Numerical Simulations of Magneto-Acoustic Wave Propagation in Small-Scale Flux-Tubes"

Olshevsky V., Khomenko E., Collados M. "Interaction of Acoustic Waves with a Sunspot: The First Results of 3D MHD Modelling"

Muñoz-Darias T., Martínez-Pais I.G., Casares J., Cornelisse R. et al. "Bowen Blend Echo-Tomography of Low Mass X-Ray Binaries"

Durant M., Shahbaz T. "A Periodic Studies of Cataclysmic Variables"

Durant M., Shahbaz T. "SWIFT J1753.5-0127: Orbital period, high-frequency timing analysis and multi8-band observations"

**"Young massive star clusters. Initial conditions and environments", 11-14 septiembre, Granada**

López-Sánchez A.R., Esteban C. "Interaction and star Formation Activity in Wolf-Rayet Galaxies"

**"IV NAHUAL Workshop", 11-14 septiembre, Cádiz**

Martín E.L. "Current Status of NAHUAL Project"

**"SPIE Europe Remote Sensing: Optics in Atmospheric Propagation and Adaptive Systems X", 17-20 septiembre, Florencia, Italia**

Fuensalida J.J., García-Lorenzo B., Hoegemann C. "Dome-seeing subtraction from G-SCIDAR measurements"

García-Lorenzo B., Fuensalida J.J. "Determination of turbulent-layer wind speed from G-SCIDAR data using an algorithm based on wavelet transforms"

de la Nuez A., García-Lorenzo B., Fuensalida J.J., Hernández-Rodríguez M.A.C. "Atmospheric turbulence profiling at the Teide observatory: comparison and calibration of SODAR and SCIDAR measurements"

García-Lorenzo B., Fuensalida J.J., Hernández-Rodríguez M.A.C. "Statistical turbulence vertical profiles at the Roque de los Muchachos Observatory and Teide Observatory"

Rodríguez-Hernández M.A.C., Fuensalida J.J., García-Lorenzo B.M., Delgado J.M., Hernández E., Hoegemann C., Vázquez-Ramió H. "The hybrid Shack-Hartmann/G-SCIDAR instrument"

**"Which Astrophysics at Dome C? (2nd ARENA EU network conference)", 17-21 septiembre, Alemania**

Deeg H. "Transit Searches with Small Telescopes"

Martín E.L. "Dome C Science cases: Comparison with ground-based projects"

Rabus M. et al. "The semi-robotic STARE

instrument"

**"5th Solar Polarization Workshop (SPW5)", 17-21 septiembre, Ascona, Suiza**

Asensio-Ramos A., Trujillo-Bueno J. "Synthesis and inversion of He I Stokes profiles caused by the joint of the Hanle and Zeeman effects"

Belluzzi L., Landi Degl'Innocenti E., Trujillo Bueno J. "The second solar spectrum of the Li 6707 doublet as a diagnostic tool of the solar lithium isotopic abundance"

Centeno E., Trujillo-Bueno J., Uitenbroek H., Collados M. "Influence of EUV coronal irradiation on the Stokes profiles of the He 10830 Å multiplet"

Khomenko E. "Observational signatures of numerically simulated MHD wave propagation in small-scale flux tubes"

López-Ariste A., Asensio-Ramos A., Manso-Sainz R. "The turbulent magnetism of the quiet sun from Hanle and Zeeman high resolution observations"

López-Ariste A., Asensio-Ramos A., Manso-Sainz R. "Spectropolarimetry of resonance polarization of the Na D lines in the laboratory"

Manso-Sainz R., Trujillo-Bueno J. "Polarimetry of EUV lines for coronal loop magnetometry"

Ramelli R., Trujillo Bueno J., Bianda M., Belluzzi L., Landi Degl'Innocenti E. "Observations of the joint action of the Hanle and Zeeman effects in the D2 line of Ba II"

Shchukina N.G., Trujillo Bueno J. "Three-dimensional radiative transfer modeling of the Second Solar Spectrum of titanium"

Asensio-Ramos A., Martínez-González M.J., López-Ariste A., Trujillo-Bueno J., Collados M. "Flux cancellation in the solar photosphere: a near-IR line of Mn I as a diagnostic tool"

Asensio-Ramos A., Martínez-González M.J., Rubiño-Martín J.A. "Bayesian inversion of Stokes profiles"

Casini R., Lites B., Manso-Sainz R. "Scattering Polarization in the Fe I 6301/6302 lines"

Casini R., Manso-Sainz R. "Self-alignment of atomic hydrogen in the presence electric fields"

Merenda L., Manso-Sainz R. "The Cr I 520.6 nm triplet at the solar limb"

**Congress", 19-24 agosto, Potsdam, Alemania**

Licandro J., de León J., Pinilla-Alonso N., Campins H., Mothé-Diniz T., Alvarez-Candal A., Fiorenzano A. "Are comets the so called Main Belt comets?"

Pinilla-Alonso N, Licandro J, Gil-Hutton R, Brunetto R. "Is there a carbon-depleted population in the trans-neptunian belt?"

Brunetto R., de León J., Licandro J. "Testing space weathering models on A-type asteroid (1951) Lick"  
**"HELAS II International Conference: Helioseismology, Asteroseismology and MHD Connections", 20-24 agosto, Goettingen, Alemania**

Pallé P.L. "The HELAS – IT Platform"

Simoniello R., Chaplin W.J., Elsworth Y.P., García R.A. "Reliability of p-mode event classification using contemporaneous BiSON and GOLF observations"

Simoniello R., Ruiz-Cobo B., Jiménez-Reyes S.J., García R.A., Pallé P.L. "Numerical simulation of a solar resonant spectrometer"

**"JENAM-2007 (Joint European and National Astronomy Meeting): Our Non-stable Universe»" 20-25 agosto, Yerevan, Armenia**

Fathi K. "Evolution of Structure in Spiral Galaxies with GHaFaS"

Martín E.L. "NAHUAL: An Infrared Spectrograph for Exoplanet Research at the GTC"

Vallbé M. "EMIR: A Near-Infrared Multiobject Spectrograph for the GTC"

Vallbé M. "GOYA: The Evolution of a 15 Galaxies"

Fathi K. "Gas Dynamics in Spiral Galaxies"

Mampaso A. "IPHAS discovers hundreds of new Planetary Nebulae at the Galactic Plane"

Martín E.L. "High amplitude variability in a binary candidate in the Orion Nebula Cluster"

Martín E.L. "Searching for very low-mass stars and brown dwarfs with the Spanish Virtual Observatory"

**"XXI Century Challenges for Stellar Evolution", 29 agosto-2 septiembre, Cefalù, Sicilia, Italia**

Gallart C., Aparicio A., Cassisi S., Hidalgo, S.L., Monelli M., Noël N.E.D., Zoccali M. "Derivation of star formation histories through deep color-magnitude diagrams: the dependency on stellar

evolution models"

Monelli M. "Star Formation in the Local Group: LCID Results from Isolated Dwarf Galaxies"

Monelli M. "Local Cosmology from Isolated Dwarfs: a few results from the LCID project"

Di Cecco A., Bono G., Monelli M. et al. "Deep and extended multiband (SDSS) survey of the Galactic globular cluster M92"

Sanna N., Bono G., Monelli M., Drozdovsky I., Giuffrida G., Cassisi S., Pietrinferni A., Buonanno R., Caputo F., Corsi C.E., Ferraro I., Iannicola G., Pulone L. "Stellar populations in the Local Group starburst galaxy IC10"

**"Massive Star Formation: Observations confront Theory", 10-14 septiembre, Heidelberg, Alemania**

Lenorzer A., Bik A., Najarro F., de Koter A., Herrero A. "Stellar and Mass-loss properties of young embedded O-type Stars"

Marín-Franch A., Font A., Lenorzer A., Herrero A., Najarro F. "The stellar content of obscured massive star formation clusters: NIR photometry and spectroscopy of G61.48+0.09"

Bik A., Lenorzer A., Thi W.-F., Puga-Antolín E., Waters L.B.F.M., Kaper L., Martín-Hernández N.L. "An infrared view of (candidate accretion) disks around massive young stars"

**"Encuentros Relativistas Españoles - Spanish Relativity Meeting ERE07", 10-14 septiembre, Puerto de la Cruz, Tenerife**

Hajjawi S., Buitrago J.G. "Quantified Status of Spin Emerging in Classical Spinor Calculus"

**"The MPA/ESO/MPE/USM 2007 Joint Astronomy Conference: Gas Accretion and Star Formation in Galaxies", 10-14 septiembre, Garching, Alemania**

Fathi K. "Evolution of star-forming gas in spiral galaxies"

Fathi K. "Ionized Gas in Spiral Galaxies"

Buenrostro V., Brinks, E., Beckman J.E. "A Search for HVC's around nearby galaxies from the THINGS survey"

**"High Time Resolution Astrophysics. The Universe at Sub-Second Timescales", 11-13 septiembre, Edimburgo, Escocia**

Ziffer J., Campins H., Fernández Y.R., Licandro J., Mothé-Diniz T., Hargrove K.D. "Spectroscopy of the Veritas Family: Toward a Compositional Understanding"

Campins H., Kelley M.S., Fernández Y.R., Ziffer J., Licandro J., Emery J., Cruikshank D.P., Hergenrother C., Pinilla-Alonso N., Hargrove K., Clautice D. "Rotationally Resolved Spitzer Spectra of Comet-Asteroid Transition Object 944 Hidalgo" Fernández Y.R., et al. (Incluye Licandro J.) "Thermal Properties, Size Distribution, and Albedo Distribution of Jupiter-Family Comets"

Pinilla-Alonso N., Brunetto R., Licandro J., Gil-Hutton R., Campins H. "The Homogeneous Surface Of 2003 EL61, A Snowball In The TNb"

Kelley M.S. et al. (Incluye Licandro J.) "Comet Dust and Activity at Moderate Heliocentric Distances as Observed with Spitzer"

**"Polarization Workshop", 8-10 octubre, Niza, Francia**

Manso R. "Scattering Polarization and the Hanle Effect in Weakly Anisotropic Atmospheres"

**"Science with the VLT in the ELT Era", 8-12 octubre, Garching, Alemania**

Israelian G. "Chemical evolution of the Galaxy and Supernova Yields after UVES"

Herrero J.M., Zapatero-Osorio M.R. "Espresso Optomechanics"

Colina L., Arribas S., Bedregal A., Monreal-Ibero A., García-Marín M., Alonso-Herrero A., Alonso J. "Integral Field Spectroscopy of (U) LIRGs. From VLT to JWST."

**"3rd Central European Solar Physics Meeting", 10-12 octubre, Bairisch Kölldorf, Austria**

Sobotka M., Puschmann K.G., Hamedivafa H. "Kinematics of umbral fine structure"

**"The IXth Torino Workshop on Evolution and Nucleosynthesis in AGB Stars & The II<sup>nd</sup> Perugia Workshop in Nuclear Astrophysics", 22-26 de octubre, Perugia, Italia**

Lugaro M., Karakas A.I., van Raai M.A., García-Hernández D.A., Trigo-Rodríguez, J. M. "A massive AGB star as source of short-lived nuclei in the Early Solar System"

van Raai M.A., Lugaro M., Karakas A.I., García-Hernández D.A. "Rubidium and zirconium production in massive AGB stars"

**"XII Latin-American Regional IAU Meeting (LARIM-2007)", 22-26 octubre, Isla de Margarita, Venezuela**

García-López R.J. "Search for g-ray emission from the Supernova Remnant IC443 with the MAGIC Telescope"

Martín E.L. "Current Results and Future Prospects for the detection of planets in very low-mass primaries"

Rodríguez-Espinosa J.M. "The GTC: A New Window to the Universe"

Mampaso A., Corradi R.L.M. "A pile of new Planetary Nebulae in the Galactic Plane"

Padilla-Torres C. "Dark matter at supercluster scales: The case of Corona Borealis Supercluster"

Corradi R.L.M., Mampaso A. "New generation optical and near-infrared surveys of the Galactic Plane"

**"IAU Symposium No. 249 EXOPLANETS: Detection, Formation and Dynamics", 22-26 octubre, Suzhou, China**

Bouy H. "Planet around B Stars"

Bouy H. "A Search for Planets around nearby SCY Stars"

**"A Population Explosion: The Nature and Evolution of X-Ray Binaries in Diverse Environments", 28 octubre-2 noviembre, St. Petersburg, Florida, EEUU**

Cornelisse R. "An overview of the Bowen Survey; detecting a donor star signature in the optically bright LMXBs"

Muñoz-Darias T. et al. "Bowed Blend Echo-Tomography of LMXBs"

Shahbaz T. "Polarimetric evidence for infrared jets in X-ray binaries"

Corral-Santana J. et al. "Unveiling new quiescent Black Holes with IPHAS"

**"4th MAGPOP Network Meeting", 29-31 octubre,**

Manso-Sainz R., Trujillo-Bueno J. "The Hanle effect in optically thick atmospheres"

Trujillo-Bueno J., Shchukina N. "The scattering polarization of the Sr I 4607Å line at the diffraction limit resolution of a 1-m telescope"

Viticchié B., Sánchez Almeida J., Landi Degl'Innocenti E., Berrilli F. "Mn I Lines with hyperfine structure synthesized in realistic quiet Sun atmospheres"

**"Chaos in Astronomy", 17-20 septiembre, Atenas, Grecia**

Martínez-Valpuesta I. "Ansaes in Barred Galaxies, a Simulations Point of View"

**"HELAS NA3-2 Workshop: Low Degree and Low Frequency Modes", 18-21 septiembre, La Palma**

Jiménez A. "Phase differences and amplitude ratios at different photometric bands"

Pallé P.L. "What future measurements do we want? Introduction"

Eff-Darwich A., Korzennik, S.G. "Inversions of sun's internal structure and rotation after 2088 days of MDI observations"

Simoniello R. "Dynamics study of solar granulation structure along NaD1 spectral line"

Simoniello R. "Phase differences and amplitude ratios at different photometric bands as probe of the non-adiabatic behaviour of the Sun's atmosphere"

Eff-Darwich, A., Korzennik, S.G. "The effect of the length of helioseismic time-series on the frequency estimates and its impact on the inverted rotation and structure profiles"

**"Formation and Evolution of Galaxy Disks" 1-5 octubre, Roma, Italia**

Trujillo I. "Stellar Disk Truncations at High z"

Amorín R.O., Aguerri J.A.L., Muñoz-Tuñón C. "Analysis of the Structural Properties of the Low Surface Brightness Stellar Host in a Sample of Blue Compact Galaxies"

Méndez-Abreu J., Aguerri J.A.L., Corsini E.M., Simonneau E. "Structural Properties of Disk Galaxies: The Intrinsic Equatorial Ellipticity of Bulges"

Méndez-Abreu J., Aguerri J.A.L., Corsini E.M. "Properties of Bars and their Host Galaxies in the Local Universe"

Erwin P., Pohlen M., Gutiérrez L., Beckman J.E. "Trends for Outer Disk Profiles"

Stanghellini L., Guerrero M., Cunha, Manchado A., Villaver E. "Elemental Abundances in Galactic Planetary Nebulae: Constraining the Evolution of the Galactic Disk"

Laine S., Siopis C., Gutiérrez C.M., Zaritsky D., van der Marel R.P., Holley-Bockelmann K. "An Imaging Survey of Satellite Galaxies"

Beckman J.E., Fathi K., Piñol N., Toonen S., Hernández O., Carignan C. "The Tremaine-Weinberg Method for Pattern Speeds Using H $\alpha$  Emission from Ionized Gas"

Eliche-Moral M.C., Balcells M., Aguerri J.A.L., González-García A. "Secular Evolution of Bulges Induced by Satellite Accretion"

Azzollini J.R., Beckman J.E. "Studying the Star Formation Spatial Distribution in Galaxies up to z~1"

Sánchez-Janssen R., Aguerri J.A.L. "Structural Parameters of cluster galaxies in the WINGS Survey"

**"Communicating Astronomy with the Public 2007", 8-11 octubre, Atenas, Grecia**

Mahoney T. "Update on Celebrations of 400th Anniversary of the Publication of Keplers Astronomy Nova"

Rodríguez-Hidalgo I., Naveiros y Naveiras R., González-Sánchez O. "Meteorite, a Rock from the Space: A Planetarium Adventure for Children"

**"DPS 39th Meeting", 7-12 octubre, Orlando, Florida, EEUU**

Licandro J. "Carbon depleted TNOs and the Origin of the Carbon Depleted Comet"

De León-Cruz J., Licandro J., Pinilla-Alonso N., Lazzaro D. "Spectral Parameters Following Gaffey Method of Near-earth Asteroids and Main Belt Objects"

Licandro J., Pinilla-Alonso N., de León J., Campins H., Boehnhardt H., Tozzi G., Hainaut O., Mothé-Diniz T. "The Nature of Active Asteroids In The Main Belt"

MEMORIA  
IAC 2007

241

2007, Malta

Cenarro A.J. and the MAGOP-ITP "The Ca Triplet of Dwarf Ellipticals from the MAGPOP-ITP"

**"IAU Symp. No. 250: Massive Stars as Cosmic Engines", 10-14 diciembre, Kauai, Hawai, EEUU**

Mesa-Delgado A., López-Martín L, Esteban C., García-Rojas J., Luridiana V. "Mapping the Intimate Spectral Properties of Gas Flows in the Orion Nebula"

Castro-Rodríguez N., Herrero A., García-García M. et al. "The Araucaria Project: Blue Massive Stars in NGC55"

García-García M., Herrero A., Simón-Díaz S. "Weak Winds in Orion?"

Herrero A., Lenorzer A., Marín-Franch A. et al. "The MASGOMAS Project"

Simón-Díaz S., García-Rojas J., Stasinska G., Esteban C. "Using HII regions to prove the ionizing radiation from massive stars"

**"The 1<sup>st</sup> Subaru International Conference: Panoramic Views of Galaxy Formation and Evolution", 11-15 diciembre, Hayama, Japón**

Martínez-Delgado D. "Panoramic Views of Stellar Tidal Streams in Nearby Spiral Galaxies"

**"First Solaire Workshop", 17-19 diciembre, Leuven, Bélgica**

Collados M. "Simultaneous spectropolarimetric observations of the photosphere and chromosphere"

Khomenko E. "Propagation of 5-min oscillations into chromosphere in small-scale flux tubes"

Moreno-Insertis F. "X-Ray jets in coronal holes: numerical simulation and Hinode observations"

Tortosa Abreu A. "Multi-dimensional Radiative Magnetic flux emergence simulations"

Trujillo-bueno J. "Scattering Line Polarization as a Thermometer and Magnetometer of the Solar Atmosphere"

**"Measuring Spin and Mass of Black Holes", 18-20 diciembre, Pune, India**

Casares J. "Mass Determination in Galactic Black Holes"

**"Science from UKIDSS", 17-19 diciembre, Garching, Alemania**

Cabrera-Lavers A. "The Inner Milky Way from Deep NIR Star Counts"

Lodieu N. "Results from the GCS: Pleiades and Upper Sco"

González-Fernández C. "The Inner Milky Way from NIR Spectra"

**"First Solaire Network-Wide Meeting", 17-19 diciembre, Leuven, Bélgica**

Tortosa-Abreu A. "Multi-dimensional Radiative Magnetic Flux Emergence Simulations"

## COMUNICACIONES A CONGRESOS NACIONALES

Vaquero J.M., Trigo R.M., Vázquez M., Gallego M.C. "La periodicidad de Rieger (~155 Días) detectada en los ciclos solares números 3 y 4"

**"IV Congreso de Comunicación Social de la Ciencia", 21-13 noviembre, Madrid**

Rodríguez-Hidalgo I. "De la intuición al oficio: un viaje inacabado por la divulgación científica"

**"VIII Jornadas de Astronomía: Estrellas en el Pirineo", 16-18 noviembre, Aínsa, Huesca**

Zapatero-Osorio M.R. "Los planetas de nuestra galaxia"

Vázquez M. "Mundos habitables"

**"Workshop en Formación de galaxias: Teoría, simulaciones y observaciones", 3-4 diciembre, Barcelona**

Trujillo I "Strong size evolution of the most massive galaxies since  $z \sim 2$ "

**"VI Workshop Estallidos", 3-4 diciembre, Puerto de la Cruz, Tenerife**

Monreal A. "Using FLAMES to Study the Nuclear Region of NGC 5253"

Martínez-Delgado I. "Formación estelar en BCDs y espectroscopía 3D"

Sánchez-Janssen R. "WINGS: Quantitative Morphology of Galaxies in Nearby Clusters"

Amorín A. "The Structure Properties of a Sample of BCGs"

MEMORIA  
2007 IAC

242

**"III Jornadas Astronómicas de Almería", 9-13 abril, Almería**

Sánchez F. "El Gran telescopio Canarias"

Casares J. "Evidencias de Agujeros Negros"

Beckman J.E. "Nace una Estrella"

**"Workshop ASTRID: Desarrollo de Instrumentación Astronómica: Futuros retos Científicos y Tecnológicos", 21-23 mayo, Madrid**

Cepa J. "Los retos de la instrumentación española"

Collados M. "EST: El Telescopio Solar Europeo de gran abertura"

García-López R. "Planes españoles desarrollo instrumentación ORM+Izaña"

Garzón F. "EMIR: El espectrógrafo multiobjeto infrarrojo para GTC"

Martínez-Pillet V. "IMaX y la participación española en Solar Orbiter – VIM"

Rodríguez-Espinosa J.M. "El GTC: instrumentación presente y futura; lecciones aprendidas"

Martín E.L. "NAHUAL: Un cazaplanetas telúrico para el GTC"

Licandro J. "NEOSR: Una misión de estudio y recogida de muestras de un asteroide cercano a la Tierra"

Collados M, Díaz J.J. "Un espectrógrafo de resolución 500.000 para el telescopio solar Gregor"

Rubiño J.A. "The QUIJOTE CMB Experiment: A Polarimeter for observations of the Cosmic Microwave Background from the Teide Observatory"

Rodríguez L.F. "La óptica adaptativa en Telescopios Gigantes"

Gómez-Reñasco M.F. "Software de vuelo para instrumentos embarcados en satélites"

**"XXXI Reunión Bienal Real Sociedad Española de Física", 11-14 septiembre, Granada**

Beckman J.E., Erwin P., Pohlen M. "Un análisis preliminar del equilibrio energético en las regions HII de M51"

Beckman J.E., Gutiérrez L., Erwin P., Aladro R., Pohlen M., Trujillo I. "La estructura exterior de los discos de las Galaxias"

Oreiro R., Ulla A., Pérez-Hernández F., Ostensen R. "A search for new EC14026-type pulsating hot subdwarfs: results from our last 4 campaigns"

**ARTÍCULOS  
EN REVISTAS  
INTERNACIONALES  
SIN ÁRBITRO Y  
COMUNICACIONES  
CORTAS**

Mahoney T.J. "Declaration concerning the evolving role of libraries in research centres"  
*The Observatory*, **127**, 401.

de Ugarte Postigo A., Castro-Tirado A.J., González C., Cabrera A. "GRB 070531: NOT nIR observations"  
*GRB Coordinates Network*, **6480**, 1.

Corradi R.L.M., Rodríguez-Flores E.R., Mampaso A., Greimel R., Viironen K. "A Search for Symbiotic Stars in the Milky Way"  
*Baltic Astronomy*, **16**, 73, 75.

de Ugarte Postigo A., Gorosabel J., Jelinek M., Castro-Tirado A.J., Pérez-Ramírez D., Corradi R., Liimets, T. "GRB 070920B: NOT optical observations"  
*GRB Coordinates Network*, **6809**, 1.

Santander-García M., Corradi R.L.M., Whitelock P.A., Munari U., Mampaso A., Marang F., Boffi F., Livio M. "JHKL photometry of Hen 2-147 (Santander-García+, 2007)"  
*VizieR Online Data Catalog*, **346**, 50481.

Drake J.J., Page K., Osborne J., Bode M., Corradi R.L.M., Rodríguez-Gil P., Drew J., Gaensicke B., Steeghs D., Knigge C., Sokoloski J. "X-ray Detection of the Supersoft Source Phase of Nova Vul 2007"  
*The Astronomer's Telegram*, **1246**, 1.

López-Sánchez A.R., Esteban C., García-Rojas J. "Interaction and starburst phenomena in Wolf-Rayet galaxies"  
*Nordic Optical Telescope 2006 Annual Report*, 9-10.

Simón-Díaz S., López-Sánchez A.R., García-Rojas J., Esteban C. "Detailed modelling of Galactic HII regions"

MEMORIA  
IAC 2007  
243

Nordic Optical Telescope 2006 Annual Report, 10-11.

Gil-Hutton R., Licandro J. "Minor Planet Observations"  
MPC, 58531, 3G.

## ARTICULOS EN REVISTAS NACIONALES

Esteban C. "La Arqueoastronomía, quintaesencia de lo multidisciplinar"  
2.C Revista Semanal de Ciencia y Cultura. Diario La Opinión de Tenerife, 1 diciembre 2007.

## LIBROS Y CAPÍTULOS DE LIBROS

Garrido R., Deeg H.J. "Exoplanet Detection and the CoRoT Mission"  
Lecture Notes and Essays in Astrophysics, 2, 27.  
Eds. M. Mantenga, A. Ulla. Ediciones Torculo (ISBN 978-8461152278).

"Stellar Populations as Building Blocks of Galaxies"  
Cambridge University Press. Eds. Vazdekis A., Peletier R. (ISSN: 1743-9213).

"First Light Science with the GTC"  
RMxAC., 29. Eds. R. Guzman, C. Packham, J.M. Rodríguez-Espinosa, Torres-Peimbert S.

"The Nature of V838 Mon and its Light Echo"  
ASP Conference Series, 324. Eds. Corradi R.L.M., Munari U.

Cepa J. "Cosmología Física"  
Editorial Akal (ISBN:84-460-2533-7).

## TESIS

Carretero Herráez, C. "Poblaciones estelares de galaxias de tipo temprano"  
Director: Prof. John Beckman.

Castro Rodríguez, N.D. "Luz difusa en cúmulos y grupos de galaxias"  
Director: Dr. Francisco Garzón López.

Elías de la Rosa, N.C. "Supernovas termonucleares en entornos con extinción significativa"  
Directores: Prof. John Beckman y Dres. Massimo Turat, Stefano Benetti y Enrico Cappellaro (Univ. de Papua, Italia).

Eliche Moral, M.C. "Fusión galáctica: conteo de fuentes y dinámica de acrecimientos de satélites"  
Director: Dr. Marc Balcells.

Oreiro Rey, R. "Subenanas calientes; análisis sísmológico"  
Director: Dr. Fernando Pérez Hernández.

Patiri, S.G. Gabriel "Estructuras en el Universo a gran escala: observaciones, teoría y simulaciones"  
Director: Dr. Juan Betancort Rijo.

Torrentó Coello, A.S. "Construcción y pruebas del detector de radiación Cerenkov (Rich) del Experimento AMS"  
Tutor: Dr. Ramón García López. Directores: Dres. Francisco J. Berdugo Pérez y Carmen Palomares Espiga (CIEMAT).

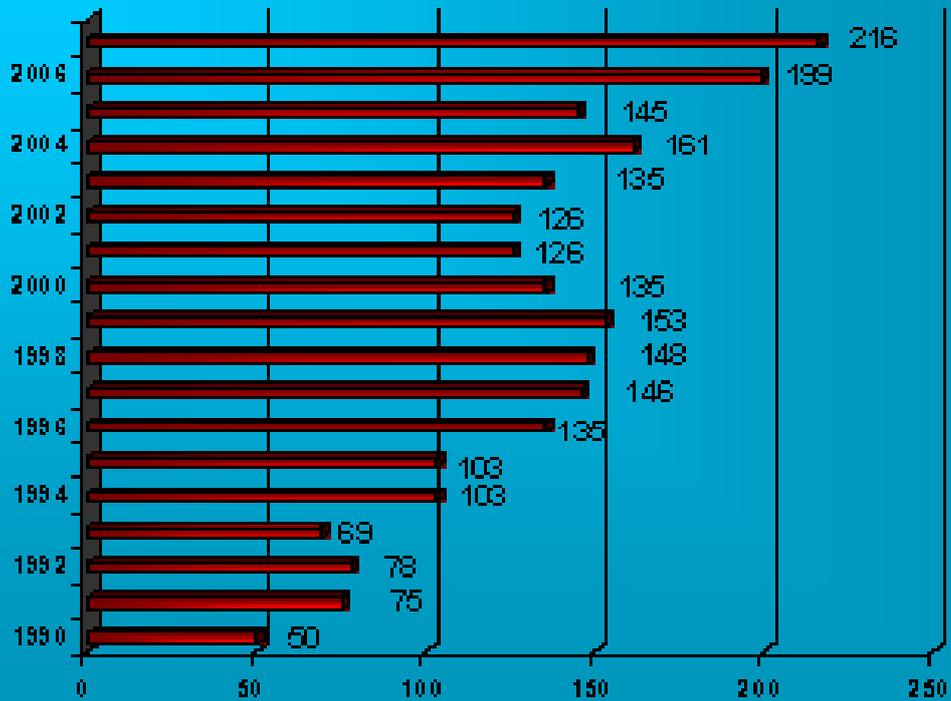
MEMORIA  
2007 IAC

244

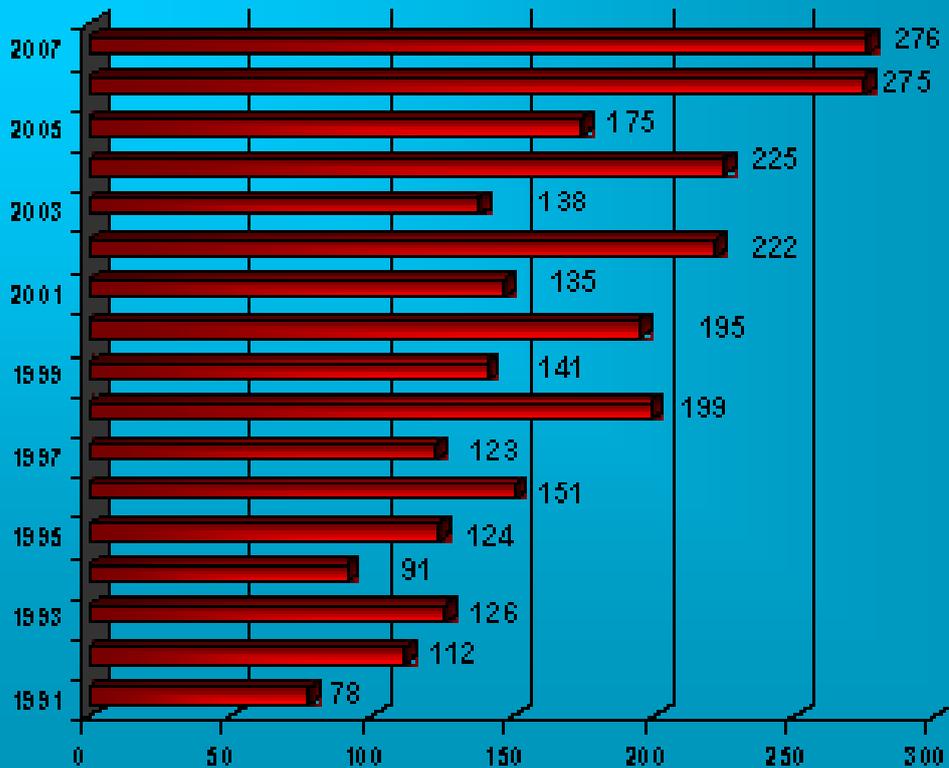
## RESUMEN

|             |            |   |
|-------------|------------|---|
| <b>ARIA</b> | <b>216</b> | Artículos en revistas internacionales con árbitro.                          |
| <b>IR</b>   | <b>23</b>  | Invited Reviews (Conferencias invitadas).                                   |
| <b>CI</b>   | <b>276</b> | Comunicaciones a Congresos Internacionales.                                 |
| <b>CN</b>   | <b>27</b>  | Comunicaciones a Congresos Nacionales.                                      |
| <b>ARIS</b> | <b>11</b>  | Artículos en revistas internacionales sin árbitros y comunicaciones cortas. |
| <b>ARN</b>  | <b>1</b>   | Artículos en revistas nacionales.   |
| <b>L</b>    | <b>5</b>   | Libros y capítulos de libros.   |
| <b>T</b>    | <b>7</b>   | Tesis doctorales.   |

### Artículos en revistas internacionales con árbitros



### Comunicaciones a congresos internacionales



# REUNIONES CIENTÍFICAS

"Space Astronomy: The UV window to the Universe (Dedicated to Willem Wamsteker)"  
El Escorial (Madrid). Mayo-junio.

"Future Professional Communication in Astronomy"  
Bruselas (Bélgica). Junio.

"Flux Emergence Workshop FEW 2007: Structure and Dynamics of Solar Magnetic Fields"  
St. Andrews (Reino Unido). Junio.

"Asymmetrical Planetary Nebulae IV"  
Los Cascajos, Breña Baja (La Palma). Junio.

"5th Workshop on Science With The New Generation High Energy Gamma-Ray Experiments"  
Frascati (Italia). Junio.

"Extreme Solar Systems"  
Santorini (Grecia). Junio.

"Tracing Cosmic Evolution with Clusters of Galaxies: Six Years Later"  
Sesto Pusteria (Italia). Junio.

"ACP Summer 2007 Workshop: Modeling Galaxy Clustering"  
Aspen, Colorado (EEUU). Junio-julio.

"IUGG 2007 Session ASIV030: New Results from Solar and Heliospheric Missions"  
Perugia (Italia). Julio.

"30th International Cosmic Ray Conference (ICRC07)"  
Yucatán (México). Julio.

"Galaxy Interactions and Mergers"  
Nottingham (Reino Unido). Julio.

"Galaxies in the Local Volume"  
Sydney (Australia). Julio.

246 "SOHO 19/GONG 2007: Seismology of Magnetic Activity"  
Melbourne (Australia). Julio.

"VIII Latin American Conference on Space Geophysics (VIII COLAGE)"  
Mérida (México). Julio.

"IAU Symposium. No 245: Formation and Evolution of Galaxy Bulges"  
Oxford (Reino Unido). Julio.

"Bioastronomy 2007: Molecules, Microbes and Extraterrestrial Life"  
San Juan de Puerto Rico. Julio.

"15th Annual Meeting of the SEAC & VIII Oxford International Conference on Archaeoastronomy and Astronomy in Culture: Astronomy and Cosmology in Folk Traditions and Cultural Heritage"  
Julio, Klaipėda (Lithuania). Julio.

"Hot Subdwarf Stars and Related Objects"  
Bamberg (Alemania). Julio.

"SAURON Meeting"  
Oxford (Reino Unido). Julio.

"First MAGPOP Summer School"  
Baviera (Alemania). Agosto.

"Dynamics of Galaxies"  
San Petersburgo (Rusia). Agosto.

"40 Years of Pulsars: Millisecond Pulsars, Magnetars and More"  
Montreal, Quebec (Canada). Agosto.

"EPSC 2007: European Planetary Science Congress"  
Postdam (Alemania). Agosto.

"HELAS II International Conference: Helioseismology, Asteroseismology and MHD Connections"  
Goettingen (Alemania). Agosto.

"JENAM-2007 (Joint European and National Astronomy Meeting): Our Non-stable Universe"  
Yerevan (Armenia). Agosto.

"XXI Century Challenges for Stellar Evolution"  
Cefalù, Sicilia (Italia). Agosto-septiembre.

"Massive Star Formation: Observations confront Theory"  
Heidelberg (Alemania). Septiembre.

"Encuentros Relativistas Españoles - Spanish Relativity Meeting ERE07"  
Puerto de la Cruz (Tenerife). Septiembre.

"The MPA/ESO/MPE/USM 2007 Joint Astronomy Conference: Gas Accretion and Star Formation in Galaxies"  
Garching (Alemania). Septiembre.

"Third Chilean Advanced School of Astrophysics: Insights into Galaxy Evolution from Resolved Stellar Populations"  
Concepción (Chile). Enero.

"From our Star to Far Stars: Variation and Variability. British–Hungarian-French N+N+N Workshop for Young Researchers"  
Budapest (Hungria). Enero

"Metallicity Calibrations for Gaseous Nebulae Workshop"  
Honolulu, Hawai (EEUU). Enero.

"The 2007 ESO Instrument Calibration Workshop"  
Garching (Alemania). Enero.

"V Workshop «Estallidos de Formación Estelar en Galaxias Star Formation and Metallicity"  
Granada. Febrero-marzo.

"International Year of Astronomy"  
Garching (Alemania). Marzo.

"ESO Workshop on Observing Planetary Systems"  
Santiago de Chile (Chile). Marzo.

"IAU Symp. 242: Astrophysical Masers and their Environments"  
Alice Springs (Australia). Marzo.

"38th Lunar and Planetary Science Conference, (Lunar and Planetary Science XXXVIII)"  
League City, Texas (EEUU). Marzo.

"Workshop on Astronomical Site Evaluation"  
San Pedro Mártir (México). Marzo.

"Deep Spectroscopy and Modelling of Emission Line Nebulae"  
Pekín (China). Abril.

"Symposium on Seeing"  
Kona, Hawai (EEUU). Marzo.

"Astronomical Spectroscopy and the Virtual Observatory"  
Villafranca, Madrid. Marzo.

"Robotización de Telescopios e Instrumentación en Dome C"  
Playa de la Arena, Santiago del Teide (Tenerife). Marzo.

"III Jornadas Astronómicas de Almería"  
Almería. Abril.

"From Stars to Planets: Connecting our Understanding of Star and Planet Formation"  
Gainesville, Florida (EEUU). Abril.

"RAS National Astronomy Meeting 2007"  
Preston (Reino Unido). Abril.

"New Quests in Stellar Astrophysics II. Ultraviolet Properties of Evolved Stellar Populations"  
Puerto Vallarta (México). Abril.

"International Conference in Defence of the Quality of the Night Sky and the Right to Observe the Stars"  
Los Cancajos, Breña Baja (La Palma). Abril.

"Pathways through an Eclectic Universe"  
Playa de La Arena, Santiago del Teide (Tenerife). Abril.

"Initial Results from Hinode: Workshop in Memory of Takeo Kosogi"  
Mitaka (Japón). Abril.

"Workshop: Astronomía Teórica en Argentina: Problemas y Perspectivas"  
Córdoba (Aregentina). Mayo.

"OISA'07 (Oukaimden Internacional School of Astronomy"  
Marrakech (Marruecos). Mayo.

"Multiplicity in Star Formation"  
Toronto (Canadá). Mayo.

"Workshop ASTRID: Desarrollo de Instrumentación Astronómica: Futuros retos Científicos y Tecnológicos"  
Madrid. Mayo.

"IAU Symposium No. 243: Star-Disk Interaction in Young Stars"  
Grenoble (Francia). Mayo.

"Frascati Workshop 2007: Multifrequency behaviour of High Energy Cosmic Sources"  
Vulcano (Italia). Mayo-junio.

"41<sup>st</sup> ESLAB Symposium: the Impact of HST of European Astronomy"  
Noordijk (Países Bajos). Mayo-junio.

"The Milky Way Halo - Stars and Gas: Locations, Motions, Origins"  
Bonn (Alemania). Mayo-junio.

MEMORIA  
IAC 2007

247

"High Time Resolution Astrophysics. The Universe at Sub-Second Timescales"  
Edimburgo (Escocia). Septiembre.

"Young massive star clusters. Initial conditions and environments"  
Granada. Septiembre.

"IV NAHUAL Workshop"  
Cádiz. Septiembre.

"XXXI Reunión Bienal Real Sociedad Española de Física"  
Granada. Septiembre.

"SPIE Europe Remote Sensing: Optics in Atmospheric Propagation and Adaptive System X"  
Florencia (Italia). Septiembre.

"Which Astrophysics at Dome C? (2nd ARENA EU Network Conference)"  
Postdam (Alemania). Septiembre.

"5th Solar Polarization Workshop (SPW5)"  
Ascona (Suiza). Septiembre.

"Chaos in Astronomy"  
Atenas (Grecia). Septiembre.

"HELAS NA3-2 Workshop: Low Degree and Low Frequency Modes"  
La Palma. Septiembre.

"Formation and Evolution of Galaxy Disks"  
Roma (Italia). Octubre.

"Communicating Astronomy with the Public 2007"  
Atenas (Grecia). Octubre.

"DPS 39th Meeting"  
Orlando, Florida (EEUU). Octubre.

"Polarization Workshop"  
Niza (Francia). Octubre.

"Science with the VLT in the ELT Era"  
Garching (Alemania). Octubre.

"3rd Central European Solar Physics Meeting"  
Bairisch Kölldorf (Alemania). Octubre.

"The IXth Torino Workshop on Evolution and Nucleosynthesis and AGB Stars & The 11<sup>th</sup> Perugia Workshop in Nuclear Astrophysics"  
Perugia (Italia). Octubre.

"IV Congreso de Comunicación Social de la Ciencia"

Madrid. Noviembre.

"XII Latin-American Regional IAU Meeting (LARIM-2007)"  
Isla Margarita (Venezuela). Octubre.

"IAU Symposium No. 249 EXOPLANETS: Detection, Formation and Dynamics"  
Suzhou (China). Octubre.

"A Population Explosion: The Nature and Evolution of X-Ray Binaries in Diverse Environments"  
St. Pete Beach, Florida (EEUU). Octubre-noviembre.

"VIII Jornadas de Astronomía «Estrellas en el Pirineo"  
Aínsa, Huesca. Noviembre.

"Workshop en formación de galaxias: teoría, simulaciones y observaciones"  
Barcelona. Diciembre.

"VI Workshop Estallidos"  
Barcelona. Diciembre.

"IAU Symposium No. 250: Massive Stars as Cosmic Engines"  
Kauai, Hawai (EEUU). Diciembre.

"The 1st Subaru International Conference: Panoramic Views of Galaxy Formation and Evolution"  
Hayama (Japón). Diciembre.

"First Solaire Network-Wide Meeting"  
Leuven (Bélgica). Diciembre.

"Measuring Spin and Mass of Black Holes"  
Pune (India). Diciembre.

## CONGRESO "ROBOTIZACIÓN DE TELESCOPIOS E INSTRUMENTACIÓN EN DOME C"

Organizado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y el Astrophysical Institut Potsdam (AIP), se celebró el congreso "Robotización de Telescopios e Instrumentación en Dome C", del 26 al 29 de marzo, en el Hotel Playa de la Arena (Santiago del Teide, Tenerife).

**Este congreso se encuentra dentro de las actividades de la red ARENA** (Antarctic Research, a European Network for Astrophysics), red europea que involucra a veintidós laboratorios de investigación, institutos y socios industriales de siete países europeos (Alemania, Bélgica, España, Francia, Italia, Portugal y el Reino Unido) y de Australia, cuyo propósito es fomentar la Astronomía óptica e infrarroja en la Antártida, fundamentalmente en la base científica Concordia (situada en Dome C, uno de los puntos más elevados de la meseta antártica).

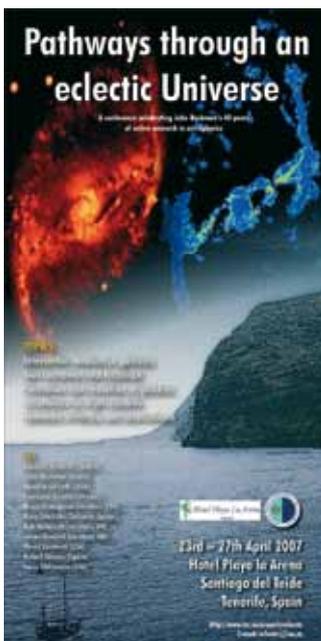


El objetivo del congreso es reunir a técnicos e investigadores, así como a los operadores de la estación Concordia y equipos organizativos, para discutir acerca de las condiciones generales para la implementación y posterior operación de telescopios e instrumentación robótica en la mencionada base.

Las condiciones atmosféricas de la meseta antártica son las mejores conocidas para la observación astronómica desde la Tierra. Si el lugar idóneo para situar un observatorio es el espacio, más allá de la atmósfera terrestre, se considera que las condiciones que se dan en la Antártida están a medio camino entre éstas y las que se obtienen en los Observatorios del IAC, del Teide (Tenerife) y del Roque de los Muchachos (La Palma). Por este motivo se está estudiando la posibilidad de construir alrededor de la estación Concordia una variedad de telescopios dedicados principalmente a observar en el infrarrojo y a muy alta resolución angular, para poder hacer Cosmología, formación y evolución de planetas, estrellas y galaxias; estudios de planetas extrasolares (el IAC está implicado en la evaluación de las

## CONGRESO INTERNACIONAL "PATHWAYS THROUGH AN ECLECTIC UNIVERSE" ("SENDEROS A TRAVÉS DE UN UNIVERSO ECLÉCTICO")

El congreso, organizado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), que se celebró del 23 al 27 de abril, en Santiago del Teide (Tenerife), reunió a 129 científicos procedentes de 18 países diferentes.



El tema principal del congreso fue debatir los últimos avances en la investigación de la formación estelar en galaxias, teniendo en cuenta los progresos en áreas afines como la estructura, dinámica y evolución de galaxias, así como sus estrellas, materia oscura y agujeros negros centrales. Además, se discutirán las relaciones entre la formación estelar y la galaxia anfitriona en las distintas escalas espaciales, es decir, cómo, cuándo y dónde se forman las estrellas en el contexto de formación de la propia galaxia.

El nombre escogido para el congreso atiende al segundo propósito, no menos importante, de celebrar los 40 años en activo en el campo de la astrofísica del investigador John Beckman, ahora Profesor de Investigación del CSIC e investigador del IAC, quien trabajó en la NASA, la ESA y la Universidad de Londres antes de llegar al IAC en 1984. "Senderos a través de un Universo Ecléctico" hace referencia a su trayectoria profesional, en la que ha abarcado los más diversos temas en el campo de la astrofísica, desde el estudio de la física de la cromosfera solar y de estrellas más lejanas, hasta algo tan distante como la radiación de fondo cósmico, pasando por las abundancias moleculares en atmósferas planetarias y la física de regiones ionizadas HII. Durante un congreso que ha intentado aunar las distintas disciplinas en las que ha trabajado este investigador a lo largo de cuarenta años en la profesión.

Asistió al congreso, como invitado fuera del campo de la Astrofísica, Carlos Quiroga, ex senador en Bolivia, quien explicó en una charla a los asistentes la situación política y social de uno de los países más pobres del mundo. Recordó, y de ahí el motivo de su presencia en Canarias, su encuentro con John Beckman hace aproximadamente una década, y los viajes sucesivos del astrofísico a su país, que condujeron a la filmación de documentales sobre los Parques Nacionales y al desarrollo de proyectos para intentar resolver algunas de las carencias básicas de la población, destacando su contribución al uso de energías renovables en Bolivia; el propio Beckman presentó un vídeo al respecto.

Al finalizar el encuentro Beckman destacó el alto nivel de las presentaciones, así como la excelente preparación de los ponentes y añadió que ellos, junto a la gente más joven, han presentado una imagen del conocimiento actual existente sobre el desarrollo de las galaxias basado en lo que se sabe de la formación de las estrellas, con la mezcla adecuada de puntos de vista teóricos y observacionales. Se mostró agradecido a sus amigos y colegas tanto del IAC como de otros institutos, que han hecho posible un congreso con "tanta chispa" y un poco especial por la variedad de contenidos, que lo diferencian de los congresos habituales. Como colofón ha afirmado que la mezcla de "ciencia y amistad" ha resultado ser una combinación perfecta.

### **CONGRESO INTERNACIONAL "ASYMMETRICAL PLANETARY NEBULAE IV" ("NEBULOSAS PLANETARIAS ASIMÉTRICAS")**

El congreso ha sido organizado por el Grupo de Telescopios Isaac Newton y el Instituto de Astrofísica de Canarias, y ha contado con el patrocinio y la colaboración del Ministerio de Educación y Ciencia, el Cabildo Insular de La Palma, el Patronato de Turismo de La Palma y el Telescopio Óptico Nórdico. Se celebró del 18 al 22 de junio en el Hotel H10 Taburiente Playa en Los Cancajos, Breña Baja, La Palma.

El congreso celebrado en La Palma es el cuarto de una serie de congresos dedicados a desentrañar la naturaleza y la evolución de las nebulosas planetarias: El primero se celebró en Israel en 1994, seguido de otros en Estados Unidos, en Cambridge, en 1999 y en Seattle, en 2003. La presente edición ha reunido a más de 120 investigadores de todo el mundo, y aparte de contar con un intenso programa científico.

Ha sido organizado para discutir sobre la naturaleza de las nebulosas planetarias asimétricas, objetos celestes cuya morfología y evolución son motivo de un intenso estudio y debate entre los astrofísicos.

De enorme importancia en este campo ha sido la aparición de nuevos telescopios e instrumentos capaces de estudiar en detalle las nebulosas planetarias en diferentes longitudes de onda y generar extensos catálogos, lo cual ha provocado un importante desarrollo de este campo de investigación. En este sentido la organización del congreso en La Palma es una manera de rendir homenaje a la importante contribución observacional realizada por los telescopios situados tanto en el Observatorio del Roque de Los Muchachos en La Palma (William Herschel, de quien toma su nombre el telescopio de 4.2 m del Grupo Isaac Newton en el ORM, fue el primer astrónomo que en el siglo XVIII utilizó el término de nebulosa planetaria) como en el Observatorio del Teide en Tenerife. Ambos observatorios poseen instrumentos de primera línea especializados en la detección de nebulosas planetarias y su posterior estudio morfológico o espectroscópico.



## ENCUENTROS RELATIVISTAS ESPAÑOLES 2007



Estos "Encuentros Relativista", organizados por el Instituto de Astrofísica de Canarias, con la colaboración de la SEGRE, el Ministerio de Educación y Ciencia, el Cabildo de Tenerife, el BBVA, el Ayuntamiento de la Orotava y DISA, tuvieron lugar en el Centro de Congresos del Puerto de la Cruz, del Cabildo de Tenerife, del 10 al 14 de septiembre, y contaron con la asistencia de 100 expertos en el campo de la Relatividad.

Mucho ha dado de sí la Relatividad desde que Albert Einstein formulara sus teorías a principios del siglo XX. De ahí que en España se sigan organizando los llamados "Encuentros Relativistas Españoles" (ERE),

que se iniciaron en 1977 con afán de continuidad. Ésta es la tercera ocasión en la que el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) asume su organización: el primer encuentro se celebró hace 20 años y el segundo tuvo lugar en 1995.

El objetivo de esta reunión, que pone en contacto a líderes mundiales en Relatividad y Gravitación con la comunidad de físicos relativistas españoles, fue analizar la "edad de oro" que viven este campo con una gran interconexión entre la teoría y la experimentación. La razón principal de este renacimiento es el progreso técnico, que ahora está alcanzando niveles sin precedentes en la medición de los sutiles efectos previstos por la Relatividad General. Los recientes experimentos (COBE, WMAP, LIGO, etc.), están permitiendo a la cosmología avanzar firmemente. A ello se suma el aumento espectacular en la potencia de los ordenadores que permite crear las simulaciones realistas que han de tenerse en cuenta en el diseño de experimentos y análisis de observaciones, lo que se conoce como "Relatividad numérica". Por su parte, la nueva generación de telescopios, de los que el *Gran Telescopio CANARIAS* (GTC) es el ejemplo más notable, permite alcanzar fronteras en la calidad de las observaciones que, hasta hace poco tiempo, se consideraban una utopía.

Además de los científicos invitados, procedentes de instituciones extranjeras, la reunión contó con la presencia de uno de los "padres" de la Relatividad en España, **Jesús Martín Martín**, catedrático de la Universidad de Salamanca, y del Presidente de la Sociedad Española de Gravitación y Relatividad (SEGRE), **Leonardo Fernández-Jambrina**, de la Universidad Politécnica de Madrid.

### ENCUENTROS ASTROFÍSICOS BLAS CABRERA: EL Gran Telescopio CANARIAS (GTC) Y SUS INSTRUMENTOS DE DÍA UNO

A estos encuentros, celebrados en el Hotel H10 Taburiente Playa en los Cancajos (Breña Baja, La Palma) del 24 al 28 de septiembre, asistieron más de 50 astrónomos de diversos países para conocer las prestaciones y aprender el funcionamiento de los primeros instrumentos que operarán en el GTC: OSIRIS y CanariCam.

Estas reuniones de trabajo se enmarcan en la serie "Encuentros Astrofísicos Blas Cabrera", organizada por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y el Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM) y financiada por el Grupo Santander a través de su Programa Universidades.

A lo largo de la semana los asistentes pudieron conocer en detalle las características de dichos instrumentos y han aprendido cómo obtener el máximo provecho científico de las prestaciones de OSIRIS y CanariCam; a preparar las observaciones con estos instrumentos; y a obtener los mejores resultados científicos a partir de los datos obtenidos.



OSIRIS, el primer instrumento científico que se instalará en el GTC. Durante la reunión se ha prestado especial atención a los modos de observación más complejos de OSIRIS, en especial a su modo más distintivo: la obtención de imágenes mediante filtros sintonizables. Estos filtros le confieren prestaciones únicas, permitirán observar las galaxias más lejanas y débiles, cuya luz partió de ellas hace 12 mil millones de años, en la infancia del Universo, es decir, cuando tenía menos de la décima parte de su edad actual.

CanariCam tiene también prestaciones únicas, de las que no disponen otros instrumentos parecidos: permite obtener coronografía y polarimetría en el infrarrojo térmico. Con la coronografía se podrán observar objetos tenues alrededor de objetos más intensos sin que el brillo de estos últimos deslumbre. Servirá, por ejemplo, para detectar planetas en torno a otras estrellas. Con la polarimetría se puede separar la luz reflejada de la propiamente generada por los objetos astronómicos, lo que permite un mejor conocimiento de las características de estos objetos.

Durante la reunión se visitaron las instalaciones del GTC, que ya tiene instalados 24 de los 36 segmentos que forman su espejo primario, que equivaldrá a un espejo circular de 10,4 m. El GTC impresionó a los visitantes que no sólo han constatado la proximidad de su puesta en servicio, sino que pudieron ver in situ el elevado grado de sofisticación en el control de los segmentos que componen el espejo primario y en las soluciones implementadas.

En resumen, la reunión ha permitido a los astrónomos constatar la inminencia de la realización del sueño de todo astrónomo: el acceso al mayor telescopio del mundo dotado de la instrumentación más avanzada y competitiva.

# TIEMPO DE OBSERVACIÓN FUERA DE CANARIAS

| NOMBRE  | FECHA  | OBSERVATORIO   | INSTALACION                                   |
|---|--|--|---|
| KERTHU VIIRONEN                                       | 12-22/1<br>8-16/12                                 | Obs. Astronómico Nacional de San Pedro Martir (México)                     | Telescopio 2,1 m                              |
| MARTIN DURANT   | 4-22/2   | Obs. Astronómico Nacional de San Pedro Martir (México)                     | Telescopio 2,1 m                              |
| ISMAEL PEREZ FOURNON                                  | 5-13/2   | Radio-Obs. del Pico Veleta (Granada)                                       | Radio-telescopio IRAM 30 m                    |
| KAMBIZ FATHI  | 17-25/2  | Obs. Mont-Megantic (Québec, Canadá)  | Telescopio 1,5 m                              |
| NICOLA CAON   | 8-27/3   | ESO, La Silla (Chile)<br>Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)       | Telescopio 3,5 m NTT<br>Telescopio 3,5 m      |
| MIKE BEASLEY  | 10-27/3  | Obs. de Mauna Kea (Hawai, EEUU)  | Telescopio Keck                               |
| JOSE ACOSTA   | 14-25/3  | ESO, La Silla (Chile)  | Telescopio 3,5 m NTT                          |
| JORDI CEPÀ  | 19-24/3<br>10-14/5                                 | Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)                                | Telescopio 2,2 m<br>Telescopio 3,5 m          |
| MARITZA A. LARA                                       | 19-24/3  | Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)                                | Telescopio 2,2 m                              |
| ANA M. PEREZ<br>ANGEL BONGIOVANNI<br>JOSE I. GONZALEZ | 24-28/3  | Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)                                | Telescopio 2,2 m                              |
| HUMBERTO HERNANDEZ                                    | 30/3-13/4  | South African Astronomical Obs. (Sudáfrica)                                | Telescopio SAAO, 1,9 m                        |
| HERVE BOUY  | 1-6/4<br>2-5/7<br>30/8-1/9<br>28-30/11<br>19-23/12 | Lick Observatory (California, EEUU)<br><br>Obs. de Mauna Kea (Hawai, EEUU) | Kast Dual Spectrograph<br><br>Telescopio Keck |
| M. ROSA ZAPATERO OSORIO                               | 26/4-2/5<br>21-25/6                                | Obs. de Mauna Kea (Hawai, EEUU)  | Telescopio Keck II                            |
| JOSE M. DELGADO<br>HECTOR VAZQUEZ                     | 5-28/7   | ESO, Cerro Paranal (Chile)   | Telescopio VLT                                |
| JAVIER CENARRO<br>MICHAEL BEASLEY                     | 14-15/7  | NOAO, Cerro Tololo (Chile)   | Telescopio SOAR                               |
| ROMANO CORRADI  | 8-19/8   | NOAO, Cerro Tololo (Chile)   | Telescopio SOAR                               |
| NICOLA CAON   | 14-24/8<br>10-23/10                                | ESO, Cerro Paranal (Chile)<br>Obs. McDonald, Texas (EEUU)                  | Telescopio VLT<br>Telescopio 2,7 m            |
| JOSE A. LOPEZ AGUERRI<br>RUBEN SANCHEZ                | 9-23/9   | Anglo-Australian Obs., Siding Spring (Australia)                           | Telescopio 3,9 m AAT                          |
| ANA MONREAL   | 9-12/10  | Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)                                | Telescopio 3,5 m                              |
| LUIS LOPEZ MARTIN                                     | 13-17/10   | Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)                                | Telescopio 3,5 m                              |
| CESAR ESTEBAN<br>ADAL MESA                            | 13-15/10   | Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)                                | Telescopio 3,5 m                              |
| ARTURO MANCHADO<br>ANIBAL GARCIA                      | 24/10-1/11   | ESO, Cerro Paranal (Chile)   | Telescopio VLT                                |
| NICOLAS LODIEU<br>LUISA VALDIVIESO                    | 14-21/11   | Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)                                | Telescopio 2,2 m                              |
| CARLOS GUTIERREZ DE LA CRUZ                           | 12-18/12   | Obs. de Haute-Provence, Grenoble (Francia)                                 | Telescopio 1,9 m                              |
| GARIK ISRAELIAN                                       | 15-18/12   | SAO (Rusia)  | Telescopio 1,2 m                              |

# DISTINCIONES

El Premio lleva por nombre el del físico José María Savirón, catedrático de Mecánica de Fluidos de la Universidad de Zaragoza, quien según la organización "supo combinar el rigor de sus prolíficas investigaciones con el acercamiento de sus ideas a la sociedad".

## Medalla de oro de la Universidad de La Laguna

El Profesor Francisco Sánchez Martínez, Director y fundador del Instituto de Astrofísica de Canarias, recibió el pasado 12 de diciembre la Medalla de Oro de la Universidad de La Laguna. Este galardón recompensa, según la institución académica, su dedicación continuada a la investigación, a la difusión científica y al desarrollo tecnológico en el Archipiélago.

Durante el acto, celebrado en el Aula Magna del Campus de Guajara, el Catedrático de Astrofísica Teodoro Roca hizo un recorrido por la carrera académica y profesional del galardonado desde los años 60 hasta la actualidad, y destacó cómo ha demostrado que "es posible impulsar el avance científico, tecnológico, cultural y social a través de la práctica de una ciencia a nivel de excelencia".

Francisco Sánchez, que ostenta el título de Catedrático de Astrofísica de la Universidad de La Laguna, reconoció en su discurso sentirse "muy afortunado por haber podido contribuir al nacimiento y desarrollo espectacular de la Astrofísica en España, que en pocos años ha pasado de la nada a ser una de las ciencias más productivas del país. No todos tienen la gran suerte de poder ver que la realidad supera sus propios sueños".

El rector de la Universidad, Eduardo Doménech, cerró el acto con un discurso en el que elogió la labor divulgativa del astrofísico gracias a sus "denodados esfuerzos por llegar a diferentes públicos y convertir el cielo de las islas en un asunto del interés y orgullo común de los canarios". El homenaje contó también con la presencia



Canarias, Paulino Rivero.

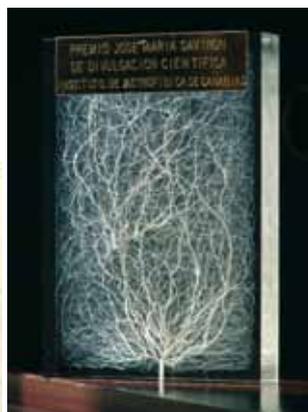
*Arriba: Momento de la firma en la que el Profesor Francisco Sánchez acepta el galardón de la Medalla de Oro; a su izquierda, el Rector de la Universidad de La Laguna, Eduardo Doménech, y a su derecha, el Presidente del Gobierno de Canarias, Paulino Rivero. Izquierda: Francisco Sánchez tras recibir la Medalla junto al Rector.*

## Dos jóvenes investigadores del IAC reciben un premio internacional por sus estudios en Física Solar

Los investigadores del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) Elena Khomenko y Andrés Ramos han acaparado este año los galardones que la *Joint Organization for Solar Observation* (JOSO) concede a jóvenes científicos dedicados al estudio de la física solar. Sus artículos sobre los fenómenos químicos y magnetoacústicos en la atmósfera del Sol han sido galardonados por la Joint Organization for Solar Observation.

El premio para el artículo más relevante de un joven investigador de esta edición recayó en E. Khomenko por su trabajo sobre las estructuras magnéticas solares, mientras que A. Ramos recibió el premio JOSO por su trayectoria científica y por su artículo sobre algunas peculiaridades químicas de la atmósfera del Sol. Los premios fueron concedidos durante del tercer Encuentro Solar Centroeuropeo celebrado en Austria el pasado 12 de octubre.

Ambos investigadores eligieron el IAC para completar su carrera científica porque estiman que es uno de los centros punteros en física solar a nivel mundial. Su futuro continuará ligado al Instituto, ya que han obtenido plazas post-doctorales y son miembros del proyecto del Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica sobre Magnetismo Solar y Espectropolarimetría.



## Planetario "Paco Sánchez"

El Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología de Las Palmas de Gran Canaria, inauguró un moderno planetario digital al que se le ha dado el nombre Planetario «Paco Sánchez» y según reza en el mismo «este

## Premio "Canarias 2007"

El Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) fue galardonado el pasado mes de mayo con el Premio Canarias 2007, dentro de la modalidad Internacional. El Gobierno de Canarias concedió el premio al IAC por fomentar la fraternidad entre los pueblos, contribuir a la colaboración con otros países e impulsar el progreso de la humanidad.

Con esta distinción, la administración destaca la proyección internacional que la actividad científica del IAC proporciona a Canarias y premia la gran labor de divulgación de temas astrofísicos en la sociedad canaria.

El Jurado reconoció el desarrollo científico y tecnológico llevado a cabo desde 1975 por el IAC en el Observatorio del Teide y en el Observatorio del Roque de los Muchachos. Asimismo, valoró la promulgación de la Ley de Protección de la Calidad Astronómica de los Observatorios del IAC en 1988, mediante la cual las cumbres de las islas de Tenerife y La Palma se han convertido en una reserva astronómica mundial. La incorporación del Gran Telescopio CANARIAS a sus instalaciones telescópicas ha sido la última apuesta por la ciencia valorada por la organización.

Francisco Sánchez, fundador y Director, recordó en el discurso pronunciado al recoger el galardón en nombre del IAC "nuestro personal tiene como 'clientes' a los hombres y mujeres del mundo entero, pues en nombre de ellos y para ellos investigamos, y vamos ensanchando el conocimiento del inmenso y misterioso universo al que todos pertenecemos".

Los Premios Canarias nacieron como un acto de agradecimiento y de fiación en el imaginario colectivo



como el de los investigadores y tecnólogos con sus conciudadanos. Desde el IAC se insistió en la necesidad de una masa crítica empresarial capaz de absorber las capacidades tecnológicas generadas en España y de generar innovaciones competitivas a nivel internacional.

contribuido a la transformación de la sociedad canaria a través de la ciencia, del pensamiento o del arte. A través de estos premios, el Gobierno regional reconoce los méritos de las instituciones y las ensalza como ejemplo para las generaciones actuales y futuras.

## Premio José María Savirón de Divulgación Científica

El Premio José María Savirón de Divulgación Científica en su edición de 2006 recayó, en la categoría de ámbito nacional, en el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). De acuerdo con el jurado, este premio es un reconocimiento al esfuerzo del IAC por acercar los conocimientos científicos a la sociedad y promover la ciencia como parte de la cultura.

Al acto de entrega, que tuvo lugar el 25 de enero de 2007 en la Sala de Grados de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza. Recogió el premio Luis A. Martínez Sáez en representación del IAC. Asistieron Ana Isabel Elduque, Decana de la Facultad de Ciencias; José Antonio Mayoral, Presidente de la Sección Territorial de la Real Sociedad Española de Química; Enrique Artal, Delegado en Aragón de la Real Sociedad Española de Matemáticas; Susana Palacián, representante del Colegio Oficial de Químicos en Aragón; y Miguel Ángel Sabadell, editor de Ciencia de la Revista Muy Interesante.

El Jurado, conformado por una decena de instituciones académicas y científicas aragonesas, destacó la labor de sensibilización cultural de la población llevada a cabo desde el Instituto, desde la implicación de sus astrofísicos, que a menudo colaboran en las tareas de divulgación, hasta la participación de la ciudadanía.

El galardón pretende contribuir a aumentar el compromiso de la ciencia con la sociedad, así



planetario, pionero en Europa por su nivel tecnológico digital hace honor permanente con su nombre al fundador y Director del IAC.

## **In Memoriam**

Eduardo Delgado Donate, Juan Luis Medina Trujillo y Maurizio Panniello, miembros/investigadores del IAC, fallecieron en un desgraciado accidente en la galería Piedra de los Cochinos, en Los Silos (Tenerife), el 10 de febrero. La tragedia ha conmocionado nuestro mundo, un golpe brutal que ha quitado la vida a compañeros del IAC.

*Eduardo Delgado Donate* se licenció en Física en la Universidad de La Laguna con el mejor expediente de su promoción. Fue seleccionado para realizar una tesis doctoral en el IAC, como Astrofísico Residente, pero al mismo tiempo la Universidad de Cambridge le ofreció una beca para hacer su tesis en el Reino Unido y eligió Cambridge. Una vez acabada su tesis estuvo como investigador post-doctoral en la Universidad de Estocolmo, en Suecia. Volvió al IAC en el año 2006 con un contrato «Juan de la Cierva» y trabajaba en el Proyecto Estallidos.

*Juan Luis Medina Trujillo* era ingeniero de Telecomunicaciones por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria e ingeniero en Tecnología de la Información por Tempera University of Technology de Finlandia. Se presentó a dos plazas de ingeniero de dos proyectos distintos en el IAC y las sacó siendo el número uno de las dos listas de seleccionados. Él eligió trabajar como ingeniero de software en el Proyecto IMAx, dentro del Proyecto SUNRISE, que consiste en el lanzamiento desde el Ártico de un globo estratosférico que albergará un telescopio y su instrumentación postfocal.

*Maurizio Panniello* se licenció en Física en la Universidad de La Laguna. Fue seleccionado para realizar una tesis doctoral en el IAC, como Astrofísico Residente y estaba realizando su tesis en Astrofísica de Partículas. Se especializó en el desarrollo de software de análisis de datos y llegó a hacer una calibración independiente de la fuente estándar de rayos gamma. Defendió con brillantez su proyecto de tesis e iba

# ORGANIZACIÓN Y PERSONAS

A. Ruigómez.  
L. Manadé.

## PERSONAL FUNCIONARIO

### Ofertas Empleo Público

Durante 2007 se convocaron dos plazas de Investigador Titular de OPI'S correspondiente a la oferta de empleo público 2007.

## PERSONAL LABORAL

**Personal laboral fijo.** Finalizaron los procesos selectivos, iniciados en 2006, para la provisión definitiva como personal laboral fijo de ocho plazas vacantes, cuatro plazas de personal acogido a Convenio (2 administrativos, 1 técnico de sistemas Jr. y 1 secretaria) y otras cuatro de personal laboral fuera de Convenio (1 Administrador Observatorio (ORM), 1 Gerente Operacional y 2 ingenieros Snr.).

**Contratos de interinidad por vacante.** Se convocaron diversos procesos selectivos para cubrir 21 plazas vacantes de personal laboral mediante contratos de interinidad por vacante:

- 6 vacantes de personal acogido a Convenio.- Categoría profesional: 1 Jefe Administrativo, 1 técnico de Mantenimiento General, 1 técnico Mantenimiento General Observatorio, 2 auxiliares administrativos y 1 ayudante de Taller.
- 14 vacantes de personal fuera de Convenio.- Categoría profesional: 1 Gerente Investigación, 1 Jefe Departamento y 12 ingenieros.

Salvo el contrato correspondiente al Jefe Administrativo, cuyo proceso fue declarado desierto y hubo que volver a convocar el proceso selectivo, las plazas restantes fueron cubiertas mediante contratos de interinidad por vacante. En 2008, incluidas las plazas en la Oferta de Empleo Público para 2008, se procederá a la provisión definitiva con personal laboral fijo.

**Promoción Interna.** Durante el año se procedieron a convocar tres procesos selectivos mediante el turno de promoción interna para ocupar las vacantes de: 1 Encargado de Taller, 1 Maestro de Taller y 1 Subjefe Administrativo.

## FORMACIÓN CONTINUA

Se continuó el esfuerzo formativo mediante el desarrollo del Plan de Formación Continua del IAC aprobado por el INAP.

Se impartieron diez cursos dentro del Plan de Formación Continua subvencionado por el INAP:

- Seguridad en la conducción ante situaciones de emergencia: Identificar, analizar y anticipar factores de riesgo; conocer nuestros límites como conductores; conocer los límites dinámicos y físicos del vehículo; reaccionar correctamente ante situaciones de emergencia; prevención de riesgos en la conducción. cultura preventiva; concienciación del comportamiento del conductor; técnicas de conducción; conducción en situaciones de emergencia; uso de sistemas de tracción (4x4); en emplazamiento cerrado al tráfico, ejercicio de slalom de estabilización, frenada, pérdida y recuperación de trayectorias y uso de sistemas de tracción (4x4).

- Ley y Reglamento de la Ley de Subvenciones: conocer el régimen jurídico, administrativo y presupuestario de las subvenciones para mejorar los procesos de gestión y justificación; disposiciones generales; procedimiento de concesión; procedimiento de gestión y justificación; reintegros; procedimiento sancionador.

- Procesos de soldadura: Actualizar técnicas en el proceso de soldadura; ampliar conocimientos y técnicas sobre la soldadura del aluminio y sus aleaciones.

- Mecanizado fresa ROE: Seguir avanzando en la implantación de mecanizado CAD/CAM; programar en Proe y realizar mecanizados en los centros de mecanizado.

- Metrología dimensional: Actualizar novedades de los programas de medición; cálculos matemáticos (fórmulas); diseño de diálogos (UDL); alineamientos de piezas: de revolución, por R.P.S., etc.; creación de subprogramas; compresión de programas para hacer copias de seguridad.

- Proingenier Wildfires: Actualización de conocimientos (consultoría); consultoría Proengineer; área de diseño 3D; área de planos; metodologías de trabajo.

presupuesto. Las ayudas del Plan de acción Social del IAC para 2007 comprenden:

- Ayuda de estudios: matrícula universitaria y formación profesional
- Ayuda guardería/ciclo infantil
- Ayuda material escolar
- Ayuda médica: óptica
- Ayuda médica: ortopedia y audífonos
- Ayuda médica: tratamientos bucodentales
- Ayuda para cuidado mayores de 70 años y cuidado familiares con minusvalía
- Ayuda por jubilación
- Ayuda por matrimonio y nacimiento/adopción de hijos
- Préstamos y anticipos
- Seguro de accidentes (fallecimiento, invalidez permanente y asistencia médico-farmacéutica)

Los miembros de la *Comisión Paritaria de Acción Social* son: R. Arnay y A. Ruigómez (CD); L. de Araoz y N. Villoslada (CE).

## SEGURIDAD Y SALUD

Durante 2007, se iniciaron los trabajos para implantar el sistema procedimental de Gestión de la Administración General en el IAC. Se han iniciado los primeros borradores que se empezarán a trabajar en 2008 habida cuenta que en dicho año se debe proceder a convocar un nuevo concurso para la contratación del Servicio de Prevención ajeno (el actual finaliza en octubre de 2007). Entre las disposiciones técnicas que se incluirán como requisito al nuevo servicio, será la elaboración e implantación de un Sistema de Calidad basado en dicho Sistema procedimental.

Hasta el 31 de diciembre de 2007, se realizaron las revisiones médicas (193).

De las actuaciones realizadas más destacadas por su importancia son:

- Aprobación del procedimiento de equipos de protección individual (EPI's) e implantación.
- En el segundo semestre se inició la evaluación de riesgos psicosociales que finalizará en el mes de febrero de 2008, pudiendo de esta forma empezar a abordar los riesgos que se detecten en este campo, así como abordar acciones para su prevención (Protocolos de actuación). El modelo seguido para la evaluación de estos riesgos es el del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. El estudio ha sido realizado por el Servicio de Prevención Ajeno del IAC, FREMAP.

- Revisión y aprobación del nuevo Manual de autoprotección y Plan de emergencias. Como primera actuación una vez aprobado, fue la impartición de un Curso de extinción de incendios, impartido por los Bomberos Voluntarios de Adeje en sus instalaciones a los miembros de los diferentes equipos previstos en el Plan de Emergencia.

Los miembros del *Comité de Seguridad y Salud* son: A. Ruigómez, G. Pescador y L. Manadé (CD); P. Redondo, J. Olives y S. López González-Coviella (CE).

## CALIDAD/EFQM

### Grupos de trabajo

El grupo de trabajo creado a finales de 2006 para la elaboración del Procedimiento para la elaboración de los planes de formación anuales finalizó su tarea, siendo presentado al CD, la cual procedió a su aprobación.

La detección de necesidades para el año 2008 se inició a finales de año ya siguiendo dicho procedimiento. Se espera que este trabajo quede finalizado en el primer trimestre de 2007, procediéndose a su implantación a lo largo de dicho año.

El grupo de trabajo, creado en 2006, para la elaboración del Procedimiento para la evaluación del desempeño finalizó su trabajo siendo presentado al CD. El mismo deberá ser abordado y negociado en 2008, por la Comisión Paritaria prevista al efecto en el Convenio Colectivo.

## CONCIERTO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN PARA LA FORMACIÓN EN CENTROS DE TRABAJO

Se cumple el décimo cuarto año consecutivo de estos conciertos de colaboración IAC-Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias. Durante el 2007 se firmaron dos conciertos específicos para la formación en centros de trabajo, que permitieron que dos estudiantes realizaran su periodo de prácticas en el IAC.

Se incorporaron al Taller de Mecánica:

- I. Gutiérrez Galván, del IES Virgen de Candelaria.
- G. Hernández Carrillo, del IES Oscar Domínguez.

La experiencia, al igual que en años anteriores ha

- Asertividad: Conocer la «fotografía asertiva» en diversas situaciones, un nuevo enfoque en la vida profesional, a través de la asertividad; respuestas habituales a las tensiones. Autodiagnóstico; la pasividad abusiva o estratégica; las técnicas de manipulación y el arte de hacer culpable para dominar; la agresividad y sus límites.

- Atención al cliente: Proyectar una imagen positiva de la organización, saber desarrollar los comportamientos; establecer el proceso de comunicación. Profesionalidad; lograr eficacia en la acogida personal; mejorar las técnicas de información al público; atención e información por teléfono.

- Resolución de conflictos: Prepararse para reconocer y actuar en situaciones difíciles de conflicto; afirmarse con tranquilidad, eliminando la pasividad y la agresividad; comunicación interna y externa en la expresión de propuestas; transformar la crítica en información; formular las críticas de forma positiva; la utilización del método D.E.S.C. Resolver los conflictos de forma positiva; reaccionar ante un comportamiento pasivo, agresivo y manipulador; definir las salidas viables y realistas. Negociación; conocer los derechos posibles y realistas de cada uno. Lo que yo quiero; la expresión de los sentimientos; dominar el entorno profesional de cada uno. El derecho a preguntar.

- Trabajo en equipo: Comprender el funcionamiento del equipo. Distinguir entre grupo y equipo; en qué momentos es imprescindible trabajar en equipo; condiciones necesarias para la eficacia del equipo de trabajo; conocer las fases de desarrollo de equipo; construir y desarrollar un sinergia suficiente; desarrollar sus competencias de animación del equipo; potenciar la acción y la decisión de nuestros colaboradores; construir un equipo eficaz: Team building.

Los miembros de la *Comisión Paritaria de Formación Continua* son: M. Ávila Miranda y A. Ruigómez (CD); E. Torres y L. Calero (CE).

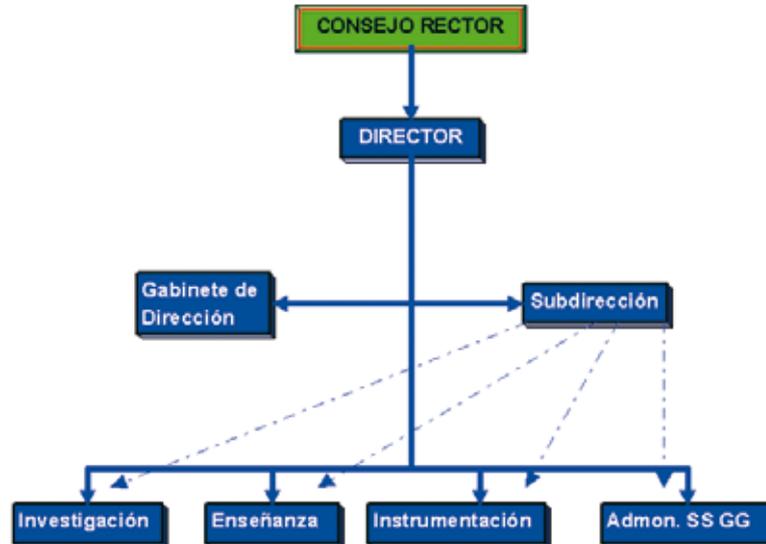
## **ACCIÓN SOCIAL**

Se continuó el Plan de Acción Social 2007.

El presupuesto para Ayudas del Plan de Acción Social para 2007 fue de 65.400 €, habiéndose concedido ayudas por el importe total del

# PERSONAL

El personal del IAC refleja la estructura consorcial del Instituto. Para especificar su procedencia, junto a cada una de las personas figuran unas referencias, cuya clave puede encontrarse al final de este apartado.



## DIRECCIÓN

### Director

\* Francisco Sánchez Martínez (ULL)

### Secretaría

M. Mónica Gutiérrez Hernández (CL)  
Robert Campbell Warden (CL)

## GABINETE DE DIRECCIÓN

### Jefe del Gabinete

Luis A. Martínez Sáez (CL)

### Secretaría

Ana M. Quevedo González (CL)  
Eva Untiedt Lomo (CLT)

### Jefa de Ediciones

Carmen del Puerto Varela (CL)

### Soporte

Concepción Anguita Fontecha (CLT)  
Inés Bonet Márquez (CLT)  
Laura Calero Hernández (CLT)

Iván Jiménez Montalvo (CLT)  
Alfred Rosenberg González (CLT)  
Natalia Ruiz Zelmanovitch (CLT)

### Becarios

Gara Mora Carrillo (V)

Nadjeida Vicente Cabañas (V)

# **SUBDIRECCIÓN**

## **Subdirector**

\* Carlos Martínez Roger (PO)

## **ORGANIZACIÓN Y PERSONAS**

Alfonso Ruigómez Momeñe (CL)

Luis Manadé Borges (CL)

## **OFICINA EJECUTIVA DE LA RED EUROPEAN NORTHERN OBSERVATORY (ENO)**

Jesús Burgos Martín (CL)

## **BIBLIOTECA**

### **Documentalista/Encargada**

Monique María Gómez (CL)

### **Gestión Administrativa**

Lourdes Abellán García (CL)

Antonio J. Bacallado Abreu (CL)

## **OFICINA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN (OTRI)**

### **Jefe**

Jesús Burgos Martín (CL)

### **Gestión Administrativa**

M. Belén Peyró Outeiriño (CLT)

### **Ingenieros**

Sebastián Jiménez Reyes (CLT)  
Montserrat Regas Casanovas (CLT)

Anselmo C. Sosa Méndez (CLT)  
Jorge Quintero Nehr Korn (CLT)

## **SERVICIOS INFORMÁTICOS COMUNES (SIC)**

### **Jefe**

\* Antonio Jiménez Mancebo (PO)

### **Responsable técnico**

Carlos A. Martín Galán (CL)

### **Secretaría**

M. Adela Rivas Fortuna (CL)

## **GRUPO DE SISTEMAS Y COMUNICACIÓN (GSC)**

### **Ingenieros**

Antonio J. Díaz Chinae (CL)

Ubay Dorta Guerra (CLT)

Jorge Goya Pérez (CLT)

Justo Luna López (CLT)

Francisco Orta Soler (CLT)

Diego M. Sierra González (CL)

Estrella Zatón Martín (CL)

## **GRUPO DE DESARROLLO Y WEB (GDW)**

### **Ingenieros**

Susana Delgado Marante (CL)

Ricardo Díaz Campos (CLT)

Carlos Westendorp Plaza (CL)

### **Técnico**

Manuel Ramos Aguilar (CL)

## **GRUPO DE OPERACIONES Y CENTRO DE ATENCIÓN AL USUARIO (GOP + CAU)**

### **Técnicos**

Irene Corona Hernández (CL)

Aurelio A. Gutiérrez Padrón (CL)

Joaquín Gutiérrez Rodríguez (CL)

Francisco J. López Molina (CL)

Víctor Plasencia Darías (CL)

Isabel M. Plasencia García (CL)

# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## Coordinador

\* Arturo Manchado Torres (CSIC)

## Gerente

Irene Fernández Fuarrós (CLT)

## Secretaría

Judith de Araoz Vigil (CL)

Eva Patricia Bejarano Padrón (CLT)

Tatiana Cecilia Karthaus Londo (CL)

## SERVICIOS INFORMÁTICOS ESPECÍFICOS (SIE)

### Jefe

Nicola Caon (CLT)

### Soporte

Manuel Ángel de Vicente Garrido (CLT)

Jorge Andrés Pérez Prieto (CLT)

## OPERACIONES TELESCÓPICAS

### Jefe

Alejandro Oscoz Abad (CL)

### Astrónomo de Soporte

Rafael D. Barrera Delgado (CLT)

Domingo Anibal García Hernández (CLT)

José Miguel González Pérez (CLT)

M. Pilar Montañez Rodríguez (CLT)

### Observadores

Luis Miguel Chinarro Fuentes (CL)

Antonio Pimienta de la Rosa (CL)

Santiago López González-Coviella (CL)

### Operadores

Luisa Blanco Fernández (CLT)

Daniel López Prieto (CLT)

Arabela de la Nuez Cruz (CLT)

Jorge Pla García (CLT)

Manuel Felipe Núñez Díaz (CLT)

Illa Rivero Losada (CLT)

## SERVICIO MULTIMEDIA (SMM)

Miguel Briganti Correa (CL)

Gabriel A. Pérez Díaz (CL)

## SERVICIO DE CORRECCIÓN LINGÜÍSTICA (SCL)

Terence John C. Mahoney (CL)

## PROYECTO DIMM

Pablo Bonet Márquez (CLT)

Antonia M. Varela Pérez (CL)

Julio Castro Almazán (CLT)

## PERSONAL INVESTIGADOR

### Astrofísicos

- \* José Antonio Acosta Pulido (V)
- \* Antonio Aparicio Juan (ULL)
- \* M. Jesús Arévalo Morales (ULL)
- \* Marc Balcells Comas (PO)
- \* John E. Beckman (CSIC)
- \* Juan A. Belmonte Avilés (PO)
- \* Juan E. Betancort Rijo (ULL)
- \* José Antonio Bonet Navarro (PO)
- \* Jorge Casares Velázquez (PO)
- \* Jordi Cepa Nogué (ULL)
- \* Manuel Collados Vera (ULL)
- \* Hans Deeg (PO)
- \* César Esteban López (ULL)
- \* M. Carmen Gallart Gallart (PO)
- \* Ignacio García de la Rosa (PO)
- \* Francisco Garzón López (ULL)
- \* Jesús González de Buitrago Díaz (ULL)
- \* Ignacio González Martínez-Pais (ULL)
- \* Carlos M. Gutiérrez de la Cruz (PO)
- \* Artemio Herrero Davó (ULL)
- \* Garik Israelian (PO)
- \* Jesús Jiménez Fuensalida (PO)
- \* Johan Knapen (PO)
- \* Carlos Lázaro Hernando (ULL)
- \* Antonio Mampaso Recio (PO)
- \* Eduardo Martín Guerrero de Escalante (PO)
- \* Valentín Martínez Pillet (PO)
- \* Fernando Moreno Insertis (ULL)
- \* Casiana Muñoz-Tuñón (PO)
- \* Pere Lluís Pallé Manzano (PO)
- \* Ismael Pérez Fournon (ULL)
- \* Fernando Pérez Hernández (ULL)
- \* Almudena Prieto Escudero (PO)
- \* Mercedes Prieto Muñoz (ULL)
- \* Rafael Rebolo López (CSIC)
- \* Clara Régulo Rodríguez (ULL)
- \* Teodoro Roca Cortés (ULL)
- \* José Miguel Rodríguez Espinosa (PO)
- Inés Rodríguez Hidalgo (ULL)
- \* Basilio Ruiz Cobo (ULL)
- \* Jorge F. Sánchez Almeida (PO)
- \* Javier Trujillo Bueno (CSIC)
- \* Héctor Socas Navarro (PO)
- \* Manuel Vázquez Abeledo (PO)
- \* M. Rosa Zapatero Osorio (PO)

### Becarios y contratados

- Carlos A. Álvarez Iglesias (V)
- Andrés Asensio Ramos (CLT)
- Michael Andrew Beasley (CLT)
- Christian Beck (CLT)
- Ángel M. Bongiovanni Pérez (CLT)
- Hervé Bouy (CLT)
- Antonio Luis Cabrera Lavers (V)
- Héctor O. Castañeda Fernández (CLT)
- Nieves Dolores Castro Rodríguez (CLT)
- Andrés Javier Cenarro Lagunas (CLT)
- Remon Cornelisse (CLT)
- Romano Corradi (V)
- Luis Corral Escobedo (V)
- Lucio Crivellari (V)
- Igor Drozdovsky (CLT)
- Martín Durant (CLT)
- Kambiz Fathi (CLT)
- M. Mercedes Franqueira Pérez (CLT)
- Markus Gaug (CLT)
- Miriam García García (CLT)
- Sergi Hildebrandt Rafels (CLT)
- Susana Iglesias Groth (CLT)
- Sebastián Jiménez Reyes (CLT)
- Olena Khomenko (CLT)
- Anniqve Lenorzer (CLT)
- Jérémy Lochard (CLT)
- Nicolás Cedric Lodieu (CLT)
- Pierre Leisy (V)
- Javier Licandro Goldaracena (V)
- José Alfonso López Aguerri (CLT)
- Martín López Corredoira (CLT)
- Luis López Martín (CLT)
- Rafael Manso Sainz (CLT)
- Antonio Marín Franch (CLT)
- Nieves Leticia Martín Hernández (CLT)
- David Martínez Delgado (CLT)
- Ismael Martínez Delgado (CLT)
- Inmaculada Martínez Valpuesta (CLT)
- Matteo Monelli (CLT)
- Ana Monreal Ibero (CLT)
- Mónica Oreinti (CLT)
- Carmen Pilar Padilla Torres (CLT)
- Enric Pallé Bago (CLT)
- Ana M. Pérez García (CLT)
- Klaus Pushman (CLT)
- Pablo Rodríguez Gil (CLT)
- Ángeles C. Rodríguez Hernández (CLT)
- José Alberto Rubiño Martín (CLT)
- Víctor Sánchez Béjar (CLT)
- Tariq Shahbaz (CLT)
- Rosaria Simoniello (CLT)
- Ignacio Trujillo Cabrera (CLT)
- Marco Lorenzo Tucci (CLT)
- Marc Vallbe Mumbro (CLT)
- Alejandro Vazdekis Vazdekis (CLT)
- M. Rosario Villamariz Cid (V)

### Colaboradores

- Xavier Calbet Alvarez (V)
- Emilio Casuso Romate (V)
- Guido Ceppatelli (V)
- Antonio Eff-Darwich Peña (V)
- César Enrique García Davo (V)
- Inés Márquez Rodríguez (V)
- José Manuel Rodríguez Ramos (V)

# ÁREA DE ENSEÑANZA

## Coordinador

\* Evencio Mediavilla Gradolph (ULL)

## Secretaría

M. Lourdes González Pérez (CL)

M. Nieves Villoslada Dionis (CL)

## ASTROFÍSICOS RESIDENTES

### Residentes 2º IAC

Valeria Buenrostro Leiter (AR)

Carlos López San Juan (AR)

Teodoro Muñoz Darias (AR)

Rubén Sánchez Janssen (AR)

Kerttu Viironen (AR)

### Residentes 1º IAC

Adriana de Lorenzo Cáceres Rodríguez (AR)

Juan A. Fernández Ontiveros (AR)

Humberto Hernández Peralta (AR)

Mirjana Povic (AR)

Abel Tortosa Andreu (AR)

M. Luisa Valdivieso Casas (AR)

### Beca 2º IAC

Julio A. Carballo Bello (AR)

Sebastián Comerón Limbourg (AR)

Jesús M. Corral Santana (AR)

Tobías Felipe García (AR)

Inés Flores Cacho (AR)

Adal Mesa Delgado (AR)

### Beca 1º IAC

Judith Bakos (AR)

Josefa Becerra González (AR)

Elisa Delgado Mena (AR)

Eduardo Guerras Valera (AR)

Christoph Kuckein (AR)

M. Trinidad Tapia Peral (AR)

### Becarios y colaboradores

David Abreu Rodríguez (CLT)

Alejandro Afonso Luis (V)

José Manuel Almenara Villa (CLT)

Ricardo Oscar Amorín Barbieri (V)

José Ruymán Azzolini Felipe (V)

Edouard Joseph Bernard (CLT)

Gabriel Bihain (V)

Norberto Castro Rodríguez (CLT)

José Luis Cervantes Rodríguez (V)

Alejandra di Cesare (V)

Carolina Andrea Chavero (CLT)

Ariadna Zares Calcines Rosario (V)

M. Teresa Costado Dios (V)

Alicia Diago Ortega (V)

Miguel Chioare Díaz Martín (V)

Carolina Domínguez Cerdeña (V)

Rosa M. Domínguez Quintero (V)

Miriam Fernández Lorenzo (V)

Carlos González Fernández (V)

Antonio Hernán Caballero (V)

Robert Juncosa Serrano (V)

Maritza Arlene Lara López (V)

Fabiola I. Martín Luis (V)

Laura Merenda (V)

Ingrid Patricia Meschin (CLT)

Noemí Miranda Cáceres (V)

Noelia Estella D. Noël (V)

Manuel Perger (CLT)

Markus Rabus (CLT)

Cristina Ramos Almeida (CLT)

Nayra Rodríguez Eugenio (CLT)

José Ramón Sánchez Gallego (V)

Miguel Santander García (V)

Santiago Vargas Domínguez (CLT)

# ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN

## Coordinador

\* Ramón J. García López (ULL)

## Secretaría

M. Natividad García Mena (CL)

Rocío Mesa Martínez (CL)

M. Elena Torres Delgado (CL)

## INGENIERÍA

### DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA

#### Jefe

Luis Fernando Rodríguez Ramos (CL)

#### Ingenieros

Ezequiel Ballesteros Ramírez (CL)

Haresh Mangharam Chulani (CL)

José Miguel Delgado Hernández (CLT)

José Javier Díaz García (CL)

Fernando Gago Rodríguez (CL)

Guillermo A. Herrera Carles (CLT)

Roger Hoyland (CLT)

Enrique Joven Álvarez (CL)

Yolanda Martín Hernando (CLT)

Miguel Núñez Cagigal (CLT)

Teodora A. Viera Curbelo (CL)

#### Becario

Juan José Piqueras Meseguer (V)

### DEPARTAMENTO DE MECÁNICA

#### Jefe

Vicente Sánchez de la Rosa (CL)

#### Ingenieros

Sonia Barrera Ordóñez (CLT)

Santiago Becerril Jarque (CLT)

Patricia Fernández Izquierdo (CLT)

Francisco Javier Fuentes Gandía (CL)

Elvio Hernández Suárez (CLT)

José Peñate Castro (CLT)

Lorenzo César Peraza Cano (CL)

Jaime Pérez Espinós (CLT)

Pablo Saavedra Rodríguez de Palacio (CLT)

Fabio Tenegi Sanginés (CLT)

### DEPARTAMENTO DE ÓPTICA

#### Ingenieros

Sergio Chueca Urzay (CLT)

Ana Belén Fragoso López (CL)

Félix Gracia Temich (CLT)

Iciar Montilla García (CLT)

Maidier Insausti Mugica (CLT)

Roberto López López (CL)

Jorge Sánchez-Capuchino Revuelta (CLT)

José Luis Rasilla Piñeiro (CL)

Héctor Vázquez Ramió (CLT)

#### Becario

Yazmín Padilla Michel (V)

### DEPARTAMENTO DE SOFTWARE

#### Jefe

Carlos Martín Díaz (CL)

#### Ingenieros

Marta del C. Aguiar González (CL)

M. Francisca Gómez Reñasco (CL)

Pablo López Ramos (CL)

José Carlos López Ruiz (CL)

José Marco de la Rosa (CLT)

Heidy Moreno Arce (CL)

Esperanza Páez Mañá (CL)

Ruth M. Rodríguez Ramallo (CLT)

Jacinto Javier Vaz Cedillo (CLT)

## **PROYECTOS**

### **Jefe**

Marcos Reyes García-Talavera (CL)

### **Gestores**

Ángel Alonso Sánchez (CLT)                      José Miguel Herreros Linares (CL)  
Manuel Amate Plasencia (CL)                      Jesús Patrón Recio (CL)  
Carmen M. Barreto Cabrera (CL)                      M. del Rosario Pérez de Taoro (CLT)  
Víctor M. González Escalera (CL)

## **PRODUCCIÓN**

### **MANTENIMIENTO INSTRUMENTAL**

#### **Jefe**

Emilio J. Cadavid Delgado (CL)

#### **Técnicos**

Pedro A. Ayala Esteban (CL)                      José Julio González Nóbrega (CL)  
Jesús E. García Velázquez (CL)                      Juan Antonio Morrison Price (CL)

### **DELINEACIÓN TÉCNICA**

#### **Jefe**

Abelardo Díaz Torres (CL)

#### **Técnicos**

Juan Carlos Díaz Pérez (CL)                      Juan José Perdigón Peña (CL)

### **SERVICIOS INFORMÁTICOS ESPECÍFICOS (SIE)**

Héctor D. Rodríguez Rodríguez (CL)

### **TALLER DE ELECTRÓNICA**

#### **Técnicos**

Roberto Barreto Rodríguez (CL)                      José Ramón Olives Mora (CL)  
Agustín R. Casanova Suárez (CL)                      Jesús Salvador Rodríguez Díaz (CLT)  
Ángel L. Morales Ayllón (CL)

#### **Almacén**

J. Gerardo Rodríguez Cándido (CL)

### **TALLER DE MECÁNICA**

#### **Jefe**

Francisco Llarena García (CL)

#### **Técnicos**

Juan José Dionis Díaz (CL)                      Pablo González Gómez (CLT)  
Carlos A. Flores García (CL)                      Cristóbal Morell Delgado (CL)  
Higinio Gabino Pérez (CL)                      Ricardo Negrín Martín (CL)  
Jesús F. García López (CL)                      Airam Yeray Ramos Pérez (CLT)  
Esteban González Díaz (CL)

#### **Almacén**

León Pérez Jacinto del Castillo (CL)

# ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES

## Administrador

\* Rafael Arroy de la Rosa (PO)

## Secretaría

Carmen García de Sola Moyano (CL)

Diana C. Paredes Martín (CL)

## OFICINA TÉCNICA PARA LA PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL CIELO (OTPC)

### Jefe

Francisco Javier Díaz Castro (CL)

### Técnico

J. Federico de la Paz Gómez (CL)

## GERENCIA ADMINISTRATIVA

### Gerente

Luisa Margarita Ávila Miranda (CL)

### GESTIÓN PRESUPUESTARIA

#### Jefe Departamento

Dionisio Pérez de la Rosa (CL)

Ruth Fernández Ribera (CL)  
Sonia Fumero de Sande (CLT)  
Nieves S. García Pérez (CL)

Pilar Rivero López (CLT)  
Bárbara Villanueva Herrera (CLT)

### TESORERÍA

Lydia de Araoz Vigil (CL)  
Nieves Fátima Ferraz Gutiérrez (CL)

José M. Rodríguez Acosta (CL)

### PERSONAL

L. Olivia Hernández Tadeo (CL)  
Ana M. Lamata Martínez (CLT)

M. Belén Rodríguez González (CL)

### CONTRATACIÓN ADMINISTRATIVA

Carmen Aloys García Suárez (CL)

### COMPRAS E INVENTARIO

A. Delia García Méndez (CL)

Rosa M. González Gómez (CLT)

### DIETAS Y VIAJES

M. del Carmen De Luca López (CL)

## **GERENCIA OPERACIONAL**

### **Gerente**

Germán R. Pescador Rodríguez (CL)

### **MANTENIMIENTO GENERAL**

#### **Jefe**

Sergio Medina Morales (CL)

#### **Técnico**

Ramón Hernández Mendoza (CL)

#### **Conductores**

Cándido Álvarez García (CL)

Juan Manuel Martín Pérez (CL)

### **DELINEACIÓN GENERAL**

\* Ramón Castro Carballo (CSIC)

### **TELEFONISTA/RECEPCIONISTA**

M. Eulalia Alsina Casals (CL)

## **OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)**

### **Administrador**

Miquel Serra Ricart (CL)

### **Administración**

F. Javier Cosme Morán (CL)

### **Operadoras**

Julia M. de León Cruz (CLT)

Lilian de Fátima Domínguez Palmero (CLT)

### **Mantenimiento**

Ignacio del Rosario Pérez (CL)

Rafael A. Ramos Medina (CL)

Ramón R. Díaz Díaz (CL)

### **Técnicos en prácticas**

José A. García González (CLT)

David José Rosa Báez (CLT)

## **OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)**

### **Administrador**

Juan Carlos Pérez Arencibia (CL)

### **Administración**

Ana Luisa Lozano Pérez (CL)

Nieves Gloria Pérez Pérez (CL)

### **Mantenimiento**

Joaquín Arce Costa (CL)

Jesús M. Mendoza González (CL)

Jorge Gmelch Ramos (CL)

Alfredo Pérez Concepción (CLT)

### **Técnico en prácticas**

Aytami Peñate Rodríguez (CLT)

### **Conductor**

José Adolfo Hernández Sánchez (CL)

|              |           |            |            |           |          |           |           |            |
|--------------|-----------|------------|------------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|
| Doctorandos  | -         | -          | 13         | -         | -        | 23        | 23        | 59         |
| <b>TOTAL</b> | <b>25</b> | <b>123</b> | <b>131</b> | <b>22</b> | <b>5</b> | <b>23</b> | <b>43</b> | <b>372</b> |

|                                | PO        | UL        | CSIC     | OTROS      | TOTAL      |
|--------------------------------|-----------|-----------|----------|------------|------------|
| <b>PERSONAL FUNCIONARIO *</b>  | 25        | 21        | 5        | 1          | 52         |
| <b>PERSONAL NO FUNCIONARIO</b> | -         | 1         | -        | 319        | 320        |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>25</b> | <b>22</b> | <b>5</b> | <b>320</b> | <b>372</b> |

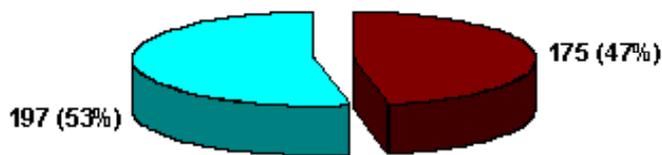
\* = Personal Funcionario  
 PO = Plantilla Orgánica del IAC  
 CL = Contrato Laboral  
 CLT = Contrato Laboral Temporal  
 UL = Universidad de La Laguna  
 CSIC = Consejo Superior de Investigaciones Científicas

## DISTRIBUCIÓN Y PROCEDENCIA DEL PERSONAL DEL IAC

(a 31-12-2007)

|                              | PO | CL | CLT | UL | CSIC | AR | V  |                                 |
|------------------------------|----|----|-----|----|------|----|----|---------------------------------|
| <b>TOTAL</b>                 |    |    |     |    |      |    |    | <b>PERSONAL FIJO</b> 175        |
| <b>Astrofísicos</b><br>117   | 23 | 2  | 51  | 21 | 4    | -  | 16 | <b>PERSONAL TEMPORAL</b><br>197 |
| <b>Técnicos</b><br>136       | 1  | 78 | 53  | 1  | 1    | -  | 2  |                                 |
| <b>Administrativos</b><br>60 | 1  | 43 | 14  | -  | -    | -  | 2  |                                 |

**PERSONAL DEL IAC  
TOTAL 372**

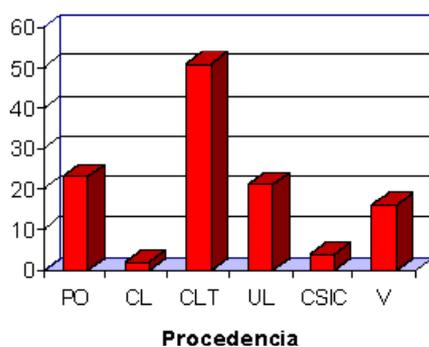


■ Personal Fijo   ■ Personal Temporal

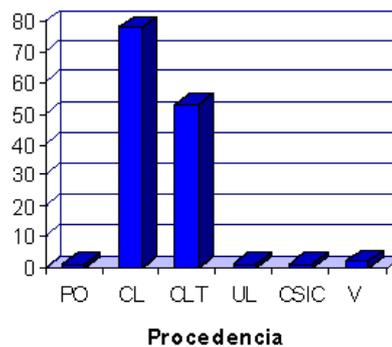
# DISTRIBUCIÓN Y PROCEDENCIA DEL PERSONAL DEL IAC

(a 31-12-2007)

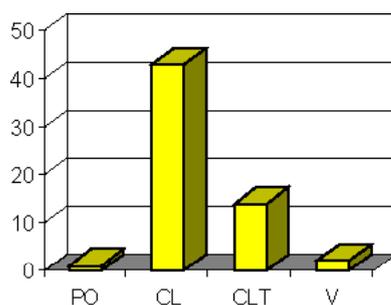
**ASTROFÍSICOS**



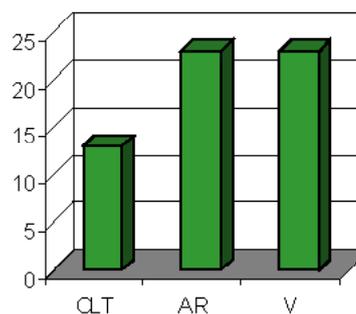
**TÉCNICOS**



**ADMINISTRATIVOS**

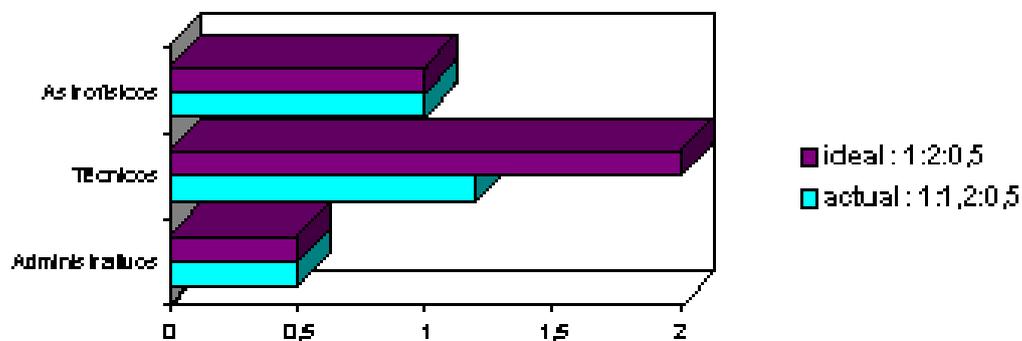


**DOCTORANDOS**



## RELACIÓN

Astrofísicos: Técnicos: Administrativos





# DIRECCIONES Y TELÉFONOS

## INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS (IAC)

C/ Vía Láctea s/n  
E-38200 LA LAGUNA - TENERIFE  
ESPAÑA  
Teléfono: (34) 922-605200  
Fax: (34) 922-605210  
E-mail: [postmaster@iac.es](mailto:postmaster@iac.es)  
Web: <http://www.iac.es>  
Sala de vídeo-conferencias



## OBSERVATORIO DEL TEIDE (TENERIFE)

Instituto de Astrofísica de Canarias  
C/ Vía Láctea s/n  
E-38200 LA LAGUNA - TENERIFE  
ESPAÑA  
Teléfono: (34) 922- 329100  
Fax: (34) 922- 329117  
E-mail: [teide@iac.es](mailto:teide@iac.es)  
Web: <http://www.iac.es/ot>



## CENTRO DE ASTROFISICA DE LA PALMA (LA PALMA)

Apartado de Correos 50  
Cuesta de San José s/n  
E-38712 BREÑA BAJA (LA PALMA)  
ESPAÑA  
Teléfono: (34) 922-425700  
Fax: (34) 922-425701  
E-mail: [recepcalp@iac.es](mailto:recepcalp@iac.es)  
Web: <http://www.iac.es/gabinete/calp>



## OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (LA PALMA)

Apartado de Correos 303  
E-38700 S/C DE LA PALMA  
ESPAÑA  
Teléfono: (34) 922-405500  
Fax: (34) 922-405501  
E-mail: [adminorm@iac.es](mailto:adminorm@iac.es)  
Web: <http://www.iac.es/orm>

