



**MEMORIA
2006**

INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS



Imagen de la nebulosa planetaria S-188 tomada con el telescopio INT y la cámara de gran campo en la línea H-alfa del hidrogeno ionizado. Situada a 850 parsecs del Sol, tiene un tamaño de cien años-luz y es una de las mayores nebulosas planetarias conocidas.

Créditos:

Colaboración IPHAS en Canarias: A.Mampaso, R.L.M. Corradi, L.Sabin, K. Viironen. Investigadora Principal: J.E. Drew. Procesado de la imagen: Nick Wright.

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	- PRESENTACIÓN
6	- CONSORCIO PÚBLICO IAC
11	- LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS
11	- Nuevas instalaciones
13	- Observatorio del Teide (OT)
14	- Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM)
15	- COMISIÓN PARA LA ASIGNACIÓN DE TIEMPO (CAT)
19	- ACUERDOS
21	- Gran Telescopio CANARIAS (GTC)
24	- ÁREA DE INVESTIGACIÓN
26	- Estructura del Universo y Cosmología
38	- Estructura de las galaxias y su evolución
70	- Estructura de las estrellas y su evolución
85	- Materia Interestelar
92	- El Sol
106	- El Sistema Solar
111	- Historia de la Astronomía
115	- Óptica atmosférica y Alta resolución espacial
129	- Instrumentación óptica
136	- Instrumentación infrarroja
143	- Astrofísica desde el espacio
155	- ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN
155	- Ingeniería
162	- Producción
166	- Acciones de apoyo tecnológico
171	- Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI)
183	- ÁREA DE ENSEÑANZA
183	- Cursos de doctorado
184	- Seminarios científicos
187	- Coloquios
187	- Becas
189	- XVIII Escuela de Invierno: "El Universo en líneas de emisión"
192	- ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES
192	- Instituto de Astrofísica
193	- Observatorio del Teide
194	- Observatorio del Roque de los Muchachos
195	- Centro de Astrofísica de La Palma
195	- Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo
197	- Ejecución del Presupuesto 2006
198	- GABINETE DE DIRECCIÓN
198	- Ediciones
200	- Web
201	- Comunicación y divulgación
213	- SERVICIOS INFORMÁTICOS COMUNES (SIC)
216	- BIBLIOTECA
218	- PUBLICACIONES CIENTÍFICAS
218	- Artículos en revistas internacionales con árbitros
227	- Artículos de revisión invitados (Invited Reviews)
228	- Comunicaciones a congresos internacionales
239	- Comunicaciones a congresos nacionales
241	- Artículos en revistas internacionales sin árbitros y comunicaciones cortas
242	- Artículos en revistas nacionales
242	- Libros y capítulos de libros
242	- Tesis doctorales
244	- REUNIONES CIENTÍFICAS
249	- TIEMPO DE OBSERVACIÓN FUERA DE CANARIAS
250	- VISITANTES
253	- ORGANIZACIÓN Y PERSONAS
255	- PERSONAL
267	- DIRECCIONES Y TELÉFONOS

PRESENTACIÓN

Me parece muy importante el hecho de que durante este año se hayan culminado las últimas negociaciones para que España pase a formar parte de la organización internacional ESO (European Southern Observatory). Éramos el único país de nuestro entorno que no estábamos en ella, y la astronomía española la única colectividad científica del país que no pertenecía a la organización europea de referencia en su ámbito. Esta vieja aspiración de la comunidad astronómica española ha sido, finalmente, atendida por nuestro gobierno.

Después de los merecidos parabienes y alegría del momento, nos ha llegado nuestra hora. Y somos nosotros, los astrónomos, quienes tenemos que disfrutarlo y ponernos a trabajar decididamente para sacarle jugo. Debemos ser muy conscientes de que, o nos ponemos ya mismo a sacarle todo el provecho científico, tecnológico y de integración a nuestra pertenencia a ESO, o habremos perdido la oportunidad que tanto soñamos. Y no va a ser fácil, sobre todo en los proyectos tecnológicos, pues los españoles llegamos nuevos a una cancha en la que llevan jugando muchísimo tiempo los países más avanzados de Europa. Hacerse un lugar en ella va a demandar una fuerte decisión y un gran entendimiento entre nuestras autoridades de I+D+I, nuestros centros de investigación y nuestras empresas.

Además está el importante asunto del ELT europeo, este súper-telescopio que, como se dice en el acuerdo de entrada de nuestro país en ESO, se debe tratar de emplazar en Canarias. Sin olvidar que el "saber hacer" en telescopios segmentados adquirido en la construcción del Gran Telescopio CANARIAS GTC da ventajas a las industrias españolas, que deben ser aprovechadas en la construcción del ELT. Tampoco aquí lo tenemos fácil, por los grandes intereses económicos de otros y nuestra ancestral falta de visión colectiva. ¿Seremos capaces de tener una estrategia nacional y pragmática para explotar las bazas ya conseguidas, o primarán los intereses y recelos personales y burocráticos?

Estamos contentos de que la cuota de entrada en ESO se haya minorado mediante el importante pago en especies con tiempo del Gran Telescopio CANARIAS. Es una muestra del carácter nacional que el IAC imprimió desde un principio al Proyecto y del espíritu abierto y solidario con que está participando en él la Comunidad Autónoma de Canarias.

Termino recordando con orgullo que el IAC ha tenido mucho que ver en las negociaciones para la entrada en ESO, tanto en estas últimas, como en las primeras que tuvieron lugar a mediados de los noventa. En aquellas se estuvo a punto de lograrlo de manera ventajosa para ambas partes: España entraba en ESO sin cuota de entrada, y la organización europea para el Hemisferio Sur se extendía al Norte participando en la construcción del GTC. La comisión negociadora española, encabezada por el Director del IAC, estaba formada, además, por el Director General de Relaciones Culturales y Científicas del Ministerio de Asuntos Exteriores, Delfín Colomé, el Director General de INTA, Álvaro Giménez y el Vice-Secretario de la CICYT, Santiago Lago. Decisiones políticas abortaron esta primera etapa de las negociaciones. Ojala que se tenga mejor visión ahora, que ya estamos dentro, para hacer valer en ESO los compromisos firmados y nuestros activos, tanto científicos como tecnológicos.

Prof. Francisco Sánchez

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 de Ciencia y Tecnología), 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:

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

Se estructura en áreas:

Investigación
Instrumentación
Enseñanza

El Real Decreto 557/2000, de 27 de abril, creó el **Ministerio de Ciencia y Tecnología** como Departamento responsable de la política científica y tecnológica, de las telecomunicaciones y del impulso de la sociedad de la información.

En virtud del Real Decreto 696/2000, de 12 de mayo, por el que se establece la estructura orgánica básica del Ministerio, el Instituto de Astrofísica de Canarias se relacionará administrativamente con el Departamento a través de la **Secretaría de Estado de Universidades e Investigación**, que asume las competencias en materia de investigación científica y desarrollo tecnológico.

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

1

Comisión de Investigación

11

Comisión de Enseñanza

13

Comité de la Biblioteca

2

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 2006

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, Adán Martín Menis, se reunió el pasado 12 de junio, en el Centro de Astrofísica de La Palma (CALP), en el municipio palmero de Breña Baja.

La Ministra comentó, en rueda de prensa, que la reunión del Consejo Rector había sido muy fructífera. *"Hemos aprobado el Plan Estratégico del IAC, y todas las entidades que formamos el Consorcio nos hemos puesto de acuerdo en el compromiso de continuar en el empeño del desarrollo de este Instituto, que está en uno de sus momentos clave"*.

IAC-Tecnología

El Consejo Rector aprobó la definitiva puesta en marcha de IAC-Tecnología, un centro ligado precisamente a esa transferencia y que ha surgido al hilo de la actividad desarrollada con el GTC. Según Francisco Sánchez, IAC-Tecnología *"no es una frase"*, *"queremos utilizar lo que se ha aprendido con el GTC, con los proyectos espaciales y con todo lo que estamos haciendo en instrumentación científica para disponer de una herramienta formal que permita al telescopio ir de la mano de las empresas españolas que han sido capaces de dar un salto adelante con el GTC. No sólo queremos que en Canarias, y en La Palma especialmente, se instalen los mejores telescopios del futuro, sino también que nuestras empresas los construyan"*.

Ley de Protección del Cielo

Adán Martín señaló que se iba a *"intentar acelerar el proceso para que la Ley de Protección del Cielo se pueda cumplir en La Palma"*. La Consejería de Industria está trabajando en un estudio sobre las necesidades y la priorización con un plan de racionalización en el alumbrado público existente y futuro, para tener el cielo lo más limpio posible.

Parque Cultural

Sobre el Parque Cultural del Roque de los Muchachos, Adán Martín señaló que *"en estos momentos hay un acuerdo con el Ayuntamiento de Garafía y con el Cabildo de La Palma, y hay que tramitar un plan territorial para poder construir en esa zona, que cuando llegue al Gobierno, lo agilizaremos al máximo"*.

La divulgación científica

"Hay una tarea –subrayó la Ministra– que el IAC está haciendo de una manera ejemplar, y es la divulgación científica. Entiendo que el Parque Cultural formará parte de esta tarea. Muchos otros institutos deberían



mejor manera de entender lo que significa un instituto de este tipo es verlo directamente y que se lo expliquen a uno quienes trabajan normalmente y a diario en él". Y añadió: *"Después de esta visita,*

tomar ejemplo de lo que aquí se hace en este sentido".

Izquierda: dos miembros del Consejo Rector del IAC, momentos antes de empezar la reunión.

Derecha: de izquierda a derecha, Adán Martín, Mercedes Cabrera y Francisco Sánchez, en un momento de la rueda de prensa.

También expresó su satisfacción por la visita realizada al Observatorio del Roque de los Muchachos, donde pudo conocer de cerca el Gran Telescopio CANARIAS (GTC), así como algunas otras instalaciones. "La

he confirmado que el IAC es uno de los institutos importantes de nuestro sistema de ciencia y tecnología y que su apuesta por el Gran Telescopio CANARIAS es un gran paso hacia delante".

Asistieron a esta reunión:

- Mercedes Cabrera, Ministra de Educación y Ciencia
- Adán Martín, Presidente del Gobierno de Canarias
- Carlos Martínez, Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
- Luis Herrero, Subsecretario del Ministerio de Presidencia
- Ángel Gutiérrez, Rector de la Universidad de La Laguna
- Miguel Ángel Quintanilla, Secretario de Estado de Universidades e Investigación
- Marisa Tejedor, Consejera de Industria, Comercio y Nuevas Tecnologías del Gobierno de Canarias
- Isaac Cristóbal Godoy, Consejero de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias
- Xavier Torres, Asesor de la Ministra de Educación y Ciencia
- José Luis Perestelo, Presidente del Cabildo Insular de La Palma
- Francisco Sánchez, Director del IAC
- Carlos Martínez, Subdirector del IAC
- Rafael Arnay, Administrador de los Servicios Generales del IAC
- Luis A. Martínez Sáez, Jefe del Gabinete de Dirección del IAC



Arriba: miembros del Consejo durante la visita al Observatorio del Roque de los Muchachos, en la sala de espejos del GTC.

Abajo: la Ministra con el Director del IAC durante la puesta de Sol en el Observatorio.

Reuniones del Comité Científico Internacional (CCI)

El 2 de junio, en el Instituto Kiepenheuer para la Física Sola KIS, Friburgo (Alemania), el CCI celebró su reunión número **55**. Durante la reunión se presentó el informe de SUCOSIP que resaltaba las sinergias logradas entre el contrato financiado por la CEE "OPTICON" en relación a la caracterización y promoción de la calidad de los Observatorios Astrofísicos de Canarias y las responsabilidades encomendadas por el CCI a este Subcomité, liderado por la Dra Casiana Muñoz-Tuñón del IAC.

Se acordó asignar el tiempo de observación disponible en los telescopios nocturnos bajo el ITP (Programa de tiempo internacional del CCI) a una continuación del Proyecto anterior "MAGPOP" (The Star Formation History of Dwarf Galaxies) y el resto a la explotación del catálogo IPHAS (An IPHAS-based exploration for stellar populations in the northern Milky Way).

La reunión número **56** del CCI se celebró, el 26 de septiembre, en el Rectorado de la Universidad de La Laguna. En la reunión el Comité prestó su apoyo unánime a la propuesta de incluir el Parque Nacional del Teide (Tenerife) en la lista de Patrimonio de la Humanidad de UNESCO.

Tras discutir la necesidad de desarrollar esfuerzos adicionales de divulgación cultural relacionado con los telescopios de Canarias, se aceptó la propuesta del IAC pidiendo mayor colaboración en este campo, especialmente con relación al impacto en los medios internacionales del evento de "First-Light" en el Gran Telescopio CANARIAS GTC, previsto para mediados del mes de julio de 2007.

Se acordó asignar el tiempo de observación disponible en los telescopios solares bajo el ITP (Programa de tiempo internacional del CCI) al programa "Evolution and Structure of Small-Scale Magnetic Elements". Se agradeció al Dr. Jasper Wall sus cuatro años de excelente servicio al Comité como Asesor Científico y se acordó nombrar a la Dra. Elena Terlevich para ocupar este mismo cargo por un periodo inicial de



LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS

NUEVAS INSTALACIONES

INAUGURACION DE LOS TELESCOPIOS "STELLA I" Y "STELLA II"

El 18 de mayo, con música de Mozart de fondo, se inauguraron los dos telescopios robóticos gemelos que componen el proyecto STELLA, del Instituto Astrofísico de Potsdam (IAP, Alemania) e instalado en el Observatorio del Teide (Tenerife), del IAC. Estos telescopios, de 1,2 m de diámetro cada uno, se destinarán, uno tomando imágenes y el otro espectros, al estudio de la actividad de las estrellas y el origen de sus campos magnéticos, así como a la búsqueda de planetas extrasolares. La conexión de los telescopios con Internet permitirá a los estudiantes escolares y universitarios experimentar con la estrategia de la inteligencia artificial de STELLA. Según los Acuerdos Internacionales, España dispondrá, como en los demás telescopios de los Observatorios de Canarias, del 20% del tiempo de observación más un 5% en programas de cooperación internacional.

En el acto de inauguración, Francisco Sánchez, Director del IAC, señaló que Alemania y España deben seguir insistiendo en su histórica, cercana y exitosa colaboración científica y técnica. Especialmente, "deben impulsar los esfuerzos para conseguir el mayor apoyo posible a nivel de la Unión Europea para el diseño, la financiación y la construcción de la próxima generación de instrumentos que nuestra nueva generación de astrofísicos necesita para estar en la vanguardia de este campo tan emocionante y privilegiado".

En el mismo sentido se expresó Rainer Köpke, Director del Consejo Rector del Instituto Astrofísico de Potsdam y Subsecretario de Universidades e Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia alemán, quien destacó la colaboración hispanoalemana existente en distintos campos y ya iniciada en materia de Astrofísica en los años setenta con el Instituto Kiepenheuer para la Física Solar (KIS), de Friburgo (Alemania), responsable de los telescopios solares alemanes del Observatorio del Teide. Esta colaboración se continúa ahora con STELLA. Y como anunció Wolfgang Schmidt, Subdirector del KIS, culminará con la inauguración el próximo año, también en el Observatorio del Teide, del GREGOR, que con 1,5 m de diámetro será el mayor telescopio solar del mundo.

Por su parte, Klaus G. Strassmeier, Director del IAP y del proyecto, dijo que el objetivo de estos telescopios es encontrar estrellas similares al Sol, buscar estrellas gemelas a nuestra estrella y hacer un seguimiento muy detallado no sólo para la búsqueda de planetas extrasolares y sistemas planetarios, sino para una mayor precisión astrofísica en la caracterización y composición química de estas estrellas. "Canarias –dijo- era, indudablemente, el lugar más adecuado y lógico para instalar estos telescopios". En cuanto al desarrollo de este proyecto señaló que en



Distintos momentos del acto de inauguración de STELLA.



Astrofísica "cada telescopio es un prototipo y nunca es definitivo". STELLA 1 y STELLA 2 "no sólo son robóticas y su operación se realiza de manera externa, sino que incorporan programas de inteligencia artificial y son capaces de decidir por sí mismos sobre la marcha".

Interés científico



*Izquierda: los dos telescopios STELLA.
Arriba: detalle de uno de los telescopios.*

Entre los principales intereses científicos de estos telescopios robóticos se encuentran: la actividad cromosférica de las estrellas, el origen de sus campos magnéticos, la astrosismología, la pulsaciones de estrellas masivas, la variabilidad de los vientos estelares, el estudio de estrellas

binarias y el tránsito de planetas extrasolares.

La tarea asignada a STELLA I será obtener espectros de las estrellas con el espectrógrafo Echelle de alta resolución SES, alimentado con fibras ópticas.

Telescopios gemelos

Los dos telescopios son construcciones basadas en espejos. Los espejos principales tienen un diámetro de 1,2 m. STELLA I, con una longitud focal de 10 m, dirige la luz hacia los sensores del fotómetro WIFSIP, el cual tiene un campo de visión mayor que el área que ocupa la Luna en el cielo. STELLA II, con una longitud focal de 12 m, y conduce la luz hacia el espectrógrafo de alta resolución SES por medio de una fibra. Los telescopios han sido construidos por Teleskoptechnik Halfmann, en Alemania.

WIFSIP es un fotómetro CCD óptico de canal único con guiado fuera de eje. La matriz sensora es una CCD monolítica de 4096 x 4096 píxeles con un tamaño de 15 micras y alcanza una eficiencia cuántica máxima del 92%. El campo de visión será de 22' x 22' con una escala de 0,3" por píxel. El espectrógrafo Echelle de STELLA (SES) es un espectrógrafo alimentado por fibras con un

formato en longitud de onda fijo que cubre de 390 nm a 860 nm. El núcleo es una moderna red R2 que actualmente permite una resolución de 55.000 para una abertura de entrada de 1,7". Una CCD E2 v42-40 graba 100 órdenes espectrales simultáneamente.

La enorme flexibilidad y capacidad de producción de datos en los telescopios se consigue por medio de un control robótico. Un software de inteligencia artificial programa las observaciones con objetos seleccionados por el astrónomo de acuerdo con las condiciones astronómicas y atmosféricas. El observatorio trabaja enteramente de forma autónoma y transmite todos los datos de una noche de observación vía Internet al Centro de Comunicación y Medios del AIP en Potsdam.

A este centro llegarán todas las secuencias de datos de los instrumentos robóticos. La conexión de los telescopios con Internet permitirá a los estudiantes escolares y universitarios experimentar con la estrategia de la inteligencia artificial de STELLA.

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 Vacío (VTT)	Inst. Kiepenheuer (A)	1989
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) Obs. Hamburgo (A)	2005 y 2006
150	Telescopio solar GREGOR	Inst. Kiepenheuer (A) Univ. Gottingen (A) Inst. Postdam (A)	2007
155	Telescopio infrarrojo Carlos Sánchez (TCS)	IAC (E)	1972
	Interferómetro de microondas (VSA)	Univ. Cambridge (RU) Univ. Manchester (RU) IAC (E)	2002
	Radiotelescopios COSMO10 y COSMO15	IAC (E)	1996
	Instrumentos en el LABORATORIO SOLAR:		
	- Espectrofotómetro integral MARK-I	Univ. Birmingham (RU) 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

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: 6 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)	2006
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)	PPARC (RU-PB-IR)	1984
120	Telescopio MERCATOR	Inst. Sterrenkunde (B) Univ. Leuven (B)	2002
200	Telescopio robótico Liverpool (LT)	Univ. John Moore Liverpool (RU)	2003
250	Telescopio Isaac Newton (INT)	PPARC (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)	PPARC (RU-PB-E)	1987
1.040	Gran Telescopio CANARIAS (GTC)	GRANTECAN (E-EEUU-M)	2007
1.700 x 2	Telescopio Cherenkov MAGIC I y MAGIC II	Consorcio MAGIC**	2005 y 2007

*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; IR= Irlanda; 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.
- Alojamientos: 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 Electrónicos, Transformadores, Cuarto de Máquinas,

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.

* En el último Consejo Rector, celebrado en La Palma el 12 de junio, se propuso una renovación en la composición y funcionamiento de la Sala Nocturna del CAT. El Presidente del CAT continúa actuando en delegación del Director del IAC; el Vicepresidente representa al Comité Científico Internacional (CCI).

En esta reunión se decidió crear tres Paneles en sustitución del grupo habitual de vocales del CAT, cada uno especializado en un campo específico de la Astrofísica: el Panel de **Galaxias y Cosmología**, el de **Galaxias y Estrellas** y el de **Estrellas y Planetas**. A su vez cada Panel está formado por un Comisionado, un Vice-comisionado y tres vocales. 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, dado el incremento en el número de las solicitudes que se ha venido produciendo durante los últimos años. 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 nocturna

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

10, 11 y 12 de mayo

Presidente

Juan A. Belmonte (IAC)

Vocales del IAC

Marc Balcells

César Esteban

Vocales de la Comunidad Nacional

Luis Goicoechea (UNICAN)

Miriam Centurion (Obs. Trieste)

M. Rosa Zapatero (LAEFF)

Representante del Comité Científico Internacional

Oscar Strainiero (Obs. Téramo)

Vocal de Tiempo Adicional

José M. Rodríguez Espinosa (IAC)

*** 7, 8, 9 y 10 de noviembre**

Presidente

Juan A. Belmonte (IAC)

Vicepresidente

José M. Vilchez (IAA)

Un representante de la Subdirección General de Promoción e Infraestructuras Tecnológicas y Grandes Instalaciones. Ministerio de Educación y Ciencia, en relación con el Programa de Mejora y Acceso a Grandes Instalaciones

PANEL I; GALAXIAS Y COSMOLOGIA (GACOS)

Comisionado

Marc Balcells (IAC)

Vice-comisionado

Luis Goicoechea (UNICAN)

Vocales

Miriam Centurión (Obs. Trieste)

J. Alfonso López Aguerri (IAC)

J. A. Muñoz Lozano (Univ. de Valencia)

PANEL II; GALAXIAS Y ESTRELLAS (GAES)

Comisionado

Josep María Paredes (UB)

Vice-comisionado

John Beckman (IAC-CSIC)

Vocales

Grazyna Stasisnska (OBSPM)

Francisco Najarro (DAMIR)

David Martínez Delgado (IAC)

PANEL III; ESTRELLAS Y PLANETAS (ESPLA)

Comisionado

Inmaculada Domínguez (UG)

Vice-comisionado

Eduardo Martín Guerrero (IAC)

Vocales

David Montes (UCM)

Luis Bellot (IAA)

Jordi Torra (UB)

Tania Karthaus, del IAC, como Secretaria

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

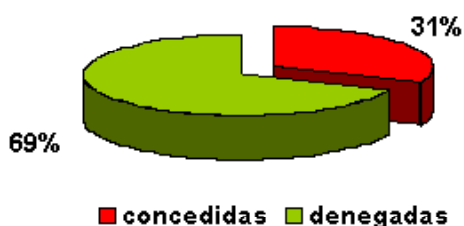
El factor de sobrepetición expresa el número de noches solicitadas por cada noche concedida.

1.171 noches solicitadas en los telescopios nocturnos del ORM y OT



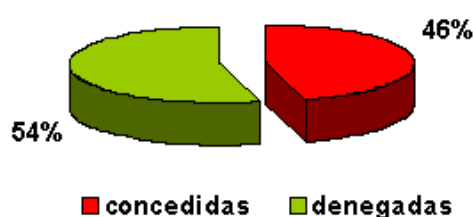
Factor de sobrepetición 2 (200%)

265,6 noches solicitadas en el telescopio WHT (ORM)



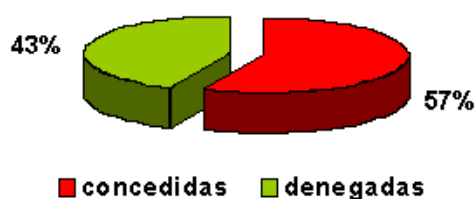
Factor de sobrepetición 3,2 (320%)

209,5 noches solicitadas en el telescopio INT (ORM)



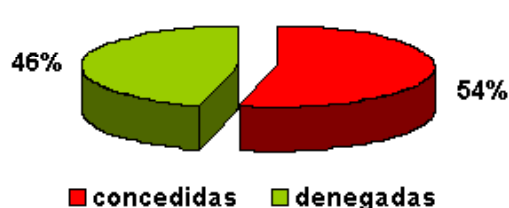
Factor de sobrepetición: 2,2 (220%)

99,8 noches solicitadas en el telescopio NOT (ORM)



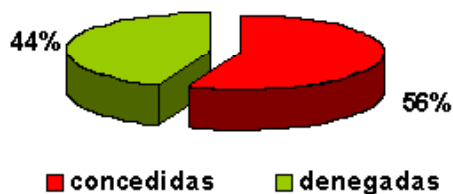
Factor de sobrepetición: 1,8 (180%)

46,7 noches solicitadas en el telescopio LT (ORM)



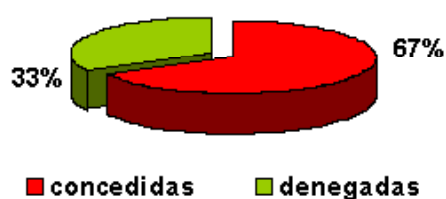
Factor de sobrepetición: 0,5 (50%)

103,2 noches solicitadas en el telescopio TNG (ORM)



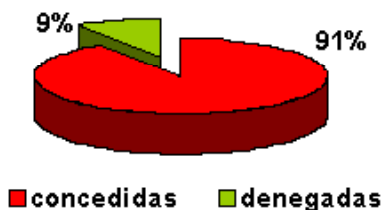
Factor de sobrepetición 1,8 (180%)

43 noches solicitadas en el telescopio MERCATOR (ORM)



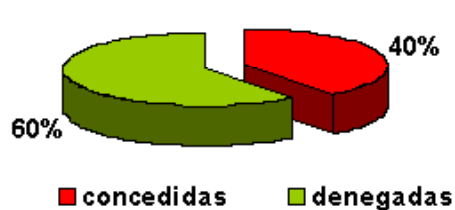
Factor de sobrepetición 1,5 (150%)

145 noches solicitadas en el telescopio TCS (OT)



Factor de sobrepetición: 1,1 (110%)

258,3 noches solicitadas en el telescopio IAC-80 (OT)



Factor de sobrepetición 2,5 (250%)

Sala diurna

El CAT, en la sala diurna, distribuyó el tiempo de observación de los telescopios solares. Se reunió en una ocasión y asistieron a las reunión:

28 de enero

Presidente
José A. Bonet (IAC)

Vocal del IAC
Manuel Vázquez

Vocales de la Comunidad Nacional
José L. Ballester (UIB)
José Carlos del Toro Iniesta (IAA)

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

Tatiana Karthaus, del IAC, como Secretaria

NOTA: Las resoluciones del CAT, con las propuestas seleccionadas, aparecen detallados en las siguientes direcciones electrónicas:

MEMORIA
2006 IAC

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

18 por lo que para evitar repeticiones no se incluirán en esta Memoria. (Información: Tatiana Karthaus, Secretaría del CAT).

ACUERDOS

ACUERDO PARA EL PATROCINIO DE LOS ENCUENTROS "BLAS CABRERA"

Éste ha sido el segundo 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.

Estos encuentros tratan de facilitar los contactos directos de astrofísicos mexicanos y españoles para múltiples propósitos. Su gestión está a cargo de un Consejo Ejecutivo, formado por los directores del Instituto de Astronomía de la UNAM y del IAC, más un representante del Grupo Santander.

Durante el año 2006, se realizaron los siguientes encuentros:

- Transferencia de experiencias para la creación y fortalecimiento de grupos astrofísicos en las universidades mexicanas
- Diseño de nuevas vías de difusión cultural de la ciencia y la tecnología: "contacto esencial"
- Diseño conceptual de un instrumento de Óptica Adaptativa para el telescopio canario GTC: "FRIDA"
- Diseño de un documental sobre los observatorios y los telescopios de Canarias y México

COLABORACIÓN CON LA UNIVERSIDAD DE DEUSTO

El IAC y la Universidad de Deusto han firmado la segunda fase del convenio para la implementación del Modelo de Innovación denominado MICAG. La primera fase de este acuerdo, destinado a promover la innovación y la calidad institucional se firmó en 2005.

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 13). 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

El IAC ha firmado un convenio con 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.

FORMACION DE LA EAST

El 14 de junio, en Freiburg (Alemania), se creó un Consorcio internacional para la formación de una organización no lucrativa y legalmente establecida: la Asociación Europea de Telescopios Solares (European Association for Solar Telescopes, EAST). El acuerdo fue firmado por los representantes de 12 países europeos, entre ellos Manuel Collados, investigador del IAC y portavoz de la comunidad de físicos solares españoles en el Consorcio.

La Asociación Europea de Telescopios Solares (EAST) tiene como objetivo la construcción de un Telescopio Solar Europeo (EST) que se ubicará en uno de los Observatorios de Canarias. Se prevé que el EST sea un telescopio de nueva generación, de gran apertura, ópticamente sencillo, con un espejo primario de unos 3 m, sistema de Óptica Adaptativa y de análisis de polarización de la luz en muy alta precisión.

La EAST, cuya forma legal está todavía por concretar, estará orientada a definir y coordinar los esfuerzos que permitan asegurar el acceso futuro de los físicos solares europeos a las mejores instalaciones telescópicas en tierra, a fin de mantener el liderazgo científico europeo en

este dominio de la Astrofísica. Manuel Collados, explica que "Europa, con amplios conocimientos y experiencia en desarrollo instrumental, ha estado a la cabeza del avance de la Física Solar durante los últimos años. En este sentido, una de las finalidades del Consorcio es mantener este liderazgo".

CONVENIO DE COOPERACION ENTRE EL CABILDO INSULAR DE LA PALMA, EL AYUNTAMIENTO DE GARAFÍA Y EL IAC, PARA LA CONSTRUCCIÓN, PUESTA EN SERVICIO, FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL PARQUE CULTURAL DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS

La coincidencia de intereses entre las Administraciones insular y local y el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) propicia el formalizar una cooperación en la firma de un Convenio que establece de un régimen de cooperación y coordinación para llevar a cabo una política de conservación, divulgación y extensión cultural, formación e interpretación en el área del Roque de los Muchachos, en el término municipal de Villa de Garafía.

Que según los Acuerdos Internacionales en materia de Astrofísica, el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) tiene encomendada la protección de la calidad del cielo, protegida por Ley, y de velar para que el uso y disfrute de la zona por parte de los visitantes no pueda perjudicar en modo alguno sus excepcionales condiciones para el estudio del Universo, y las Administraciones Públicas el deber de cooperar para alcanzar estos fines.

Como primera acción de esta política común, las tres instituciones convienen en la construcción, dotación y puesta en funcionamiento del Parque Cultural del Roque de los Muchachos.

Dicho Parque Cultural es una infraestructura que se concibe como un todo, integrado por tres unidades, que dará respuesta a diferentes demandas, íntimamente relacionadas entre sí, el promover el Observatorio del Roque de los Muchachos y su entorno natural, divulgar la ciencia a través de las instalaciones astronómicas y de la actividad científica que en ella se desarrolla y crear un foco de atracción para el gran público,

basado esencialmente en la actividad astronómica de la islas, sirviendo también como centro de interpretación del entorno natural, logrando las máximas sinergias entre ellas:

- El Centro de Visitantes (de uso diurno);
- Cúpulas para aficionados, gestionados por la Agrupación Astronómica Isla de La Palma;
- Instalaciones telescópicas para que grupos de turistas puedan observar el cielo nocturno.

Que la coincidencia de intereses propicia el formalizar una cooperación que garantice, en primer lugar, la más exquisita protección de la zona para que, lejos de deteriorarse en el futuro por el acceso no controlado de visitantes, se puedan garantizar las condiciones excepcionales del lugar. Y, en un segundo término, impulsar de manera coordinada entre las tres entidades, un conjunto de acciones que permitan explotar, ordenadamente, el enorme atractivo cultural del área del Roque de los Muchachos, promoviendo aquellas infraestructuras que, gestionadas de manera adecuada, permitan satisfacer la demanda presente y futura de visitantes.

Que el acceso programado y guiado de visitantes a este lugar será, sin duda, una de las mejores promociones turísticas de la isla de La Palma y una muy productiva difusión de sus bienes naturales y científicos, además de suponer un aporte inestimable para la educación de las nuevas

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 actualmente construyendo en el Observatorio del Roque de Los Muchachos, en la Isla de La Palma.

En este año 2006 se ha finalizado el montaje de la estructura mecánica del telescopio y sus mecanismos de movimiento, y se han preparado y montado en él los elementos ópticos: los primeros seis segmentos del espejo primario, el espejo secundario y el espejo terciario. Estos hitos destacados nos sitúan ya a las puertas de la puesta en marcha del telescopio y del inicio de sus pruebas. Esta puesta en marcha o "commissioning" del telescopio se iniciará el próximo año, tras completar los detalles aun pendientes y la puesta en marcha del sistema de control de los espejos y de los movimientos del telescopio.

LA ESTRUCTURA MECÁNICA

A lo largo de este año 2006 se han escalonado las múltiples pruebas de aceptación de las diferentes partes de la estructura del telescopio. Ha sido un año de intenso trabajo codo con codo con las empresas encargadas de completar los montajes y ajustes y de realizar las pruebas de verificación de todos y cada uno de los diferentes subsistemas que forman la estructura mecánica del telescopio.

El sistema de cojinetes hidrostáticos de los ejes de azimut y de elevación del telescopio, con un complejo sistema de bombeo de aceite a alta presión, refrigerado y amortiguado para no perturbar su entorno, fue el primero de los sistemas en poner en marcha y demostrar el cumplimiento de los requerimientos establecidos. Con la puesta en marcha de este sistema, el telescopio pudo ya moverse en toda su magnitud y con sus más de cuatrocientas toneladas de peso.

La torre que aloja el espejo terciario y que, con sus movimientos, ha de permitir seleccionar a que foco del telescopio se envía el haz de luz que capta el espejo primario, fue el segundo sistema en ponerse en marcha y en demostrar las expectativas puestas en su diseño.

Los dos rotadores de instrumentos, uno en cada foco Nasmyth del telescopio, fueron los últimos en montarse y verificarse sus prestaciones. Con ellos se compensará el movimiento del cielo debido a la rotación de la Tierra y el seguimiento del telescopio, permitiendo disponer de una imagen estable en los instrumentos científicos.

El sistema de contrapesos dinámico permite realizar, bajo control del ordenador, el balanceado fino del tubo del telescopio para corregir las descompensaciones provocadas por cambios en los equipos montados en el tubo o por el simple desplazamiento del espejo terciario entre sus posiciones es, junto con los mecanismos del rotador de azimut que facilita su movimiento tras el telescopio, otros de los sistemas que se han ajustado y verificado para su entrega a GRANTECAN S.A.

La parte más laboriosa y entretenida de este proceso se la han llevado los sistemas de movimiento en los ejes principales de azimut y altura. El ajuste final de los motores directos y los codificadores consumió mucho tiempo, a lo largo de 2005 en su montaje y en este año 2006 en sus ajustes y verificación final, para alcanzar el cumplimiento de los estrictos requisitos exigidos a estos sistemas. Las pruebas realizadas en ambos ejes del telescopio demuestran que la estructura se comporta como se diseñó en los modelos modales del telescopio y que el conjunto puede ser controlado, con el adecuado diseño de servos, para suministrar la precisión de apuntado y seguimiento exigida.

En este año 2006, al finalizar el año, y una vez completado el montaje de la estructura mecánica y comprobada la seguridad se completa el montaje de los elementos ópticos del telescopio quedando el telescopio listo para que en el 2007, una vez completado el montaje de los elementos electrónicos del sistema de control y se terminen

de probar y poner en marcha las diferentes partes del software de control.

LOS ELEMENTOS ÓPTICOS

A principios de 2006 se recibió el último lote de seis segmentos que quedaba por recibir de manos del pulidor. Una vez operativo el procedimiento de preparación de segmentos y su aluminizado se iniciaron los preparativos del primer lote de seis segmentos. A finales del año se aluminizaron y se instalaron estos seis segmentos en la celda del espejo primario, en la estructura del telescopio. Durante este proceso se identificó la necesidad de introducir mejoras en el sistema de soportes para un anclaje más seguro del segmento a los actuadores lineales. El diseño e implementación de este sistema se realizará en el próximo año y se utilizará en el montaje de nuevos segmentos en el telescopio.

Se recibió también el espejo secundario, cuya fabricación ha supuesto un esfuerzo tecnológico singular por las dificultades encontradas por el camino. Finalmente llegó al Observatorio. Junto con su sistema de accionamientos, fue probado, ajustado y verificado ante de su instalación final en el telescopio. Un proceso cuidadoso ha sido la preparación del aluminizado de este espejo, pues se trata de un espejo con sustrato de berilio y protegido con una capa de níquel, pulida en su cara frontal con las especificaciones propias de este espejo.

LA INSTRUMENTACIÓN CIENTÍFICA

El GTC contará, desde su puesta en operación, con dos instrumentos científicos de primera generación: **OSIRIS** y **CanariCam**. Además, contará con **ELMER**, un instrumento concebido para minimizar los riesgos ante la posibilidad de que los instrumentos de Día Uno no estén a punto y que ya en el año 2006 ha quedado listo para su envío al Observatorio. Algo más tarde, el GTC contará con dos nuevos instrumentos: **EMIR** y **FRIDA** que se encuentran en desarrollo.

OSIRIS

OSIRIS (*Optical System for Imaging and low Resolution Integrated Spectroscopy*, Sistema Óptico para Imagen y Espectroscopía Integrada de Resolución Baja/Intermedia), es un instrumento para obtener imágenes directas del cielo así como espectroscopía de baja resolución de varios objetos a la vez en el rango visible.

A finales de este año 2006 OSIRIS se encuentra en plena fase de integración y pruebas en los laboratorios del IAC, preparándose para su instalación en el telescopio unos meses después de Primera Luz, en el año 2007.

CanariCam

CanariCam es un espectrógrafo con capacidad de imagen en el infrarrojo térmico que podrá «detectar» el calor de las estrellas. Será capaz de obtener imágenes, hacer espectroscopía, polarimetría y coronografía en el rango espectral del infrarrojo medio, capacidades que confieren a este instrumento aspectos únicos dentro de su clase.

A finales de 2006 se ha completado la integración y pruebas de este instrumento en la Universidad de Florida (EEUU) y se ha iniciado el proceso de pruebas finales de verificación y aceptación para su posterior envío al Observatorio. **CanariCam** se instalará en el telescopio tras la puesta en funcionamiento de OSIRIS, unos meses después de la instalación de este instrumento y próximos ya al inicio de la operación regular del GTC, tras Día Uno.

EMIR

EMIR (Espectrógrafo Multiobjeto Infrarrojo) es un espectrógrafo multi-objeto con capacidad de imagen. Es el primer instrumento de segunda generación del GTC y el primero que trabajará en el infrarrojo cercano, un instrumento clave para el estudio de la historia de la formación de estrellas en el Universo.

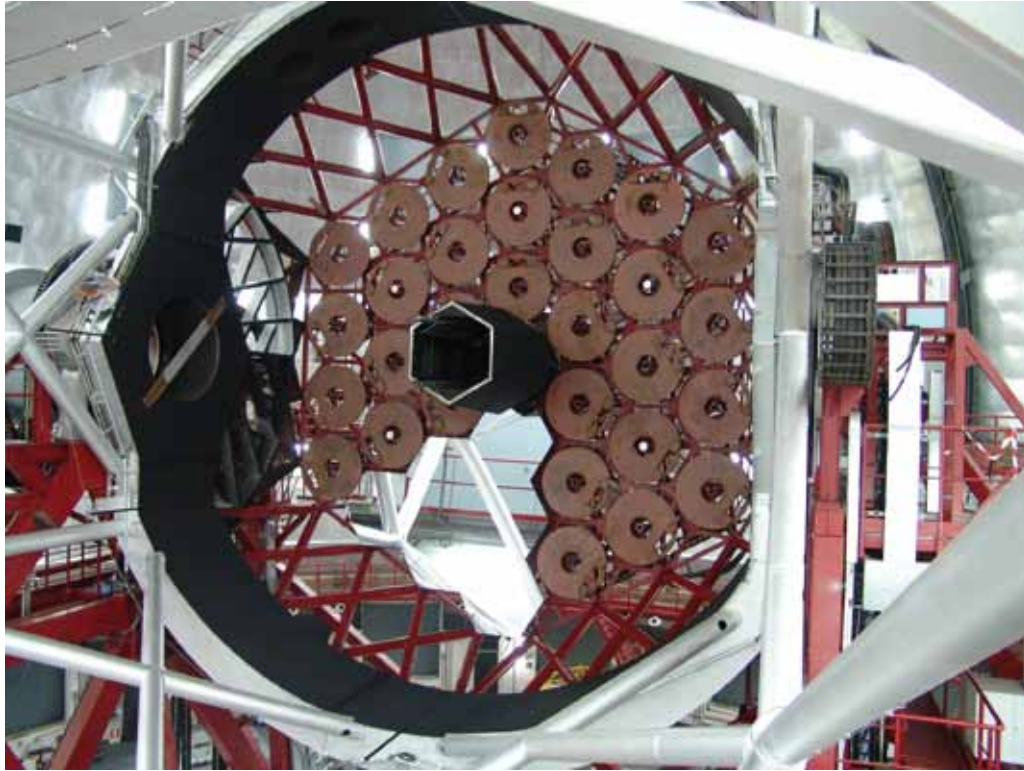
Actualmente se encuentra en plena fase de fabricación y su instalación en el telescopio está prevista para 2009.

Previamente a **EMIR**, está previsto la instalación en el GTC de una cámara infrarroja denominada **CIRCE**, desarrollada por la Universidad de Florida como instrumento "visitante" en el GTC.

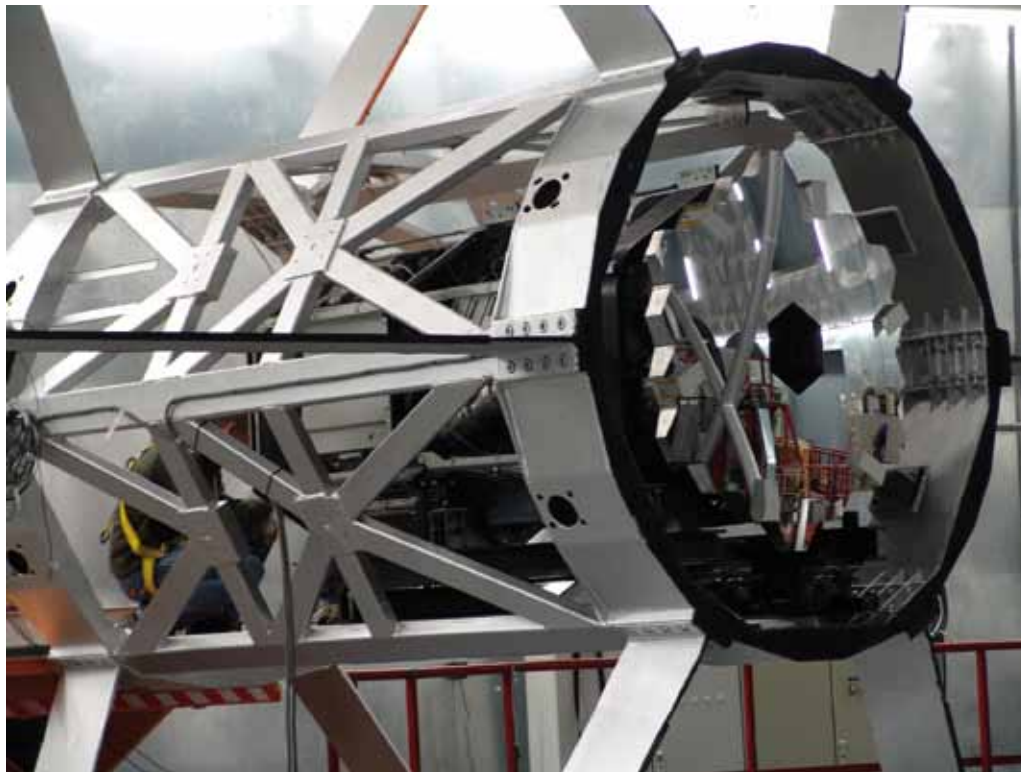
OPTICA ADAPTATIVA

FRIDA será un instrumento, con capacidad de imagen y espectroscopía bidimensional en el rango del infrarrojo próximo, entre 1 y 2,5 micras, con una resolución espacial en el límite de difracción del GTC.

FRIDA hará uso eficiente del sistema de Óptica Adaptativa del GTC que se encuentra en desarrollo.



Los seis primeros segmentos instalados en la celda del espejo primario del telescopio GTC. Diciembre de 2006.



El espejo secundario recién instalado en el Telescopio GTC. Diciembre de 2006.

ÁREA DE INVESTIGACIÓN

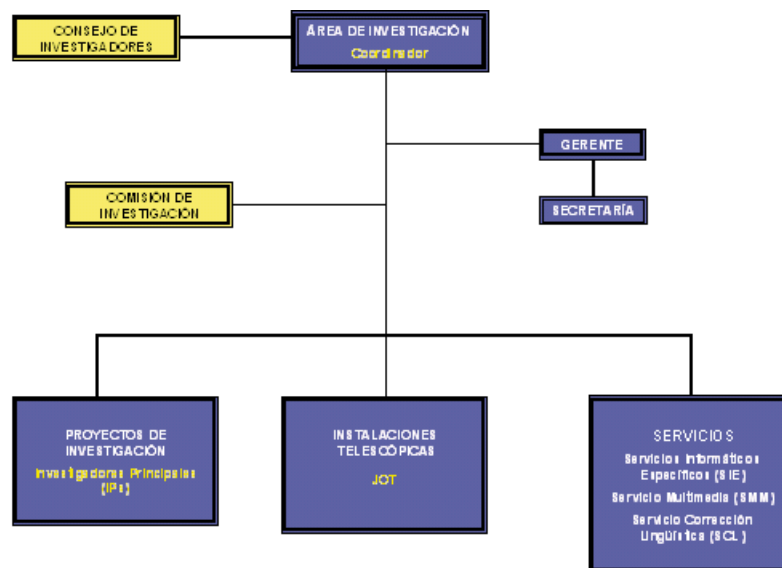
"Investigador Principal" (IP) y aglutina la dedicación formal (total o parcial) de investigadores pre y post-doctorales del IAC. Las vinculaciones y colaboraciones con investigadores de otros centros están reconocidas e incentivadas.

El personal adscrito al Área (con relación contractual) se eleva a 157 personas, además de 7 Investigadores Afiliados y 15 doctores con el status de "Colaborador" adscritos al Área, quienes participan en distintos proyectos.

Durante el año 2006 se aprobaron 8 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 2,2 M€, lo que supera ampliamente el presupuesto interno del Área de Investigación. A través de los proyectos del Plan nacional se incorporaron al IAC 10 nuevos postdocs (incluyendo 4 Juan de la Cierva). También se aprobó la incorporación de 4 nuevos investigadores a través del Programa Ramón y Cajal. Además, se solicitaron 21 nuevos proyectos de investigación a los Planes Nacionales, por valor de 10 M€, que deberán ser aprobados, en su caso, a lo largo de 2007.

Igualmente ha habido una intensa actividad de Seminarios y Coloquios en el Área. A lo largo de 2006, 7 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 54 investigadores han impartido Seminarios y Charlas.

Finalmente, cabe destacar que durante 2006 se ha alcanzado un nuevo máximo en el número de artículos científicos publicados en revistas internacionales contempladas en SCI. La gran mayoría de



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.

Cada uno de los 43 Proyectos individuales, actualmente vigentes, está dirigido y gestionado por un

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. El **Gerente**, 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. A este respecto cabe destacar la evaluación de la actividad y rendimiento de las instalaciones del IAC por parte de un comité independiente de expertos, llevada a cabo en 2006.

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 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.

Actividad Investigadora

ESTRUCTURA DEL UNIVERSO Y COSMOLOGÍA

de momento angular para cada capa del átomo de hidrógeno. La medida de estos rasgos constituiría un test fundamental para el modelo cosmológico y proporcionaría una determinación independiente de varios parámetros cosmológicos.

Evolución del Proyecto

Con el experimento VSA en su nueva configuración super-extendida se han llevado a cabo observaciones de varios campos con el objetivo de medir el espectro de potencias angular de las fluctuaciones del Fondo Cósmico de Microondas en escalas entre multipolo 1.000 y 2.000. Además, se han realizado observaciones de varios cúmulos de galaxias y supercúmulos para medir el efecto Sunyaev-Zeldovich y estudiar la distribución de gas de alta temperatura (varios keV) en estas estructuras. Adicionalmente se han obtenido medidas del complejo molecular de Perseo para investigar el origen de la emisión anómala de microondas detectada por el experimento COSMOSOMAS. Se han localizado varias regiones en este complejo molecular donde la emisión se acentúa en escalas de 5-10 minutos de arco. La emisión de microondas de estas regiones presenta correlación con los mapas de los satélites IRAS y de Spitzer en el infrarrojo medio.

Se ha concluido y publicado el análisis de la gaussianidad de la señal registrada con el interferómetro VSA en su configuración compacta y extendida empleando el método "Smooth Tests of Goodness of Fit". El estudio se ha realizado con miembros del Instituto de Física de Cantabria y del Consorcio VSA. Los resultados obtenidos confirman que los mapas obtenidos son compatibles con una señal gaussiana.

Se ha continuado la colaboración con el grupo de Cosmología Observacional del Departamento de Física de la Universidad de Roma para tratar de esclarecer el origen de las anisotropías detectadas con VSA y MITO en la región intercumular del supercúmulo Corona Boreal. El estudio persigue contrastar las observaciones realizadas con simulaciones numéricas de estructura a gran escala proporcionadas por G. Yepes, de la Universidad Autónoma de Madrid. Estas simulaciones se han llevado a cabo con el superordenador "Mare Nostrum" del Centro Nacional de Supercomputación en Barcelona y

dado el tamaño tan grande de la región simulada permiten investigar las propiedades teóricas de decenas de supercúmulos de galaxias. Concretamente el trabajo se centra en establecer las propiedades del gas intercumular en estas simulaciones y su capacidad para distorsionar la propagación de los fotones del Fondo Cósmico de Microondas mediante procesos de dispersión Compton inverso.

Ha proseguido el estudio de la distribución de galaxias en el supercúmulo de Corona Boreal. Utilizando los datos del Sloan Digital Sky Survey en esta región, se ha puesto de manifiesto la existencia de una población de galaxias en la región intercumular, concretamente en las zonas donde se ha detectado mayor distorsión de la señal del Fondo Cósmico de Microondas. Es probable que estas galaxias contribuyan a una fracción apreciable de toda la materia bariónica en el cúmulo, pero además podrían trazar regiones de gas difuso a lo largo del supercúmulo. Se han realizado observaciones con WYFOSS en el telescopio WHT para determinar la dispersión de velocidades de dichas galaxias.

Se ha investigado la polarización de la emisión anómala en el complejo molecular de Perseo utilizando los datos del experimento COSMO-15. Se ha determinado la contribución de radiofuentes no resueltas en los mapas de COSMOSOMAS y WMAP mediante correlaciones con el catálogo NVSS. La señal asociada con estas radiofuentes resulta ser el contaminante más importante a las medidas del Fondo Cósmico de Microondas con el experimento COSMOSOMAS en altas latitudes galácticas.

Se ha diseñado un prototipo de sistema de polarización que podría permitir medidas de bajo error sistemático con el experimento COSMOSOMAS y servir como punto de partida para la construcción de futuros experimentos de polarización del Fondo Cósmico de Microondas. Se han realizado modificaciones a COSMO-15 para poder llevar a cabo las pruebas de este polarímetro.

Se ha entregado al consorcio LFI del satélite Planck el modelo de vuelo del REBA, el sistema electrónico digital del instrumento de baja frecuencia del satélite. El grupo ha continuado con las actividades de preparación científica para la explotación de esta misión espacial.

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 y R. Davies (Jodrell Bank, Reino Unido); M. Hobson, R. Saunders y K. Greinge (Cavendish Astrophys. Group, Reino Unido); J. Dellabrouille y 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 y 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 (recientemente galardonados dos de sus investigadores principales con el Premio Nobel de Física) o el de Tenerife han mostrado que el nivel de anisotropía a escalas angulares de varios grados está en torno a 1×10^{-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.

En el año 2008 tendrá lugar el lanzamiento del satélite Planck de la Agencia Espacial Europea en cuya carga útil ha participado el grupo aportando entre otras cosas, el sistema de control digital de uno de los dos instrumentos del satélite y la programación del software de abordaje 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 quizás 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.

Algunos resultados relevantes

En colaboración con investigadores del Instituto Max Planck de Astrofísica se ha llevado a cabo un estudio de los rasgos espectrales procedentes de la época de recombinación (desplazamiento al rojo $z \approx 1.000$) que se espera impriman distorsiones en el espectro del Fondo Cósmico de Microondas. Se ha realizado el cálculo más completo y detallado hasta la fecha de las líneas espectrales generadas durante recombinación. Este es el único cálculo que incluye los efectos de colisiones y hace un seguimiento detallado de todos los sub-estados

publicados en *Astrophysical Journal*, muestran que el nuevo método es casi dos órdenes de magnitud más rápido que los procedimientos clásicos. Con este nuevo método y grandes ordenadores como Mare Nostrum (en el que ya se ha recibido tiempo) se piensa construir un atlas de mapas de magnificación.

Evolución del Proyecto

Lentes Gravitatorias

Continúa la investigación en las líneas prioritarias del grupo: extinción en galaxias lente y *microlensing* cromático, espectroscopia 2D, seguimiento fotométrico, *microlensing* en las líneas de emisión anchas, y se ha afianzado una nueva línea sobre métodos numéricos y estadísticos para el estudio del efecto lente. En lo que respecta a las colaboraciones, se está participando activamente en la Red Europea ANGLES y se mantienen estrechas relaciones con las Universidades de Valencia y Cantabria y con el CfA y con la Universidad de Ohio. En lo que se refiere a la actividad de los estudiantes, se ha presentado el DEA de T. Mediavilla.

Se ha continuado con los trabajos sobre cromaticidad y extinción, basados en observaciones con los telescopios NOT, HST y WHT (LIRIS). En Q2237, los datos obtenidos con el telescopio NOT han permitido caracterizar y ajustar simultáneamente la variabilidad y la cromaticidad inducidas por el efecto microlente a un cruce doble de cáustica. Estos resultados, que se han presentado recientemente en un congreso internacional, son probablemente la caracterización más completa de un evento de *microlensing*. En SBS 0909 se pretende mejorar el modelo simple de cruce por cáustica aplicado hasta el momento para explicar la cromaticidad por un modelo basado en simulaciones, intentando estimar el tamaño del disco de acreción y otros parámetros de las microlentes. Se han completado el análisis de datos y los modelos de extinción para todos los objetos observados con el telescopio HST. Estos datos aportan un número substancial de nuevas curvas de extinción en el dominio extragaláctico y están abriendo un nuevo camino para el estudio de las propiedades del polvo en el Universo y de su evolución.

Se han obtenido nuevos datos con INTEGRAL, pertenecientes a dos épocas de observación diferentes, del sistema lente de gran separación, SDSS 1004. Estos datos se han obtenido con una nueva técnica de *dithering* que va a permitir estudiar con gran detalle todas las características espaciales del sistema. En particular, se espera

poder detectar y analizar las galaxias del cúmulo que hace de lente gravitatoria. En lo que se refiere a la extraña recurrencia de la variabilidad de la parte azul de las líneas de alta ionización en la componente A de este objeto (publicadas este año en *Astrophysical Journal*) la reducción preliminar de las nuevas observaciones parece indicar que se mantiene el exceso en la parte azul de las líneas. En HE 1104 se han comparado antiguas y nuevas observaciones tomadas con INTEGRAL confirmándose que el sistema ha estado sometido a *microlensing* variando globalmente su flujo a lo largo de los años aunque parece que la cromaticidad sólo la ha manifestado en un periodo de tiempo relativamente corto. Estos resultados han motivado un re-estudio con datos de la literatura de la espectroscopia de algunos sistemas (Q 0957, PG 1115, HE 1104 y SDSS 1004) y un nuevo programa de observaciones para intentar determinar la incidencia estadística del efecto *microlensing* a partir de los cocientes de las líneas estrechas y los continuos de varias imágenes del mismo objeto. Los primeros resultados parecen indicar que la incidencia de *microlensing* es inesperadamente alta.

En cuanto a las campañas de seguimiento fotométrico, la situación ha sido análoga a la del año anterior. A pesar del considerable trabajo rutinario que implica y de las objetivas limitaciones de dedicación del grupo a esta tarea, se ha continuado con las campañas de observación con el telescopio IAC-80, con la reducción semanal y con el análisis de los datos para determinar las curvas de luz. Se ha llevado a cabo un análisis inédito de la variabilidad a gran escala de tiempos (decenas de años) de Q 0957 que parece establecer un límite superior a la escalas de variabilidad. De confirmarse este resultado, podría estar relacionado con el tamaño externo del disco de acreción alrededor del agujero negro supermasivo. Se han obtenido las curvas de luz de 0142 que muestran una variabilidad significativa, útil para determinar el retraso temporal en este objeto. Este año se han obtenido, por primera vez, una serie consistente de datos del telescopio de Liverpool. Estos datos, ya reducidos, se utilizarán para determinar la constante de Hubble en colaboración con otros grupos internacionales.

Este año, el mayor esfuerzo se ha dedicado al desarrollo y consolidación de una nueva línea de investigación para el desarrollo de métodos numéricos y estadísticos para el estudio del efecto lente. Desde el punto de vista más teórico, se ha desarrollado un nuevo método basado en el *mapping* inverso de una teselación del plano imagen. Este nuevo procedimiento es más rápido y preciso que otros procedimientos clásicos y

ASTROFÍSICA RELATIVISTA Y TEÓRICA (P6/88)

E. Mediavilla.

J. Buitrago, M. Serra, A. Oscoz y R. Barrena.

Colaborador del IAC: J. Licandro.

E. Falco (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); E. Simonneau (IAP, Francia); L. Popovic, (Obs. Astronómico Belgrado, Rep. Serbia); R. Gil-Merino (Univ. de Cantabria); G. Lewis (Univ. de Sidney, Australia); C.S. Kochanek (Univ. de Ohio, EEUU). P. Gómez (GTC), T. Mediavilla y O. Ariza (UCA), C. González-Morcillo y V. Bruno (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 λ_0 y Ω_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 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 cáusticas, y, por otro lado, aproximaciones que permitan tratar la formación de cáusticas.

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

Se ha desarrollado una nueva técnica basada en la transformación de una teselación del plano imagen bajo la acción de la ecuación del efecto lente para calcular con mayor rapidez y precisión mapas de magnificación. Los resultados obtenidos,

Continuando con el trabajo realizado el año anterior, en 2006 se publicaron los resultados acerca de la medida de la formación estelar en galaxias satélites pertenecientes a sistemas similares al Grupo Local. El mismo sirvió como comprobación y extensión de las propiedades encontradas a nivel local. En una muestra de unos 30 objetos, se comprobó que todas las galaxias con características morfológicas de tipo espiral o irregular mostraban formación estelar actual con valores entre 0.68 y 3.66 masas solares por año. Los satélites con mayor formación estelar eran aquellos que se encuentran en interacción con otros satélites, lo cual indica que estas interacciones actúan como detonadores para la formación de estrellas. Sin embargo, no se encontraron indicios de formación estelar en las colas de marea que se generan en estas interacciones. Además en dos casos de interacciones se encontró evidencia de transferencia de gas de una de las galaxias a la otra.

En 2006 se ha continuado con el mismo tipo de estudio centrado en este caso en un sistema en particular (en torno a NGC 5084) que presenta particularidades cinemáticas y dinámicas que lo convierten en un laboratorio muy interesante para el estudio de las interacciones entre la galaxia central y sus satélites, y entre los propios satélites. Las observaciones en $H\alpha$ se han realizado con el telescopio VATT de Mount Graham (Arizona, EEUU) y con el telescopio 2,15 m del Observatorio de El Leoncito (Argentina), y se encuentran en fase de análisis. Los primeros resultados de este grupo confirman la importancia de las interacciones entre satélites en el nacimiento de nuevas estrellas.

R. Juncosa finalizó la construcción de los catálogos de los surveys DLS y NOAO (varios grados cuadrados cada uno en varios filtros en el visible e infrarrojo cercano, y con profundidades típicas $R \sim 25$ mag). Mediante diversas técnicas que incluyen la estimación de desplazamientos al rojo fotométricos, y algoritmos para la búsqueda de sobre densidades, se ha generado un catálogo de unos 50 candidatos a cúmulos de galaxias con desplazamientos al rojo hasta $z \sim 1$. Al igual que el año anterior, la campaña de confirmación espectroscópica en el telescopio TNG no se pudo llevar a cabo por mal tiempo.

Parte de los esfuerzos han estado encaminados a la generación de muestras de objetos adecuadas para una buena explotación científica del telescopio GTC. Estas muestras de objetos han sido seleccionadas a partir de diversos surveys públicos en el visible e infrarrojo cercano. En particular:

- Catálogo de grupos compactos con desplazamientos al rojo intermedios: Durante la beca de verano que disfrutó P. García se desarrolló

e implementó un algoritmo para la detección y caracterización de estos objetos en surveys ópticos profundos de varios grados cuadrados. Como resultado de este trabajo, se dispone de un catálogo valioso de estos objetos que según estimaciones basadas en el método de *redshifts* fotométricos, se extiende al menos hasta $z \sim 0.5$, siendo la primera vez que se encuentran estos sistemas a tan alto *redshift*. Se ha intentado una confirmación del más brillante de estos candidatos con observaciones espectroscópicas recientes en el telescopio WHT, estando los datos en proceso de análisis.

- Catálogo de lentes gravitatorias: M. García-Jove, becario de la Universidad Joseph Fourier, Grenoble (Francia), estuvo durante tres meses en el IAC, analizando los surveys del NOAO y DLS, e implementando un método de búsqueda de parejas de objetos candidatos a ser imágenes dobles de cuásares. Aunque el trabajo no ha sido finalizado aún, se ha elaborado ya el algoritmo de búsqueda y existen algunos candidatos preliminares.

Tests cosmológicos

Se ha finalizado el análisis de la distribución de cuásares en el cartografiado SDSS (Sloan Digital Sky Survey). Estudiando la posición relativa entre estos cuásares con respecto a los ejes de galaxias espirales cercanas angularmente (pero con diferente *redshift*), se ha descubierto un exceso de cuásares hasta distancias proyectadas a lo largo del eje menor de dichas galaxias. Este exceso se extiende hasta distancias ~ 3 grados. Los análisis muestran que mecanismos tales como la extinción por polvo en los discos de las galaxias, o efectos de amplificación gravitatoria no son suficientes para explicar tal efecto, convirtiendo este descubrimiento en un fenómeno interesante de asociaciones con *redshift* anómalo.

Naturaleza de las fuentes de rayos X de luminosidad intermedia (ULXs)

Se ha realizado un estudio estadístico acerca de la abundancia y distribución de los ULX en torno a galaxias cercanas. En el mismo se ha mostrado que los catálogos actualmente existentes de dichos objetos incluyen una contaminación debida a objetos de fondo superior al 50%. Basándose en estos resultados, se ha extraído una lista de 25 objetos que presentan las mayores probabilidades de ser realmente ULX.

Igualmente, se ha completado el estudio acerca de la identificación y caracterización de contrapartidas ópticas de estas fuentes. Para ello se han usado las observaciones realizadas en diversas campañas con los telescopios de 1,93 m del OHP (Francia) y WHT. Confirmando el resultado estadístico

puede permitir cálculos antes inaccesibles. Estos desarrollos teóricos se han publicado recientemente en *Astrophysical Journal*. Paralelamente se han optimizado y paralelizado las rutinas para aplicar este método y se han probado en Mare Nostrum. Se ha propuesto una colaboración con otros expertos en esta línea para el cálculo de un atlas de mapas de magnificación que permitirá entender muchos aspectos del efecto *microlensing* y abordar una gran variedad de problemas. En el desarrollo de estos estudios numéricos y estadísticos han participado especialmente colaboradores de la Universidad de Sydney, de la UCLM y de la UCA.

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

Durante el año 2006 se ha seguido trabajando sobre los nuevos aspectos de la electrodinámica clásica en lenguaje spinorial. Los resultados han dado lugar a dos trabajos que se piensan publicar pronto y significan un avance notable en la tesis de S. Hajjawi.

En la línea de investigación de estudio de cúmulos de galaxias se ha publicado un artículo sobre la dinámica interna de Abell 2744 basado en los redshifts de 102 galaxias. Los resultados indican que este cúmulo no está en equilibrio dinámico y muestra una considerable subestructura. También se ha publicado un trabajo sobre Abell 697 basado en espectroscopia obtenida con el telescopio TNG de 93 galaxias. Los resultados sugieren que el cúmulo es el resultado de una fusión.

GALAXIAS Y "REDSHIFTS": FORMACIÓN Y EVOLUCIÓN (P9/97)

C.M. Gutiérrez.

M. López Corredoira, R. Juncosa y N. Castro.

H. Arp (MPIA, Alemania); M. Burbidge (Univ. de California, EEUU); J. Funes (Steward Obs., EEUU); O. López-Cruz (INAOE, México); A. Fernández-Soto (Univ. de Valencia); M.S. Alonso (CONICET, Argentina); K.K. Ghosh (USRA, NASA-MSFC/NSSTC, Alabama, EEUU), J.V. Narlikar y V. Mohan. (IUCAA, India).

Introducción

Dentro del Proyecto se distinguen las siguientes líneas de investigación:

Procesos físicos que gobiernan el estado y la evolución de las grandes estructuras del Universo

Se analizan sistemas en diversas escalas y estados de agregación desde grupos pobres a cúmulos

ricos de galaxias tratando de determinar cuáles son las influencias relativas de los procesos físicos internos y de los efectos del medio ambiente en la evolución y estado dinámico de las galaxias pertenecientes a estas estructuras. Estos estudios son, en general, de carácter estadístico y se realizan mediante el análisis de las propiedades fotométricas de las galaxias que componen estos sistemas. Las observaciones se llevan a cabo con imágenes ópticas en bandas anchas y estrechas, y espectroscopia con resolución intermedia. En la actualidad se están estudiando las propiedades de galaxias satélites en torno a espirales gigantes, grupos compactos hasta redshift (z) \sim 0.5 y cúmulos de galaxias lejanos (hasta $z < 1$).

Diseño y realización de diversos tests cosmológicos

Dentro de la línea relacionada con los redshifts anómalos (posibles asociaciones de objetos con redshifts, y por tanto distancias cosmológicas, muy diferentes), los esfuerzos se han concentrado en estudios estadísticos de grandes muestras de objetos extraídas de surveys como el del Sloan Digital Sky Survey (SDSS).

Estudio de la naturaleza de las fuentes de rayos X de luminosidad intermedia (ULXs)

Estos objetos han sido encontrados por satélites de rayos X como ROSAT, Chandra, etc. en el halo de galaxias cercanas. Su naturaleza continua siendo incierta, ya que sus luminosidades en rayos X son intermedias entre las observadas en las estrellas binarias y las de los núcleos de galaxias activos. Se ha propuesto que los mismos constituyen la manifestación más llamativa de agujeros negros de masa intermedia (100-1.000 masas solares). Existe un amplio consenso acerca de que uno de los medios esenciales para avanzar en el estudio de este tipo de objetos es a través de la identificación y caracterización de sus contrapartidas en otros dominios espectrales, aspecto en el que el grupo está haciendo un gran esfuerzo.

Algunos resultados relevantes

Elaboración del primer catálogo de grupos compactos hasta $z \sim 0.5$.

Descubrimiento de exceso de quásares de alto redshift en torno al eje menor de galaxias cercanas a distancias de hasta 3 grados del centro de las mismas.

Detección y caracterización de las contrapartidas ópticas de unos 12 objetos candidatos a ULX.

Evolución del Proyecto

Estructura y evolución de galaxias

Algunos resultados relevantes

Se ha logrado una explicación a la asimetría mostrada por la función de distribución de velocidades estelares (LOSVD por sus señas en inglés) en galaxias elípticas, en base a la historia de fusiones de estas galaxias.

En los últimos años el aumento de resolución permitido por nuevos algoritmos y el acceso a nuevos superordenadores ha permitido realizar simulaciones que permiten comprender la cinemática de estos sistemas. El grupo ha realizado una serie de simulaciones de N cuerpos de fusiones entre modelos de galaxias de disco y de fusiones de galaxias elípticas, con una alta resolución, usando el cluster beowulf del IAC y el superordenador Mare Nostrum del Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS). Los modelos utilizaron un millón de partículas, con el fin de mapear con suficiente precisión las LOSVD de las zonas centrales de las galaxias y compararlas con los resultados publicados en la literatura para galaxias elípticas. Estas LOSVD se suelen parametrizar mediante ajustes a polinomios de Gauss-Hermite de tercer y cuarto grado, que dan cuenta de las desviaciones simétricas y asimétricas con respecto a la gaussiana. Para las galaxias elípticas se ha observado una anti-correlación entre el coeficiente de asimetría y la rotación (V/s). Simulaciones numéricas anteriores no lograron reproducir tal anticorrelación si no era recurriendo a la presencia de gas en los modelos originales. En las nuevas simulaciones del grupo se consigue reproducir la anticorrelación y se muestra que un parámetro fundamental para tal hecho es que los modelos iniciales presenten una concentración central de masa, o bien en la forma de un bulbo masivo o bien con halos de materia oscura más concentrados de lo supuesto anteriormente.

Instantáneas de la distribución de materia luminosa (bulbo y disco) de un modelo de galaxia durante la acreción de un satélite, a partir de una simulación a N cuerpos. Cada imagen mide 45 kpc de lado. Han transcurrido 80 millones de años entre imágenes consecutivas y el tiempo total cubierto es de 2 giga años. El satélite, en color amarillo, orbita en el sentido de rotación del disco, contrario a las agujas del reloj, y entra en el campo de visión en la séptima instantánea. Cada uno de los dos principales pasos por el pericentro viene seguido por distorsiones espirales en disco primario, que redistribuyen su material y llevan a un incremento de la relación bulbo-disco.

Evolución del Proyecto

Dinámica de gases magnetizados:

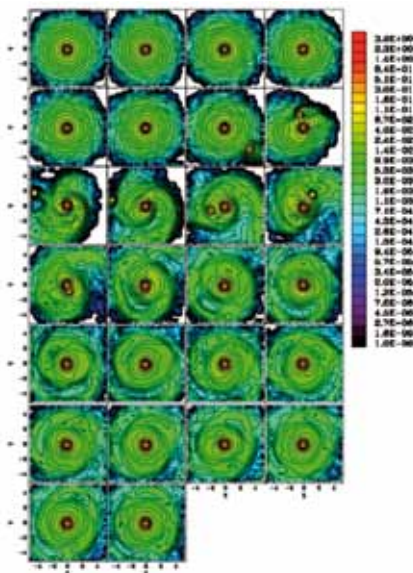
Proyecto SOLAIRE: el presente Proyecto de Simulación Numérica de Procesos Astrofísicos ha sido el motor de la solicitud a la Unión Europea

de la Red de Investigación Marie Curie (Research Training Network) SOLAIRE, que ha sido aprobada y financiada por la Comisión Europea en 2006. En esta solicitud, cuyo Investigador Principal es el I.P. del presente Proyecto, el IAC actúa como institución coordinadora. La investigación del presente Proyecto interno y de varios otros proyectos del IAC va a disponer de un marco de colaboración europeo único, tanto por pertenecer a la red 13 grandes instituciones de investigación como por ser el IAC el coordinador de la misma. Es la primera vez que una institución española lidera una red de este tipo en el campo de la Astrofísica.

Interacción campo magnético emergente - convección granular en el Sol (F. Moreno-Insertis, M. Cheung y M. Schüssler). Se ha proseguido el estudio de la evolución temporal de campo magnético que asciende a través de las celdas de convección granulares en el Sol. Estos experimentos numéricos se hacen mediante un código magnetohidrodinámico que incluye tratamiento realista del transporte de convección fotosférico. Se han considerado casos de campo magnético inicial en un rango amplio de intensidades. Mediante determinación de parámetros de diagnóstico observacionales, se ha realizado una comparación con las observaciones fotosféricas de emergencia de flujo magnético en regiones activas efímeras. Se ha determinado el campo magnético subfotosférico necesario para que los elementos magnéticos tengan una apariencia de región bipolar reconocible en las observaciones, en vez de aparecer como una distribución aleatoria de elementos magnéticos en los pasillos intergranulares. El primero de los trabajos de esta serie está enviado y próximo a ser aceptado en la revista *Astronomy & Astrophysics*.

Origen de la granulación inversa observada en el Sol. (F. Moreno-Insertis, M. Cheung y M. Schüssler). Se ha proporcionado la explicación del origen de la granulación inversa observada en la fotosfera alta del Sol por encima del campo de granulación usual. La granulación usual muestra exceso de temperatura en los elementos ascendentes en el centro de las celdas convectivas y defecto en los pasillos intergranulares. A unos 130 km sobre la fotosfera, este esquema se invierte, viéndose los interiores de las celdas como componentes oscuras sobre una red brillante (granulación inversa). La explicación hallada se fundamenta en el comportamiento fuertemente expansivo/compresivo de los elementos de plasma que ascienden/descienden a través de la fotosfera acoplado con el enfriamiento radiativo masivo experimentado por esos mismos elementos en su primera aparición en la fotosfera seguido de calentamiento radiativo desde las capas inferiores

anterior, una parte importante de ellos han resultado ser objetos de fondo principalmente cuásares y otros tipos de galaxias activas. En otros casos, el espectro de la contrapartida óptica muestra su posible asociación con la galaxia padre y la presencia de la línea de Hell (4686 Å). La presencia de esta línea es un buen indicador acerca de la presencia de una fuente de rayos X.



SIMULACIÓN NUMÉRICA DE PROCESOS ASTROFÍSICOS (3I1303)

F. Moreno-Insertis.

J. Trujillo Bueno, M. Balcells Comas, A. Asensio Ramos, A.C. González, M.C. Eliche Moral y A. Tortosa Andreu.

K Galsgaard (Niels Bohr Inst./Univ. de Copenhague, Dinamarca); V. Archontis, A. Hood y M. Morris (Univ. St Andrews, Escocia, Reino Unido); M Cheung (Lockheed Martin Solar Physics Lab., California, EEUU); A. Vögler (Univ. de Utrecht, Países Bajos); M. Schüssler (MPI for Solar System Research, Alemania); V. Hansteen (Univ. de Oslo, Noruega); 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 y T.S van Albada (Kapteyn Astronomical Inst., Groningen, Países Bajos); N. Shchukina (Obs. de Kiev, Ucrania); H. Uitenbroek (NSO, EEUU); T. Naab (Univ. de Munich, Alemania).

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 la experimental. La Astrofísica no es excepción a lo anterior, habiéndose desarrollado desde finales de los 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 (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 el año 2007 en el IAC de uno de los nodos de la Red Española de Supercomputación, dotado con un superordenador de más de 500 CPUs y que aparece en la lista de los TOP 500 (Nov 2006) en el mundo. 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 dos años.

comprendido el comportamiento dinámico y de reconexión en estos objetos. En 3D, se ha concluido que los plasmoides no son islas magnéticas, como en el caso clásico bidimensional, sino solenoides que principian y terminan en líneas de campo externas a la capa de corriente y cuyo paso de rosca varía dependiendo de la fase en que se encuentre el sistema. El desarrollo de la inestabilidad llamada 'melon seed ejection' ha sido comprobado y documentado a pesar de las dificultades de visualización y resolución en este problema 3D. (*Astrophysical Journal Letters*, 645, 161, 2006).

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

Procesos de scattering en presencia de campos magnéticos caóticos. (J. Trujillo Bueno, N. Shchukina). Se ha finalizado una investigación basada en simulaciones numéricas de la polarización lineal que procesos de *scattering* en presencia de campos magnéticos caóticos inducen en la multitud de líneas espectrales del titanio neutro. Tales experimentos numéricos de transporte radiativo (sin suponer equilibrio termodinámico local) en modelos 3D de la fotosfera solar han demostrado que las observaciones espectropolarimétricas en las 13 líneas espectrales del multiplete 42 del titanio neutro sólo pueden explicarse mediante la hipótesis de un campo magnético oculto en la fotosfera solar, por tener polaridades mezcladas por debajo del límite de resolución espacio-temporal. Asimismo, la síntesis espectral de tales líneas en los modelos 3D utilizados, indican la necesidad de mejorar el realismo de tales simulaciones hidrodinámicas en cuanto se refiere a las condiciones físicas de la alta fotosfera.

Paralelización de código de inversión (A. Asensio Ramos, J. Trujillo Bueno). Se está empezando la paralelización del código del grupo que realiza inversión y síntesis de perfiles de Stokes producidos por procesos de *scattering* en presencia de campos magnéticos arbitrarios. El objetivo final es el desarrollo de una herramienta eficaz que permita invertir con flexibilidad y rapidez mapas con información espectropolarimétrica observados en líneas del He neutro.

Código de transporte radiativo basado en la técnica "coupled escape probability" (CEP). (A. Asensio Ramos, M. Elitzur y C. Ceccarelli). Se está desarrollando un código basado en esa técnica. Debido a la simplicidad del método, se puede implementar con relativa sencillez en los antiguos códigos basados en la probabilidad de

escape. A pesar de esta relativa facilidad, el grupo pretende dar la mayor difusión al método y, por tanto, liberar un código a la comunidad astrofísica lo más completo y potente posible. La intención es que este código forme parte del paquete de análisis básico de las observaciones realizadas por el satélite Herschel.

Evolución estructural y formación estelar en galaxias

Dentro de este apartado, se continuaron las líneas desarrolladas anteriormente, y se abrieron nuevas líneas de investigación, como sigue:

Generación de la población intergaláctica estelar por medio de la eyección de estrellas durante interacciones galácticas (C. González). Se ha finalizado este estudio. Estas interacciones imprimen energía a las estrellas dentro de las galaxias, una fracción de ellas adquieren así una energía cinética tal que son eyectadas pasando a poblar el medio intergaláctico. Tal población intergaláctica ha sido puesta de manifiesto en observaciones. Los resultados de las simulaciones están en acuerdo con lo observado en cuando al porcentaje esperable de esta población respecto al total de la luz en cúmulos como Virgo. Este trabajo fue publicado en *Astrophysical Journal*. Se ha iniciado la generalización de estos resultados a interacciones y fusiones que incluyen un halo de materia oscura.

Estudio de la galaxia CGCG 480-022 (C. González, C. Carretero, A. Vazdekis, J.E. Beckman y V. Quilis). Se ha completado el estudio de esta galaxia, que presenta características fotométricas, cinemáticas y de poblaciones estelares peculiares. Cada una de ellas la hacen candidata a ser el remanente de la fusión entre dos galaxias. Por medio de simulaciones de N cuerpos entre elípticas de un tamaño relativo de 1:10 se han conseguido reproducir sus características fotométricas y en gran medida sus características cinemáticas, confirmando tal posibilidad de un origen por fusión. En un estudio multienfoque, estos resultados fueron presentados y aceptados para su publicación en *Astrophysical Journal Letters*.

Emisión de ondas gravitacionales. (C. González, V. Quilis y J.M. Font). Se ha calculado la emisión de ondas gravitacionales que se genera durante el proceso de fusión de dos galaxias. Esta emisión, si bien no es comparable en frecuencia y amplitud a las generadas durante el proceso de coalescencia de dos agujeros negros, emite una señal que podría ser identificable a través de la polarización de la emisión del Fondo Cósmico de Microondas

al rebasar el nivel de profundidad óptica unidad en el continuo. El artículo ha sido publicado en la revista *Astronomy & Astrophysics*.

Emergencia de flujo magnético desde el interior hasta la corona incluyendo transporte radiativo LTE (A. Tortosa y F. Moreno-Insertis). Se ha extendido el código MURAM (Chicago–Max Planck Institut) para su utilización en el estudio de emergencia de flujo magnético desde el interior hasta la corona incluyendo transporte radiativo detallado en condiciones de equilibrio termodinámico local. Se ha implementado una ecuación de estado (OPAL), que contempla abundancias solares realistas, ionización parcial y diferentes fenómenos atómicos importantes, cuyo rango de densidades y energía interna cubre de manera óptima el gran rango de densidad y energía que requieren los cálculos previstos. En la actualidad se está realizando la ampliación de rangos para las opacidades, utilizando el método *opacity binning*, necesario al llegar los cálculos, hasta valores muy bajos de densidad y temperatura. Se ha generado mediante dicha ecuación de estado una estratificación como la que se necesita para los experimentos principales a realizar en este apartado; con ella se han realizado primeras simulaciones en 2.5 D.

Dinámica de tubos de flujo en la zona de convección profunda (F. Moreno-Insertis, J. Martínez Sykora, y S. Guglielmino). Se ha llevado a cabo un estudio de la dinámica de tubos de flujo en la zona de convección profunda, pero incluyendo una estratificación modificada, más próxima a la de estrellas frías y siguiendo con la utilización de técnicas de refinamiento adaptativo de red. El estudio se ha realizado 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 conseguido en simulaciones 3D anteriores en este campo. Se ha conseguido dar una explicación de un comportamiento anómalo observado en tubos magnéticos que se escinden y convierten en tubos de vórtices al ascender: autores previos habían observado que el aumento de curvatura y los efectos tridimensionales tendían a disminuir el alcance de esta escisión. En la investigación se ha demostrado que el efecto es debido al bajo número de Reynolds utilizado por dichos autores en sus estudios pioneros de ascenso de tubos en tres dimensiones. Al conseguir en 3D un número de Reynolds equivalente al de los estudios 2D, de Emonet & Moreno-Insertis, se recupera el comportamiento canónico de los tubos ascendentes.

Emergencia de flujo magnético desde el interior a la corona para diferentes orientaciones del campo coronal (F. Moreno-Insertis, con K. Galsgaard, V. Archontis y A. Hood). Se ha enviado a publicar un artículo a la revista *Astrophysical Journal* en el que se lleva a cabo un estudio en profundidad de los fenómenos violentos de reconexión y emisión de chorros que aparecen tras el contacto de plasma magnetizado ascendente procedente de la zona de convección y un campo magnético coronal simple preexistente; foco del artículo es la dependencia de dichos fenómenos con la orientación relativa del campo magnético en ambos sistemas. De especial interés es el hecho comprobado en este trabajo que la reconexión responde de forma pasiva a la emergencia: la dinámica global del sistema es independiente de la orientación mutua del campo en los sistemas, a pesar de las grandes diferencias en la topología magnética resultante, los chorros de alta velocidad, y la configuración global coronal del sistema final.

Emergencia de flujo en la fotosfera: dependencia con la estructura del campo magnético en las capas altas de la zona de convección (F. Moreno-Insertis, M. Murray, A. Hood, V. Archontis y K. Galsgaard). Se ha estudiado la influencia de la intensidad de campo y nivel de retorcimiento de las líneas de campo en un tubo magnético bajo la fotosfera solar sobre la emergencia (o lo contrario) del flujo magnético a través de la fotosfera. En artículos anteriores, F. Moreno-Insertis había demostrado que los datos experimentales apuntaban al desarrollo de una inestabilidad de flotación clásica como responsable de la emergencia de flujo magnético en un dominio fuertemente subadiabático, como es la fotosfera. En el presente estudio, se han considerado diferentes distribuciones del campo a unos 1.000 km por debajo de la fotosfera y obtenido conclusiones sobre la influencia de las mismas sobre el desarrollo de dicha inestabilidad de flotación (*Astronomy & Astrophysics* 460, 909, 2006).

Formación y expulsión de plasmoides en una capa de corriente en 3D (F. Moreno-Insertis, V. Archontis, A. Hood y K. Galsgaard). Se ha completado el estudio de formación y evolución de plasmoides en capas de corriente en experimentos tridimensionales. Se ha comprobado que los plasmoides detectados en capas de corriente obtenidas en los experimentos realizados en 2005 son productos genuinos de la evolución del sistema y no están relacionados con la resolución relativamente baja natural en una zona de discontinuidad con transición brusca de propiedades magnéticas y dinámicas. Se ha

últimos años se han venido realizando 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 no es suficiente para resolver directamente la componente bariónica de las galaxias (esto es, 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 (esto es, 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 solo 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 interactuar 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 del 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 nuestro 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 nuestros 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

con instrumentos embarcados en futuras misiones espaciales. Los resultados de este estudio han sido enviados para su publicación a *Physics Review D*.

Estudio de la evolución de las galaxias compuestas por discos, bulbos y halos, sometidas a la acreción de satélites (C. Eliche, M. Balcells). Se ha completado y publicado este estudio, realizado en el marco de la tesis de C. Eliche. El estudio se centra en determinar si la acreción de satélites aumenta la relación bulbo-disco de la galaxia. Las simulaciones permitieron demostrar que los satélites sufren una profunda disrupción mientras son acretados, debido a impulsos gravitatorios en el pericentro de sus órbitas; pero, que, sin embargo, la relación bulbo-disco en el modelo final ha aumentado. El proceso físico que lleva al aumento es la redistribución del material del disco: las partes interiores del disco migran hacia adentro, y las exteriores hacia fuera. La migración es consecuencia de pares de fuerza causadas por el campo de marea del satélite, que da distorsiones no axisimétricas transitorias al disco. El aumento de la relación bulbo-disco va emparejado con un aumento del índice de concentración o de Sérsic del bulbo, en una forma parecida a lo que se observa en galaxias reales.

Modelo de acreción de satélites (M. Balcells). Como parte del análisis de los modelos de acreción de satélites, se ha investigado la evolución de las relaciones de escala en bulbos y discos transformados por la acreción de satélites. La mayoría de las relaciones de escala evolucionan de forma consistente con las observaciones. Pero se da una notable excepción: en los modelos el radio efectivo del bulbo disminuye. Se está estudiando la interpretación de este resultado.

Formación de galaxias elípticas (C. González). Este tema es uno de los puntos candentes actualmente en la astronomía extragaláctica. En los últimos años el aumento de resolución permitido por nuevos algoritmos y el acceso a nuevos superordenadores posibilita realizar simulaciones que nos permitan comprender la cinemática de estos sistemas. En el grupo se ha realizado una serie de simulaciones de N cuerpos de fusiones entre modelos de galaxias de disco y de fusiones de galaxias elípticas con una alta resolución a fin de estudiar la cinemática de los remanentes y compararlos con los resultados publicados en la literatura para galaxias elípticas. En particular se ha puesto atención en la distribución de velocidades en la línea de visión (LOSVD de las siglas en inglés). Estas LOSVD se pueden ajustar por una combinación de una gaussiana más polinomios de Hermite de tercer y cuarto grado, que dan cuenta

de las desviaciones simétricas y asimétricas con respecto a la gaussiana. Para las galaxias elípticas se ha observado una anticorrelación entre el coeficiente de la skewness frente a la rotación (en realidad v/σ) Simulaciones numéricas anteriores no lograron reproducir tal anticorrelación si no era recurriendo a la presencia de gas en los modelos originales. En las simulaciones se ha conseguido reproducir la anticorrelación y mostrar que un parámetro fundamental para tal hecho es que los modelos iniciales presenten una concentración central de masa, o bien en la forma de un bulbo masivo o bien con halos de materia oscura más concentrados. Los resultados de este estudio están aceptados para su publicación en *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*

FÍSICA DE LA MATERIA OSCURA – COSMOPARTÍCULAS (3I2005)

J. Betancort Rijo.

M. López-Corredoira, S. Patiri, y A. Enea Romano.

A.J. Cuesta Vázquez, A.D. Montero Dorta, F. Prada, M.A. Sánchez Conde (IAA, Granada); A. Dobado (UCM, Madrid); S. Gottlöber (Astrophysical Inst. Potsdam, Alemania); A. Klypin (New Mexico State Univ., EEUU); J.A. Muñoz (Univ. Valencia).

Introducción

En la radiación cósmica de microondas (fósil de la Gran Explosión) 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

ESTRUCTURA DE LAS GALAXIAS Y SU EVOLUCIÓN

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.

Algunos resultados relevantes

Comprobación del alto grado de similitud entre las galaxias dentro de los grandes huecos y las de campo.

Haber mostrado que el cruce de capas proporciona un mecanismo suficiente para la estabilización de los objetos colapsados.

Derivación analítica de la función cósmica de masa en la que se obtiene el comportamiento correcto a alta masa así como la dependencia de dicha función en el desplazamiento al rojo.

Determinación del efecto de los grandes huecos en las propiedades de los halos adyacentes.

Evolución del Proyecto

Se han estudiado varias propiedades de las galaxias que se encuentran dentro de grandes huecos en la distribución de galaxias luminosas, así como la distribución de las galaxias estudiadas dentro de dichos huecos. Se han comparado detalladamente estos resultados con los encontrados en la simulación más avanzada disponible en la actualidad, encontrándose que concuerdan esencialmente. De los resultados hallados se desprende que las galaxias encontradas dentro de los huecos son muy similares a las de campo.

Usando el modelo de colapso esférico con cruce de capas, se ha estudiado el proceso de virialización de los objetos colapsados, encontrándose resultados que difieren sustancialmente de los comúnmente aceptados, y se han determinado varias funciones y constantes que proporcionan nuevas herramientas para la Cosmología teórica.

Se han usado nuevas técnicas de tratamiento de campos gaussianos para derivar la función de masa cósmica. Dichas técnicas han permitido subsanar ciertas deficiencias de las derivaciones anteriores.

cosmológico estándar y otras en contra de detalles importantes en la visión convencional de cómo se forman las galaxias. Un caso claro de contradicción con el modelo estándar son las observaciones que muestran que las galaxias masivas se formaron mucho antes de las predicciones del modelo, y en general, antes de las galaxias menos masivas, también de manera opuesta a las predicciones. Un caso claro de contradicción entre la "sabiduría convencional" y los resultados obtenidos es la observación de que la mayoría de las galaxias espirales no están truncadas en los bordes de sus discos.

Algunos resultados relevantes

Variabilidad en la nebulosa de Orión.

Usando imágenes en las líneas de emisión de $H\alpha$ y de $[OIII]\lambda 5007A$ del archivo del HST, separadas por 6.84 años, se ha podido detectar, por vez primera, variabilidad en la temperatura y en la densidad del gas ionizado en escalas de centésimas de pc. Las variaciones en temperatura son del orden de decenas de grados C. Se han propuesto posibles mecanismos para explicar esta variabilidad, que incluyen la reconexión de campos magnéticos inducidos por la turbulencia supersónica en la región HII. Asimismo, se ha podido detectar y cartografiar el campo de movimientos propios del gas impulsado por vientos de las estrellas jóvenes o en formación (objetos Herbig-Haro) dentro de la nebulosa (L. Gutiérrez, J.E. Beckman, C. Giammanco. (Figura 1).

Imagen compuesta, de la Nebulosa de Orión, en las líneas de emisión de $[NII]$, de $H\alpha$, y de $[OIII]$, codificadas respectivamente en rojo, verde, y azul. Los detalles en blanco y negro, aparte, ilustran los campos de movimiento propio derivados en dos zonas de la Nebulosa mediante la sustracción de las imágenes (del telescopio HST) de dos épocas separadas por 6.84 años.

Una función de luminosidad de gran peso estadístico

Se ha elaborado una función de luminosidad de las regiones HII compuesta de 17.797 regiones de 53 galaxias, usando imágenes del telescopio JKT. Dos rasgos de la función destacan: la presencia de un cambio en la pendiente donde también se había descubierto anteriormente en galaxias individuales, y una caída en la zona de las luminosidades más altas, indicando la presencia de un límite superior a las masas de las estrellas más masivas (T. Bradley,

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

J.E. Beckman.
K. Fathi, C. Carretero, R. Azzolini y V. Buenrostro.

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

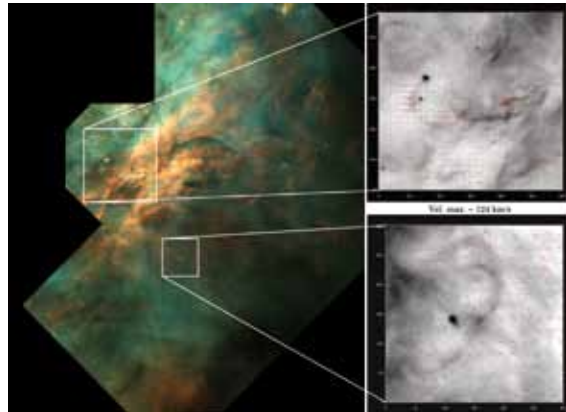
A. Zurita, M. Relaño (Univ. de Granada); E. Brinks (Univ. de Hertfordshire, Reino Unido); B. Jones y A. Cardwell (Open Univ., Reino Unido); I. Shlosman (Univ. de Kentucky, EEUU); C. Giammanco (Univ. de Berna, Suiza); F.J. Lockman (NRAO, EEUU); P. Erwin (Inst. Max Planck Garching, Alemania); M. Pohlen (Kapteyn Inst., Países Bajos); O. Hernández, O. Daigle y C. Carignan (Univ. de Montreal, Canadá); C. González (Univ. Autónoma de Madrid), R. Watson (Univ. de Manchester, Reino Unido).

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 estelar e intergaláctico y su interacción con la componente estelar de la galaxia. Hace tiempo que el origen del Proyecto sobre el estudio detallado del medio interestelar local ha llegado a ser de interés principalmente histórico, aunque la base física de entendimiento de las fases del medio interestelar proporcionada por ese estudio continúa nutriendo nuestros avances. En la actualidad el Proyecto abarca estudios sobre el propio medio interestelar, la física estelar y su contribución a la física de galaxias, el medio intergaláctico y aspectos cosmológicos. Los objetivos más concretos del Proyecto incluyen dos líneas principales de investigación: el estudio fotométrico de las galaxias mediante sus líneas de emisión, que provienen del gas ionizado y neutro, y el estudio dinámico y morfológico de las componentes gaseosa y estelar de las galaxias espirales.

La primera línea proporciona información sobre el Medio Interestelar y sobre la distribución del gas dentro y fuera de las galaxias, abordando distintos

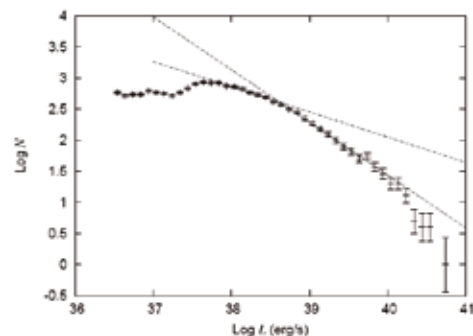
aspectos del gas intergaláctico y del problema de la materia oscura bariónica del Universo. La segunda línea trata el problema de la construcción progresiva de las galaxias en el marco de los



modelos cosmológicos, a través de la adquisición de material mediante agregación. Lo habitual es dar peso a las fusiones de galaxias en este contexto, pero en este Proyecto se toma en serio la posibilidad de que la evolución de las galaxias en los últimos 7-10 giga-años se haya impulsado más por la adquisición de masa en la forma de nubes sub-galácticas (con sus correspondientes halos de materia oscura).

Otros temas relacionados con los anteriores que también se estudian en el contexto del Proyecto son: Poblaciones Estelares y la información inferida de ellas (fotométrica y espectroscópicamente) sobre la formación y evolución de las estructuras galácticas, las barras en las galaxias barradas y sus efectos en la evolución de las zonas nucleares.

El interés cosmológico existente en el Proyecto



deriva del hecho de que las observaciones a veces van en contra a las predicciones del modelo

un juego similar de galaxias tempranas barradas. En la gran mayoría de estas galaxias el brillo del disco muestra un declive exponencial radial constante hasta el radio donde las medidas pierden su significado. Se ha ido elaborando un nuevo esquema clasificatorio de los perfiles de brillo de las galaxias, ampliando el esquema publicado por primera vez por el grupo.

En colaboración con M. Relaño se ha usado un mapa bidimensional de velocidad en $H\alpha$, obtenido por los colaboradores O. Daigle y C. Carignan, para derivar las propiedades de las cáscaras de gas ionizado en expansión dentro de las regiones HII más luminosas de M51. Con estos datos y sus equivalentes de NGC 1530 y de NGC 3359 se elaboró un modelo genérico de la evolución de las cáscaras durante la vida de las asociaciones OB que producen las regiones HII. Esta evolución deriva en la producción, en fases posteriores, de cáscaras de HI con radios más grandes. Se ha comparado las propiedades de estas cáscaras de HI (rango de radios, de masas y de velocidades de expansión) con las observadas en la Vía Láctea y en galaxias cercanas. La conclusión es que los agujeros de HI observados en los discos de las galaxias espirales, y sus cáscaras circundantes, con tamaños de entre centenares de pc y algo más de 1 kpc, pueden originarse en las asociaciones OB (y no hace falta postular los efectos de las HVC, por ej.). El artículo sobre estos resultados se ha enviado a la revista *Astronomy & Astrophysics*.

Junto a J. Knapen se ha producido la función de luminosidad en $H\alpha$ de las regiones HII en galaxias con más significado estadístico de la historia. Se trata de una función compuesta por casi 18.000 regiones HII en 53 galaxias, con datos de un cartografiado hecho en 2004 con el telescopio JKT. Hay dos rasgos importantes en la función: el cambio de pendiente en el valor de la luminosidad $L[H\alpha] = 38.5$ dex, que se ha detectado en el pasado en las funciones de galaxias individuales, y que se puede usar como candela estándar, y un declive en la función por encima de $L[H\alpha] = 40$ dex que indica que se ha encontrado el límite superior de la masa de las estrellas, en la región de 120 M_{\odot} .

Un artículo con estos resultados se publicó en *Astronomy & Astrophysics Letters* durante 2006. Todavía habrá que completar la calibración de la candela estándar.

Con L. Gutiérrez, y como la componente más importante de su tesis doctoral, se ha investigado el equilibrio de fotoionización de un grupo de regiones HII de M51, usando imágenes del telescopio HST. El método consiste en comparar la luminosidad de fotones ionizantes de una región, estimada

mediante su flujo en $H\alpha$, con la luminosidad predicha desde la medición del flujo de su contenido estelar. El punto más complicado es la calibración de la extinción interna por polvo interestelar, que afecta tanto la transmisión del continuo de Lyman, como la del $H\alpha$. Los resultados iniciales sugieren que una fracción del orden de 50% de los fotones ionizantes se escapa de las regiones HII. Es un resultado que tiene implicaciones para las estimaciones clásicas del ritmo de formación estelar en las galaxias en función de z . Esta línea de investigación se ampliará en 2007, con la preparación de un artículo.

Junto a K. Fathi y los colaboradores de la Universidad de Montreal se han analizado los campos de velocidad de un grupo de galaxias cercanas con una resolución angular sin precedentes, encontrando componentes hacia el núcleo que están nutriendo los agujeros negros centrales, y detectando discos de acrecimiento circumnucleares en rotación rápida. Se ha podido investigar la dependencia de la velocidad de turbulencia de objetos con masas del orden de 1 millón de masas solares y compararla con la velocidad de turbulencia de la componente difusa del gas ionizado de la muestra de galaxias que se está investigando. Dos resultados destacan: las regiones HII no están, en general, en equilibrio virial, y la dispersión de velocidad del gas ionizado muestra valores sorprendentemente constantes con el radio galactocéntrico. Este último resultado no tiene fácil explicación teórica. Un artículo ha sido enviado a *Astronomy & Astrophysics* sobre estas medidas en NGC 628.

El proyecto de implementar un interferómetro Fabry-Perot de nueva tecnología en colaboración con el Departamento de Astronomía de la Universidad de Montreal está bien encaminado. La fase de adaptar la óptica y electrónica existente al entorno del telescopio WHT, en el ORM, estaba iniciado en otoño de 2006, y se completará en abril de 2007. El proyecto de obtener campos de velocidad e intensidad de galaxias como parte del cartografiado SINGS, para comparar con mapas de CO y HI, tiene tiempo concedido como "tiempo adicional" en julio de 2007.

Como última fase de la tesis doctoral de C. Carretero, junto con A. Vazdekis, se ha analizado espectros de cúmulos de galaxias obtenidos con el telescopio TNG (ORM), como complemento a un juego de espectros obtenidos del Sloan Digital Sky Survey. Los resultados básicos arrojan luz sobre los ritmos de formación de las galaxias. Se han obtenido comparando la dependencia de la intensidad de rasgos espectrales debidos a CN y de Mg frente a Fe en galaxias de cúmulos, para

S. Folkes, J.E. Beckman y J. Knapen). (Figura 2).
Función de luminosidad compuesta de 17,797 regiones HII de 53 galaxias (datos del telescopio JKT).

Modelo explicando la producción de los cúmulos globulares de la Vía Láctea

Se ha elaborado un nuevo modelo para la producción de los cúmulos globulares asociados con el disco de la Vía Láctea, que consigue explicar la distribución de sus frecuencias en función de su metalicidad. El modelo sigue el proceso de formación de un cúmulo y su crecimiento vía la acreción de estrellas durante su paso por el disco. Solamente los más masivos sobreviven los efectos de marea de su entorno y llegan a formar un cúmulo globular (E. Casuso y J.E. Beckman).

Colisión de galaxias lejanas

Se descubrió una galaxia con una velocidad de recesión de 14.300 km/seg que muestra evidencia de haber sufrido una colisión fuerte con otra galaxia de menor tamaño. Su morfología y su cinemática interna se reproducen muy bien por un modelo de simulaciones en el cual la galaxia que vemos fue embestida por otra de alrededor de la décima parte de su masa, hace 5 Gaños. Ésta es la colisión de galaxias más lejana que se ha observado hasta la fecha (C. Carretero, A. Vazdekis, J.E. Beckman, C. González y V. Quilis).

Espectro de masas de nubes interestelares

Se ha producido un modelo que explica de forma robusta pero muy simple el espectro de masas de las nubes de gas en el Medio Interestelar. Las suposiciones son sencillas, e incluyen procesos de fusión y de fisión de nubes que dependen solamente de sus masas iniciales y sus velocidades de colisión. El modelo muestra que la formación de las nubes no es un proceso libre de escala, y por tanto no debe ser (y de hecho no es) caótico, ni da lugar a una distribución puramente fractal (E. Casuso y J.E. Beckman).

Evolución del Proyecto

En el marco de la tesis de R. Azzollini se ha desarrollado una metodología para seguir la evolución de la morfología de la distribución espacial de la formación estelar en galaxias en función de la época (es decir del desplazamiento al rojo, z). Se han aplicado estas técnicas a una muestra de imágenes en $H\alpha$ de galaxias cercanas para establecer una línea de base en los parámetros elegidos. Para poder extender el estudio de manera efectiva a valores de z mayores que 0.1 se ha derivado el mismo juego de parámetros para galaxias en imágenes del satélite GALEX, en el UV, comprobando que hay mucho

mejor acuerdo entre los valores de GALEX y $H\alpha$ que entre las bandas en el NIR y en el visible y $H\alpha$, tal y como se podría predecir. Se ha hecho un análisis preliminar de las galaxias en el campo de GOODS-South del telescopio HST, con un rango de valores en z que se extiende hasta 1.6, y comprobado que en las bandas equivalentes a las de GALEX hay cambios sistemáticos en los parámetros de distribución centro-borde y en la grumosidad que se podrán comparar con predicciones de los modelos de la formación de estructura de las galaxias.

Un resultado clave de la tesis de C. Giammanco fue la teoría de la formación de las inhomogeneidades de temperatura en las regiones HII. La teoría predijo cambios temporales de temperatura en escalas de años. Debido a ello, junto a C. Giammanco y a L. Gutiérrez, se compararon imágenes de la Nebulosa de Orión en líneas de emisión separadas en períodos de 7 años, encontrando diferencias de temperatura y de densidad en dichos períodos. Ésta es la primera vez que se han detectado tales diferencias. Se está preparando un artículo con estos resultados. Asimismo, se podría medir bien el campo de velocidad en la nebulosa perpendicular a la línea de visión ("movimiento propio"), y cartografiarlo.

En el contexto de la tesis doctoral de V. Buenrostro, con la colaboración de E. Casuso, se elaboró un modelo esquemático del impacto de una nube de alta velocidad (HVC) sobre la estabilidad del gas en el plano de una galaxia. Se mostró cuantitativamente que la masa de Jeans se reduce por factores del orden de media magnitud debido al impacto, favoreciéndose así la formación de nuevas estrellas. El resultado fue un artículo publicado en *Publication of the Astronomical Society of the Pacific* y una pista para la siguiente fase, la de elaborar modelos de simulación más generales de la misma fenomenología. Durante 2006 continuó la colaboración de V. Buenrostro con J. Lockman (NRAO) sobre el análisis de las propiedades y la cinemática de una HVC importante («complex H») cerca del plano de la Vía Láctea.

El programa del análisis de los perfiles de brillo superficial en galaxias espirales siguió progresando durante el año. El avance más importante ha sido la derivación, por parte de L. Gutiérrez, junto a R. Aladro de perfiles de brillo de un juego de unas 50 galaxias tempranas clasificadas como «sin barra». El aspecto más llamativo de los resultados fue la casi ausencia de los truncamientos en los discos de este tipo de galaxias, de forma contraria a la opinión general, pero en concordancia con los resultados obtenidos anteriormente por el grupo, en colaboración con P. Erwin y M. Pohlen, para

el telescopio espacial SPITZER y su espectrógrafo IRS. Los resultados principales de estos estudios son el descubrimiento de galaxias muy masivas, con luminosidades bolométricas muy altas (ultra e hiperluminosas) en épocas tempranas del Universo. Este tipo de objetos puede estar relacionado con las galaxias submilimétricas que se encuentran en observaciones con bolómetros en radiotelescopios en los rangos mm y submm (JCMT/SCUBA, IRAM30m/MAMBO, etc.). Una fracción de la muestra estudiada presenta actividad nuclear y el resto puede explicarse por procesos de formación estelar intensa y muy rápida que posiblemente consumen rápidamente el gas existente en dichas galaxias y dan lugar a una galaxia muy masiva en cortos períodos de tiempo.

Evolución del Proyecto

Proyecto SWIRE ("SPITZER Wide-area Infrared Extragalactic Survey")

El proyecto SWIRE es uno de los mayores proyectos de Legado Científico del satélite SPITZER, con un total de unas 850 horas de observación de SPITZER y varias semanas de observación con grandes telescopios en tierra. Sus objetivos científicos principales son:

- Estudio de la evolución cosmológica de galaxias con formación estelar intensa para determinar la historia de la formación galáctica y de la formación estelar global en el Universo en el contexto de la formación de estructuras en el Universo.

- Estudio de la distribución espacial de galaxias evolucionadas, de galaxias con formación estelar intensa y de galaxias activas y su relación con la distribución de materia oscura.

- Determinación de la contribución de las galaxias activas (procesos de acrecimiento de materia alrededor de agujeros negros supermasivos) y de las galaxias con formación estelar intensa (nucleosíntesis) a los fondos de radiación cósmicos.

El Consorcio SWIRE, con la participación del grupo SWIRE del IAC, ha continuado en 2006 la explotación científica y la reducción de los datos, así como la creación y validación de catálogos para ofrecer a la comunidad internacional la mejor base de datos multi-banda sobre galaxias emisoras en el infrarrojo. La base de datos final del Proyecto SWIRE estará disponible en 2007 en el archivo público "NASA/IPAC Infrared Science Archive (IRSA)" del Centro de Procesado y

Análisis de Datos Infrarrojos de NASA (IPAC, Caltech). Contendrá imágenes en el visible y en el infrarrojo de un total de 50 grados cuadrados en los seis campos SWIRE observados con las dos cámaras de Spitzer (IRAC y MIPS) y catálogos de más de dos millones de objetos emisores en el infrarrojo. Esta base de datos pública es uno de los principales legados científicos del Consorcio SWIRE y del satélite SPITZER y constituye la principal fuente de selección de galaxias infrarrojas para su seguimiento espectroscópico en grandes telescopios en tierra. El grupo SWIRE del IAC ha participado activamente en los últimos años en la creación y validación de las bases de datos SWIRE. Ya se han hecho públicas versiones preliminares de esta base de datos, que están siendo utilizadas en diversos proyectos y que constituyen la base de otros proyectos de observaciones en otras longitudes de onda (con los telescopios WHT, JCMT/SCUBA2, UKIRT, CFHT, VISTA, VLT y Keck, ALMA, etc.).

SWIRE ha dado lugar a un gran número de proyectos complementarios, que incluyen, entre otros, programas de seguimiento espectroscópico con los mayores telescopios disponibles (Keck, Gemini, VLT, AAT/AAOmega, WHT/WYFFOS-AF2, ESO 3,6 m, WIYN/Hydra, etc.), observaciones profundas en radio y en rayos X, y observaciones en los rangos mm (IRAM 30m/MAMBO) y submm (JCMT/SCUBA). Los Consorcios Herschel SPIRE y PACS observarán los campos SWIRE en el infrarrojo lejano y ondas mm en sus programas de tiempo garantizado del telescopio WHT. El grupo SWIRE del IAC participa activamente en estos proyectos y lidera la creación de catálogos a las longitudes de onda más largas (70 y 160 micras) y observaciones de seguimiento de galaxias SWIRE en los Observatorios del IAC.

GRUPO DE ESTUDIOS DE FORMACION ESTELAR "GEFE" (P1/92)

C. Muñoz-Tuñón.

M. Prieto, J.M. Rodríguez Espinosa, J.A. Acosta Pulido, J.A. López Aguerri, N. Caon, B. García Lorenzo, L.M. Cairós, A.M. Varela, I. Martínez Delgado, R. Amorín Barbieri y C. Ramos Almeida.

Colaboradores del IAC: J. Sánchez Almeida, B. García Lorenzo y V. Melo.

G. Tenorio Tagle y S. Silich (INAOE, México); P. Planesas (OAN, Madrid), E. Simmoneau (IAP, Francia); E. Telles (Obs. Rio de Janeiro, Brasil), E. Cossini (Univ. de Padua, Italia), A. Moiseev

un rango de riquezas del cúmulo. La conclusión más llamativa es que el inicio de la formación de las galaxias más masivas ocurrió bastante más temprano que las predicciones del "modelo estándar" (λ CDM), y probablemente antes de la formación de las galaxias de menor masa, que va directamente en contra al escenario de la formación de las galaxias masivas por aglomeración de las pequeñas. Durante la investigación encontramos una galaxia relativamente lejana cuya distribución espacial de espectros y su fotometría indicaron una morfología perturbada por la colisión con una galaxia menor. Simulaciones llevadas a cabo por C. González y V. Quilis comprobaron que la cinemática se puede reproducir en un modelo donde la galaxia sufrió una colisión con otra de 0.1 veces su masa hace 2 Giga-años. El artículo sobre este objeto salió publicado en *Astrophysical Journal Letters* en 2006, y los resultados sobre las épocas de formación de las galaxias están en un artículo aceptado en *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*

Con E. Casuso, se ha elaborado un modelo nuevo para la formación de los cúmulos globulares en la Galaxia, basado en observaciones de la distribución de sus metalicidades y de las metalicidades de las estrellas del disco. El modelo explica la producción de los picos en la frecuencia en la metalicidad de los cúmulos globulares en el disco de la Vía Láctea (no se dirige a los cúmulos del halo que se formaron en una época más temprana, de baja metalicidad y con una distribución espacial esferoidal, no discoidal). La base del modelo es la incidencia de picos de interacción del disco con nubes masivas de gas que caen sobre él, en función de la época, con ritmo variable. Estos picos se han detectado en las gráficas de la frecuencia estelar frente a su metalicidad, y los mismos picos se detectan en la frecuencia de los cúmulos globulares. El modelo da cuenta del proceso y explica las observaciones de los cúmulos. Es un modelo relativamente simple, pero no hay nada mejor «en el mercado». El artículo relevante salió publicado en *Astronomy & Astrophysics* en 2006.

También con E. Casuso se elaboró un modelo para explicar la función de masas de las nubes de gas interestelar, comparando sus predicciones con observaciones de las nubes moleculares. El resultado es muy satisfactorio. Usando procesos relativamente sencillos de aglomeración y fraccionamiento durante procesos de colisión entre nubes, determinados por la cinemática y las masas de las nubes involucradas, se producen unas funciones de masas correctas en su forma y estables en el tiempo. El resultado es muy poco sensible a la distribución inicial de masas del conjunto de nubes y es muy estable, con pocos cambios en la distribución de masas después de

unos 3 Mega-años. El artículo relevante ha sido aceptado para su publicación en *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*

GALAXIAS ACTIVAS Y CUÁSARES: MORFOLOGÍA Y CINEMÁTICA DEL GAS EXTRANUCLEAR (P10/86)

I. Pérez Fournon.

E. Hatziminaoglou, A. Afonso Luis y A. Hernán Caballero.

Colaboración ELAIS (European Large Area ISO Survey); Spitzer Wide-area Infrared Extragalactic Survey (SWIRE); Herschel/SPIRE; Herschel/PACS; European SPICA Instrument (SPICA/ESI), Far-Infrared Interferometer (FIRI), Extragalactic Herschel Open Time (ExtraHOT) Projects, J.I. González Serrano (IFCA, España), F.M. Montenegro Montes (INAF Bolonia, Italia), P. Augusto (Univ. de Madeira, Portugal), Spanish Virtual Observatory (SVO).

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:

- "The Spitzer Wide-Area InfraRed Extragalactic Survey (SWIRE)", uno de los mayores proyectos del telescopio espacial infrarrojo Spitzer de NASA.
- Estudios de gran campo y profundos con el Observatorio Espacial Herschel (SPIRE y PACS).
- Observaciones de seguimiento 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 del Observatorio Espacial Herschel de y en el diseño de dos nuevas misiones para el programa Cosmic Vision 2020, ambos de ESA; el instrumento europeo (ESI) para el futuro telescopio espacial infrarrojo japonés (SPICA) y el interferómetro espacial para el infrarrojo lejano (FIRI).

Algunos resultados relevantes

Se destacan los estudios de galaxias SWIRE a desplazamientos al rojo entre 1 y 2 basados en observaciones espectroscópicas con el telescopio Keck y su espectrógrafo LRIS, en ondas mm con el bolómetro MAMBO del radiotelescopio de 30 m de IRAM en Sierra Nevada y en espectroscopía con

objetivos del año 2006. El grado de cumplimiento de los objetivos del proyecto para el año 2006 ha sido muy alto; se quiere resaltar que, se está en la mitad del proyecto financiado por el plan nacional *ESTALLIDOS2* y mucho del trabajo este año ha estado encaminado al desarrollo de metodología y nuevas técnicas que serán aplicadas el año próximo a muestras grandes de objetos.

Análisis de la componente subyacente de una muestra de BCDs

Las galaxias Blue Compact Dwarfs (BCDs) son objetos de que presentan fuertes líneas de emisión como producto de los masivos brotes de formación estelar que se dan en ellas. Hasta hace muy poco tiempo se pensaba que era una población de galaxias genuinamente joven, ya que también presentan una muy baja metalicidad. Sin embargo, la reciente mejora de la instrumentación astronómica y el disponer cada vez de telescopios mayores ha posibilitado observar una componente subyacente vieja de bajo brillo superficial en estos objetos. Su modelado no es tan simple como en galaxias normales, debido a que el gran *starburst* que presentan ocupa gran parte de la galaxia enmascarando la población vieja. Durante el 2006 se ha desarrollado un nuevo método para el ajuste de dicha componente vieja. Su caracterización consiste en el ajuste de un perfil tipo Sersic a dicha componente. Este método ha sido aplicado satisfactoriamente a ocho galaxias de la muestra común del Proyecto Estallidos, resultando que todas excepto dos presentan parámetros estructurales similares a los de las galaxias tipo disco. Mientras que las otras dos podrían ser compatibles con galaxias esferoidales. Estos resultados junto con el desarrollo del método de ajuste se han presentado en el artículo Amorín et al. 2006, *Astronomy & Astrophysics*. Este método ha sido ya aplicado al ajuste de la componente subyacente de la muestra completa de BCDs del Proyecto Estallidos (28 galaxias). Los primeros resultados apuntan a lo que casi todas las galaxias BCDs de nuestra muestra son galaxias tipo disco. En la actualidad se está en la fase de interpretación de estos resultados.

Detección de CO en galaxias BCDs

Durante 2006, se obtuvo tiempo de observación en la antena de 30 m del observatorio de Pico Veleta (Granada) para detectar CO en una muestra de galaxias BCDs con diferentes metalicidades. En ocho de ellas se detectó CO, siendo está una de las mayores muestras de BCDs presentes en la literatura. En la actualidad los datos están reducidos y se está en el proceso de análisis de los resultados que se han obtenido de estas observaciones.

SSCs como elementos claves

Ya en años anteriores se demostró como, la gran densidad numérica y la alta luminosidad son elementos presentes en la población (cerca de 200) de SSC (Super Cúmulos Estelares) de M82- la galaxia paradigmática en el universo cercano: *starbursts* intenso con supervientos galácticos "en acción". Se ha explorado el archivo de datos del telescopio espacial para buscar galaxias: con formación estelar con los criterios: a) suficientemente cercanas (para poder resolver espacialmente unidades SSC (tamaño de pocos pcs), b) cubiertas por la cámara ACS y c) observadas con el número de filtros (estrechos y anchos) necesarios para analizar la formación estelar, corregir de extinción y abstraer la población (anterior al *starbursts* actual) subyacente. El grupo posee ya el catálogo de objetos y está empezando a analizar algunos de ellos. Este trabajo (la elaboración del catálogo de candidatas) se empezó con un trabajo fin de carrera de M. Hartmann (estudiante Erasmus de la Univ. de Goettingen, Alemania), se ha continuado con P. Das (becaria de verano del IAC); estos dos estudiantes analizarán una submuestra de tres galaxias para completar el trabajo que se comenzó, y que se espera finalizar con un artículo el año próximo. El conjunto total de galaxias catalogadas será complementado con observaciones en tierra (2D) y será parte del trabajo de una tesis doctoral que se propone para el 2007.

Se prosigue con el trabajo teórico de las condiciones físicas (parámetros) que determinan la evolución de los cúmulos estelares masivos. Liderado por los colaboradores en México este tema teórico está teniendo mucha trascendencia y se espera desarrollar una línea de acción futura con un estudiante mexicano que hará parte de su trabajo de tesis en el IAC para complementar el aspecto observacional. Se ha empezado a explorar el uso de los códigos SPH desarrollados por E. Delgado Donate para el modelado del impacto de la formación estelar en el medio circundante y la formación de supervientos galácticos como resultado de la colimación de la energía y material producido por SSCs en contacto. Se están proponiendo experimentos numéricos sencillos para contrastar con los resultados ya probados de los códigos eulerianos. A medida que se vayan obteniendo resultados fiables se podrá extender y explorar su uso a casos reales.

Observaciones con grandes telescopios y complementariadas (VLT y PMASS)

Se ha tenido mucho éxito obteniendo tiempo de

(SAO-Rusia), M.L. García Vargas (Fractal SLNE, Madrid), V. Debattista (Univ. de Washington, EEUU) y equipo Estallidos.

Introducción

El objetivo central del Proyecto es el estudio observacional y teórico de brotes masivos de formación estelar, o *starbursts*, y su impacto en las galaxias que los albergan. La intención es definir el alcance de estos eventos así como encontrar los parámetros que llevan a la realimentación, o "feedback", y por tanto a la formación de futuras generaciones de estrellas. Para ello se ha seleccionado una muestra de galaxias *starbursts* que cubre un amplio rango, desde *starbursts* nucleares en galaxias espirales grandes cercanas, a los encontrados en galaxias enanas, pasando por las regiones HII Gigantes en galaxias espirales e irregulares, así como los que suceden en galaxias con núcleos activos. Se diferencian objetos aislados y que por tanto constituyen un ecosistema cerrado, de aquellos que se encuentran en entornos más densos, como las 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 se plantean tiene su muestra de objetos característicos.

Los brotes estelares también juegan un papel fundamental en los modelos de formación y evolución de galaxias. La disyuntiva entre los modelos jerárquicos o monolíticos para la formación de las galaxias puede ser explorada en el Universo próximo mediante el estudio de la morfología y la formación estelar en galaxias en cúmulos. Por esta razón se incluyen también cúmulos cercanos entre la muestra, lo que permite además incluir el estudio de la formación estelar en relación con el entorno (este bloque se trata en el Proyecto interno 3I2404).

Algunos resultados relevantes

Espectroscopía tridimensional de BCDs

El *seeing*, o la resolución angular de las observaciones determinan el tamaño mínimo que se puede analizar en cualquier objeto. Además la distancia a la que está el objeto nos dice a que corresponde esa distancia angular que se puede ver. Así en galaxias muy cercanas se ven algunos parsecs y a medida que están más lejos se pierden detalles, se ven kps. Las galaxias BCDs son muy pequeñas (unos pocos Kps) y estamos limitados a estudiar sólo las más cercanas. Se ha probado cómo analizando además el campo de velocidad de los objetos (mapas de velocidad 3D con FP)

se pueden identificar estructuras, que aunque "confundidas" en la imagen se separan por su cinemática. Este trabajo, encaminado a analizar la cinemática de brotes estelares en BCDs hace uso de diagramas de diagnóstico que ya había empleado el grupo con anterioridad, ampliándolos y proponiendo otros nuevos que permiten identificar brotes estelares "no visibles". Se espera que esta sea una herramienta muy útil para ampliar el rango en z de estudio de las galaxias con formación estelar violenta. El resultado ha sido aceptado para su publicación en la revista *Astronomical Journal*. *Modelado de la componente subyacente de BCDs*

Se ha estudiado las propiedades estructurales de la componente de bajo brillo superficial de una muestra de galaxias BCDs. Para este estudio se desarrolló una nueva metodología bidimensional para la obtención de parámetros estructurales consistentes. Este nuevo método mejora los métodos de ajuste de componentes estructurales 1D. Se ha descubierto que todas las galaxias de la muestra (menos 1) presentan parámetros estructurales similares a las de las galaxias disco de su misma luminosidad. Este resultado está aceptado y será publicado en el *Astronomy & Astrophysics*.

Sobre la retroalimentación de la formación estelar y la rica estructura de las regiones HII Gigantes

Se ha demostrado que es posible en un medio uniforme reproducir toda suerte estructuras, burbujas, cascarones, como las que se observan en las imágenes profundas de regiones gigantes ionizadas y de galaxias HII. Para ello bastan un supercúmulo estelar ionizante y un medio con estructura "clumpy". Con esta geometría aparentemente tan simple y combinando, la colimación del viento entre las pequeñas condensaciones y la evaporación parcial de la superficie de las mismas se pueden reproducir las estructuras más caprichosas en el gas ionizado. El grupo tiene una simulación pública en la Web y el resultado ha aparecido este año en el *Astrophysical Journal*.

Evolución del Proyecto

Los resultados del Proyecto se enmarcan en tres aspectos:

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

El desglose de tareas está resumido en la lista de

vieja, la distribución de velocidades de sus estrellas individuales, o los gradientes de sus poblaciones estelares. Se tienen datos que demuestran la existencia de gradientes de poblaciones y estructuras extendidas en varias galaxias. El estudio detallado de estas estructuras junto con modelos de dispersión de velocidades arroja luz sobre su origen y naturaleza.

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) en el que participan miembros del grupo (A. Rosenberg, A. Aparicio y A. Marín Franch). Se está llevando a cabo un ambicioso programa de investigación que va a permitir la determinación por primera vez o con un grado de precisión sin precedentes de las propiedades de una muestra de 66 CG. Se dispone para ello de un total de 134 órbitas con la ACS del telescopio HST. Las observaciones ya se han completado. 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, se centrará 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 diagrama color-magnitud (DCM) de cada CG, para lo que resulta imprescindible disponer de una muestra homogénea. Rosenberg et al. (1999, *Astronomical Journal* 118, 2306) 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-Univ. de Padua el liderazgo en este tema, extendido recientemente con una

nueva publicación (DeAngelis 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 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 & 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 (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.

Es precisamente esta actividad de formación estelar y el alto contenido en gas lo que hace de las Nubes de Magallanes un laboratorio astrofísico especialmente interesante. En ellas, además de poder investigar las poblaciones estelares más viejas y los procesos de evolución de galaxias, es posible estudiar el proceso de formación estelar y la interacción entre la componente estelar y la gaseosa. 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 Nube Grande 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 estelar y formación y evolución de galaxias, en un enfoque que busca conectar lo local con lo global.

telescopio. Se obtuvo tiempo de telescopio en Calar Alto con PMASS en el 3.5 m y en Rusia (telescopio de 6 m) con un Fabry Perot. Se intenta proseguir una línea que se había abandonado cuando TAURUS quedo fuera de servicio en el ORM. Los resultados están siendo muy buenos, en Rusia se cuenta con la colaboración de A. Moiseev con el que se han desarrollado las observaciones y el análisis de datos (son parte de la tesis doctoral de I. Martínez Delgado). Los resultados de una pequeña muestra de tres galaxias han sido aceptados para publicación en el *Astrophysical Journal* y están resumidos en el apartado "algunos resultados relevantes" de esta memoria. El trabajo con PMASS se ha hecho en colaboración con A. Monreal (postdoc en Postdam y experta en este instrumento), con la que se inició el contacto hace más de un año. La colaboración esta siendo muy fructífera y este año se incorpora al equipo en el IAC.

También se ha obtenido tiempo (para el año 2007) en el telescopio VLT, con FLAMES y VIRMOS; se estudiarán *starbursts* masivos, sus SSCs y galaxias compactas azules. Con estos futuros trabajos se proseguirá la colaboración con L.M. Cairós.

Finalmente, mencionar que visitó el IAC P. Lagos, estudiante de doctorado del Observatorio Nacional en Rio de Janeiro (supervisada por E. Telles). Se colaborará en la dirección de su tesis doctoral en el análisis de observaciones de espectroscopia bidimensional con Gemini de una submuestra de galaxias BCDs.

Proyecto ALHAMBRA

Parte de los integrantes de este Proyecto forman parte del grupo de dirección o del grupo extendido de investigadores que están realizando el cartografiado ALHAMBRA con el telescopio de 3.5 m del observatorio de Calar Alto (Almería). Durante el año 2006 se ha seguido tomando datos observacionales y con el desarrollo de las pipelines de reducción de datos, imprescindibles para el tratamiento de los mismos. En concreto, el grupo ha estado activamente involucrado en el diseño y programación de la pipeline de reducción de los datos de la cámara de gran campo LAICA del telescopio 3.5 m de Calar Alto. Se ha realizado una primera versión de dicho paquete de reducción de datos, el cual está siendo utilizado para la reducción de todas las campañas de observación que se han realizado hasta la fecha.

POBLACIONES ESTELARES EN GALAXIAS

(P3/94)

A. Aparicio.

C. Gallart Gallart, A. Rosenberg González, I. Drozdovski, A.C. González García, M. Monelli, N. Noël, R. Carrera, E. Bernard y P.I. Meschin.

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

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. Sin dejar de prestar atención al estudio de galaxias muy lejanas, como las del Hubble Deep Field, 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 1σ 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 y en particular, el estudio de los registros fósiles de su formación inicial, tales como estructuras extendidas constituidas por una población estelar

primer paso, se desarrollaron las herramientas necesarias para buscar el periodo de éstas y se probaron diferentes algoritmos para definir la técnica más adaptada a esos datos en particular. Se encontraron 225 y 80 variables en el primer chip del campo de Tucana y LGS3, respectivamente, de tipo RR Lyrae y Cefeidas anómalas.

Se han realizado simulaciones de N cuerpos e hidrodinámicas a fin de determinar el origen de las estructuras extensas de las galaxias enanas. Para ello se realizaron unos primeros modelos sin gas con aproximaciones para modelar el comportamiento de estructuras de distintas poblaciones. En modelos sucesivos se introdujo gas y una receta simple de formación estelar para completar este estudio. Estos modelos permiten avanzar un posible mecanismo de formación de las estructuras extensas. Éste estaría basado en sucesivos brotes de formación estelar y estallidos de supernovas que barren una fracción importante del gas remanente en la galaxia, modificando el pozo de potencial de la misma, que sufre una reorganización de su estructura.

Se han obtenido metalicidades estelares, a partir de espectroscopía del CaT, en cerca de 500 estrellas repartidas en 4 campos de la LMC. Se ha encontrado que el disco tiene una metalicidad significativamente menor que la barra de la galaxia. En el disco la metalicidad permanece constante hasta un radio de 6 grados, siendo un factor dos menor en las partes más externas. Se ha investigado este hecho, encontrado que el campo más externo de la muestra es de menor metalicidad que el resto del disco porque no está poblado por estrellas de edad joven, que a su vez son ricas en metales. Se han obtenido las relaciones edad-metalicidad de cada uno de los campos, encontrando que el enriquecimiento químico se ha dado de la misma forma en todo el disco, pero que difiere del observado en la barra, especialmente en los últimos pocos Ga.

Se realizó un trabajo similar en 13 campos de la SMC. Se ha encontrado, que en contra de la apariencia irregular actual de esta galaxia, las poblaciones estelares más viejas que 1 Ga presentan una distribución regular. Se ha encontrado un gradiente de metalicidad en la galaxia, en el sentido de que la metalicidad disminuye al alejarnos del centro. Este gradiente se debe, como en el caso de la LMC, al hecho de que las estrellas más jóvenes, que son las más ricas en metales se encuentran concentradas en las regiones centrales de la galaxia.

Se han realizado observaciones durante un total de 134 órbitas con la ACS del telescopio HST, completando una muestra de 66 cúmulos globulares en el contexto de un proyecto

internacional en el que participan integrantes de nuestro grupo.

Se han desarrollado las herramientas de software necesarias para el correcto análisis de los datos y medida de los parámetros necesarios en la determinación de las edades relativas y absolutas de los cúmulos globulares. Se ha comenzado el análisis de los datos y se están obteniendo los primeros resultados en la determinación de edades relativas de los cúmulos globulares.

Se añadieron nuevas observaciones (telescopio WHT, 2005) al trabajo de búsqueda de estrellas variables en la galaxia del grupo local Pegasus. De esta forma se logró mejorar la calidad de las curvas de luz para poder discriminar las variables Cefeidas presentes. Se calculó la distancia a Pegasus (a través del TRGB y a través de Cefeidas) y se realizaron pruebas con estrellas Cefeidas artificiales para determinar la completud de nuestra muestra y así poderla comparar con modelos teóricos.

Se han analizado las poblaciones estelares de diferentes campos en la periferia de la Pequeña nube de Magallanes, encontrando que hay una notable diferencia entre la población joven e intermedia-joven de la región Este de la misma (enfrentando a la LMC) y la de la región Oeste (opuesta a la LMC), algo que no ocurre en la población mayor a alrededor de 2 Ga, la cual se comprobó que esta bien mezclada y es similar. También se encontró que a 4 kpc del centro de la Pequeña Nube hay todavía estrellas de población intermedia y vieja, indicando que a esa distancia aun tenemos galaxia y que la población no es completamente "población vieja típica de un halo galáctico" lo que indicaría que una población tipo disco esta superpuesta a la población vieja.

Se ha obtenido la historia de formación estelar de algunos campos de la Pequeña Nube de Magallanes. Se encontró que el campo más cercano al centro de dicha galaxia, donde los mapas de HI muestran que densidad de la columna de hidrogeno neutro es muy baja, existe un incremento reciente en la formación estelar. Se encontraron algunos periodos de mayor quiescencia pero en ningún caso se halla una quiescencia total como la encontrada para este mismo campo entre hace 3 y 8.4 Ga por otros autores con diagramas menos profundos (Harris y Zaritsky 2004). También se comprobó por primera vez la consistencia EXTERNA del programa IAC-pop al encontrar una ley de enriquecimiento químico (sin previos supuestos) en excelente acuerdo con la ley de enriquecimiento encontrada por R. Carrera para el mismo campo utilizando el método del Triplete del Calcio en 30 estrellas.

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 diagrama color-magnitud sintético es la herramienta más poderosa para el análisis de las galaxias más cercanas, donde las estrellas individuales son resolubles. En este caso, el diagrama color-magnitud, 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 espectroscopia. 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, y resolución de la historia de la formación estelar mediante diagramas color-magnitud, basada en un algoritmo genético. Un tercer elemento, que está por concluir 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 han concluido los test de IAC-pop, código genético para la resolución de la historia de la formación estelar en sistemas complejos y se ha ofrecido a la comunidad internacional para su libre uso.

Se han encontrado pruebas concluyentes de que la población estelar de la Pequeña Nube de Magallanes a 4 kpc de su centro es de edad intermedia-vieja, lo que pone de manifiesto que, a esa distancia, no estamos en presencia de un halo galáctico, si es que tal estructura existe en la Pequeña Nube. Se ha llegado a la conclusión de que es posible descartar la existencia de periodos de quiescencia en la formación estelar de la Pequeña Nube de Magallanes, en contra de los resultados obtenidos por colegas Harris y Zaritsky en 2004, que indican una formación estelar nula entre hace 3 y 8,4 Ga en determinados campos.

Se ha establecido que la longitud de escala de la densidad estelar de la galaxia enana de Phoenix ha disminuido con el tiempo y se ha determinado la velocidad a la que la estructura en la que tiene lugar la formación estelar disminuye con el tiempo. Esto supone una prueba fuerte en favor de una

evolución progresiva de las galaxias enanas, frente a la posibilidad de que desarrollen estructuras de tipo halo/disco, que pierde soporte frente a este resultado.

Se ha descubierto que la metalicidad del disco de la Gran Nube de Magallanes es significativamente menor que la de su barra. Asimismo, se ha encontrado que esta diferencia no es debida a una diferencia en la evolución química sino en la historia de la formación estelar y que está asociada al hecho a la mayor o menos presencia o a la ausencia de estrellas jóvenes, que son las de mayor metalicidad.

Se han encontrado 20 Cefeidas en la galaxia enana irregular de Pegasus y se ha determinado su distancia (950 kpc) a partir los períodos. Este resultado cierra el debate sobre la distancia a esta galaxia (las determinaciones oscilaban entre 720 y 1.500 kpc) y establece que anteriores búsquedas de Cefeidas en ella habían dado resultados erróneos.

Se han obtenido diagramas color-magnitud de una profundidad sin precedentes ($V \approx 29$) para 5 galaxias enanas aisladas del Grupo Local, a partir de observaciones realizadas con el telescopio HST y su cámara ACS.

Evolución del Proyecto

Se finalizó el análisis de las poblaciones estelares de la galaxia enana irregular del Grupo Local IC1613 y de su distribución espacial, mediante imágenes de gran campo. Se utilizaron diagramas sintéticos basados en el código IAC-star, desarrollado por el grupo, para obtener la historia de formación estelar en los últimos 300 millones de años. El artículo esta listo para ser enviado.

Se completaron todas las observaciones de los proyectos del telescopio HST (P. ID: 10505, P.I. Gallart: 97 órbitas; P.ID: 10590, P.I. Cole: 16 órbitas) cuyo objetivo es la obtención de diagramas color-magnitud hasta los turnoffs más viejos de la secuencia principal en un conjunto de 5 galaxias enanas aisladas del Grupo Local. Se ha realizado la fotometría de todas las imágenes, obteniéndose diagramas color-magnitud de una profundidad espectacular ($V \approx 29$), que cumplen totalmente las expectativas en cuanto a su calidad, y que van a permitir obtener la historia de la formación estelar de cada una de estas galaxias con un gran detalle y precisión.

Asimismo, se inició el estudio de estrellas variables en las galaxias en este mismo Proyecto. Como

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

F. Garzón.

M. López Corredoira, A. Cabrera, C. González, N. Castro, A. Di Cesare, P.L. Hammersley, T. Mahoney y F. Martín Luis.

Colaborador IAC: B. Vicente.

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

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 2005 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 las 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.

Finalmente, se ha continuado el estudio de la estructura y poblaciones estelares en galaxias espirales próximas, a partir de la fotometría superficial infrarroja, utilizando la cámara CAIN en el telescopio TCS. En este apartado del Proyecto, se cuenta con la colaboración activa del grupo de E. Battaner, de la Universidad de Granada. Durante 2006 no se han producido grandes avances en este punto debido a la necesidad de escribir una tesis doctoral, aunque se ha ampliado la base de datos con observaciones de nuevas galaxias.

Algunos resultados relevantes

Publicación del catálogo TCS–CAIN.

Evolución del Proyecto

El Proyecto ha continuado su evolución durante 2006, 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 2006 debido a la proximidad del arranque de la tarea. F. Garzón es IP de EMIR, el espectrógrafo infrarrojo multiobjeto del telescopio, que ha pasado un año crucial durante 2006, especificando y lanzando la fabricación, 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 ha completado en 2006, además de ser miembro del grupo de astronomía y participar en labores de AIV. Por otra, varios miembros del equipo han presentado, o están a punto de hacerlo, los resultados de su trabajo en forma de tesis doctorales y DEA. Tras la defensa de su tesis, A. Cabrera es miembro del equipo de

Se ha establecido que la longitud de escala de la densidad estelar de la galaxia enana de Phoenix ha disminuido con el tiempo. Se definió el parámetro de menguado $\gamma = -4.28 \text{ pm } 1.23 \sim (\text{pc} \sim \text{Gyr}^{-1})$ que establece la velocidad a la cual se desplazan las regiones de formación estelar hacia el centro de la galaxia. El hecho de que se existan estrellas de edades intermedias y viejas en su estructura extendida de bajo brillo superficial milita contra una estructura de tipo halo-disco y favorecen un escenario menguante para la galaxia.

Se elaboraron y presentaron los proyectos de tesis doctoral "La Gran Nube de Magallanes: Historia de la formación estelar, estructura y evolución" y "Poblaciones de estrellas variables en galaxias enanas del Grupo Local: dependencia de factores ambientales".

Se presentaron las tesis doctorales tituladas "Sobre las estructuras extensas de las galaxias enanas" (S. Hidalgo) y "Historia del enriquecimiento químico de las nubes de Magallanes y sus gradientes de metalicidad" (R. Carrera).

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

E. Mediavilla.

B. García Lorenzo y J.A. Acosta Pulido.

S. Arribas (STScI, EEUU), V. Motta (Univ. Montevideo, Uruguay); L. Colina (DAMIR, Madrid); R. Díaz (OAC, Argentina); M. Roth (IAP, Francia); E. Battaner, A. Castillo, A. Guijarro, E. Florido, J. Jiménez (Univ. Granada), E. Delgado (ULL)

Introducción

El objetivo último 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

Gracias al uso de espectroscopia 2D infrarroja obtenida en Gemini se ha detectado una gran masa en el extremo más joven del arco gigante de formación estelar que existe en la región circumnuclear de esta M87. Los modelos numéricos 3D aplicados a los datos indican que el arco podría trazar la trayectoria de una galaxia compacta capturada por M87.

Evolución del Proyecto

Este año ha habido una gran actividad en el Proyecto que se fundamenta en gran parte en el interés de los colaboradores externos. Este Proyecto ha tenido y sigue teniendo una gran componente de diseminación de la aplicación de la espectroscopia de campo integral a otros centros españoles y extranjeros. Por este motivo, incluso con poca dedicación interna (en términos numéricos) el Proyecto alienta una actividad notable en la que el IAC ha sido pionero y en la que quieren participar muchos investigadores de otros centros españoles (DAMIR, UGR, UCM, etc.) y extranjeros (Univ. de Potsdam, OAC, GEMINI, etc.). Por tanto, este Proyecto mantiene viva la influencia del IAC, influencia que se traduce en una alta producción científica (de acuerdo a los recursos asignados) y en otros resultados menos cuantificables pero también relevantes.

Los resultados científicos, se centran especialmente en el campo de las galaxias con énfasis en la actividad nuclear. En la galaxia ultraluminosa Arp 299 se ha estudiado la fusión de los dos sistemas que la forman. En M83 se ha estudiado la cinemática estelar que parece indicar que el núcleo de la galaxia no está situado en la posición del núcleo óptico. Hay un arco gigantesco de formación estelar que podría trazar la trayectoria de una galaxia compacta capturada. En M100 se han descubierto movimientos radiales del gas que pueden estar relacionados con outflow del Medio Interestelar, descubrimiento muy interesante en una galaxia cercana y relativamente tranquila.

Por otro lado, también se ha aplicado la espectroscopia 2D en otros campos, como la detección de planetas con la publicación de un artículo y nuevas observaciones con INTEGRAL y las lentes gravitatorias con el análisis del sistema

Se ha determinado la fracción de fusiones de galaxias en el campo de Groth, a partir de los índices de asimetría de las galaxias y su evolución entre desplazamientos al rojo de $z=0$ y $z=1$, aplicando algoritmos de máxima verosimilitud. Se obtienen fracciones de fusiones bajas, de hasta un 5% en $z<1$, tanto para muestras seleccionadas en bandas azules como en muestras seleccionadas en el infrarrojo cercano, apoyando resultados recientes de otros autores de que la fracción de fusión es menor de lo concluido en estudios anteriores.

Se han publicado los resultados del modelado de las cuentas de galaxias en el infrarrojo, en los que se muestra que las precursoras de las galaxias de tipos tempranos (elípticas y S0 de campo) pasaron una fase importante de formación alrededor de $z=1.5$ (hace unos 9 giga años), probablemente dominada por procesos de fusión galáctica.

Se ha concluido un estudio de la estructura nuclear de los bulbos de galaxias de tipos temprano a intermedio. Para una mayoría de las galaxias (60% aproximadamente), los bulbos contienen discos, barras o anillos centrales, con un tamaño típico de algunos centenares de pársec, y de alto brillo superficial, comparable con el brillo superficial central de la componente esferoidal de los bulbos. Debido a estas componentes, el perfil superficial del bulbo se aparta de la ley de Sérsic en sus partes centrales. Se han detectado cúmulos estelares centrales en un 60% de los bulbos, y deducido sus masas. Las masas no siguen la extrapolación de la relación entre masa del bulbo y masa del agujero negro central, lo que sugiere que el concepto de CMO (*Compact Massive Object*) debe ser revisado.

Evolución del Proyecto

En 2006 se han llevado a cabo las últimas campañas de observación para el muestreo fotométrico GOYA, con WHT/LIRIS. Se ha cubierto una fracción importante del campo de GOODS-N en las bandas J y K, con datos de calidad adecuada. El área total cubierta por el cartografiado es inferior a la prevista al principio del Proyecto, debido en parte a la incidencia del mal tiempo, si bien el calendario previsto para la ejecución de GOYA con GTC/EMIR permitirá la utilización de grandes muestreos públicos (CFHTLS; VISTA; COSMOS) para la selección de fuentes. Se ha completado una rutina semi-automática para la reducción de imágenes profundas con LIRIS, a cargo de C. López y M. Prieto. Asimismo, se han desarrollado herramientas de base de datos para clasificación, selección y visualización de fuentes de los catálogos GOYA, por D. Abreu, M. Vallbé y M. Balcells.

Ha proseguido la explotación científica de los

datos del muestreo fotométrico. En el marco de la investigación de DEA de C. López San Juan, se ha determinado la evolución cosmológica de la frecuencia de fusiones galácticas en el campo de Groth. Para ello se han usado medidas de la asimetría de las imágenes del telescopio HST de las galaxias (ver Figura), obtenidas por el grupo en años anteriores, junto con una calibración basada en medidas de asimetría de ejemplos clásicos de galaxias en fusión, y se han utilizado las estimaciones fotométricas de desplazamientos al rojo obtenidas en la investigación de tesis de D. Abreu. El estudio presenta la novedad metodológica del uso de técnicas de máxima verosimilitud para obtener la distribución intrínseca más probable compatible con los datos, teniendo en cuenta los errores de éstos. Los resultados muestran probabilidades más bajas de lo encontrado en estudios anteriores, en particular en el extremo superior del rango de z . Se obtienen distintas fracciones de fusiones según si la muestra se selecciona en la banda B o la banda infrarroja K.

Fusión de dos galaxias de disco masivas, vista en seis bandas, de izquierda a derecha, desde ultravioleta hasta 2,2 μm . Datos del muestreo fotométrico GOYA. Las dos imágenes centrales, de HST/WFPC2, permiten medir el índice de asimetría de las galaxias ($A=0.459$), un indicador de la intensidad de la interacción gravitatoria. Las otras imágenes provienen de observaciones en telescopios del ORM, y proporcionan información sobre la edad de la población estelar dominante en cada galaxia. La imagen en la banda K proporciona una estimación de la masa en estrellas de las galaxias. El par de galaxias en fusión se encuentra a un desplazamiento al rojo de $z=0.831$.

En la tesis D. Abreu Rodríguez, ha proseguido el estudio para una determinación de la evolución de la función de luminosidad de galaxias. La evolución de la función de luminosidad proporciona información importante sobre el ritmo al que las galaxias han acumulado con el tiempo su masa estelar. En el trabajo las muestras de galaxias se seleccionan en la banda K del infrarrojo cercano, y se determina la función de luminosidad también en bandas del infrarrojo cercano, J y K. Se evitan así los problemas de determinaciones anteriores basados en selección y fotometría en bandas ópticas del espectro, en las que la evolución de la fuerte variación emisión estelar con la edad de la población es difícil de separar de la evolución en masa. Componente fundamental del estudio ha sido el desarrollo de herramientas para la aplicación de las técnicas de máxima verosimilitud a la determinación de la función de luminosidad, bajo la supervisión de E. García Dabó.

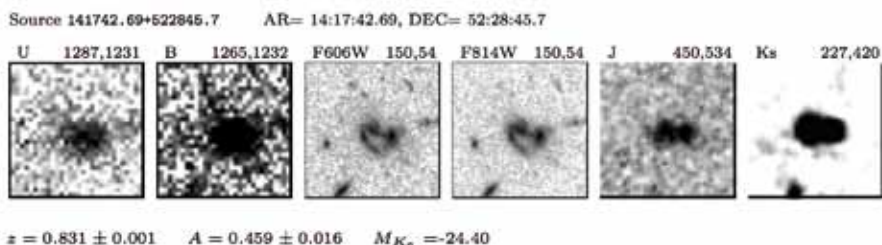
Ha proseguido el estudio de los colores de bulbos galácticos a z intermedios, que constituye la parte principal de la tesis de L. Domínguez Palmero. El artículo con los resultados del estudio realizado en galaxias del campo de Groth en años anteriores está en sus últimas fases de revisión. Asimismo,

astrónomos de soporte del telescopio GTC, con lo que su dedicación al Proyecto ha disminuido sustancialmente.

Sin embargo, 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, que se han publicado durante 2006. El Proyecto se ha centrado, desde el punto de vista observacional, en dos aspectos: por un lado, complementar el cartografiado CAIN con imágenes más profundas y con mejor resolución espacial, utilizando la cámara NOTCAM. Por 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 está comenzando con los medios observacionales disponibles actualmente.

Finalmente, se ha iniciado el uso de modelos de N cuerpos para proporcionar una descripción dinámica de la evolución y estructura de la Vía Láctea, con vistas a su inclusión dentro de las líneas de trabajo del grupo.

GOYA: EVOLUCIÓN COSMOLÓGICA DE GALAXIAS



central del Proyecto GOYA es utilizar EMIR en el telescopio 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

(P5/00)

M. Balcells.

M. Prieto, L. Domínguez Palmero, C. Eliche Moral, D. Abreu, C. López y M. Vallbé.

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

Introducción

Este Proyecto combina 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

(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

en modo paralelo-puro. Se concedieron 126 órbitas al Proyecto. El equipo, liderado por D. Carter, incluye 32 investigadores de 9 países. Los objetivos científicos son amplios, con énfasis en las propiedades de las galaxias más débiles del cúmulo. Se ha obtenido, asimismo, acceso a un amplio abanico de telescopios en tierra (Keck; Subaru; Gemini-N) para observaciones complementarias.

EVOLUCIÓN DE GALAXIAS EN CÚMULOS (3I2404)

**J.A. López Aguerri.
C. Muñoz-Tuñón y R. Sánchez Janssen.**

J.M. Vilchez, M. Moldes Villamate y J. Iglesias Páramo (IAA, Granada); M. Membrado (Univ. de Zaragoza); M. Arnaboldi y O. Gerhard (MPIA, Alemania).

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. Su evolución puede depender fuertemente del entorno en el que se encuentran. El objetivo principal de este Proyecto es investigar esta dependencia y saber cuál es el papel que juega el entorno en la evolución de las galaxias.

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. Aun 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. El gran desarrollo alcanzado por los códigos de simulaciones de galaxias ha permitido, durante los últimos años y por vez primera, simular entornos de alta densidad similares a los cúmulos observados y estudiar los mecanismos que transforman las galaxias en ellos. Dichos mecanismos de transformación galáctica pueden ser de dos tipos, los debidos a interacciones y fusiones entre galaxias, y los que se producen por las interacciones entre las galaxias y el medio intracumular.

Las interacciones entre las galaxias de los cúmulos se clasifican dependiendo de la velocidad relativa del encuentro entre las mismas. Así las interacciones lentas entre galaxias de igual masa dan lugar a fusiones, produciendo galaxias de tipo elíptico, las cuales son las galaxias más brillantes y masivas presentes en los cúmulos. Este tipo de interacciones son más frecuentes en cúmulos y grupos de galaxias de menor masa. Por el contrario, las galaxias presentes en los cúmulos más masivos evolucionan principalmente debido a interacciones rápidas con galaxias vecinas y el potencial global del cúmulo. La acumulación de varias de estas interacciones puede producir transformaciones importantes en las galaxias, de forma que galaxias de tipo tardío evolucionen hacia galaxias de tipo temprano en cortas escalas de tiempo.

Las interacciones de las galaxias con el medio intracumular caliente producen que gran cantidad del gas galáctico es arrancado de los discos de las galaxias, 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 los de las galaxias de campo.

Todos estos mecanismos transforman galaxias tardías en galaxias tempranas. El objetivo principal de este Proyecto es saber cual o cuales 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. Así, mientras la transformación de las galaxias por interacciones rápidas puede durar ~1Gyr, el barrido del gas de las galaxias debido a su interacción con el medio intracumular tiene unas escalas de tiempo mucho menores (~50 Myr). Todos estos mecanismos hacen que parte del material

se ha extendido el estudio a los campos GOODS-N y GOODS-S. En GOODS-N se ha obtenido una distribución de colores muy similar a la observada en el campo de Groth. Asimismo, en el campo CDFS, visible desde el Hemisferio Sur, se han seleccionado muestras de galaxias con criterios idénticos a los anteriores, para realizar espectroscopía infrarroja con instrumentos en el telescopio VLT.

M. Prieto ha iniciado el estudio de las masas de galaxias rojas en el campo de Groth. Se han definido índices basados en las magnitudes aparentes, que permiten distinguir, en varios rangos de z , y por comparación con modelos de síntesis evolutiva de poblaciones estelares (Bruzual y Charlot 2003), las dos clases principales de galaxias rojas, a saber, las galaxias elípticas con poblaciones estelares viejas, y las galaxias con formación estelar polvorientas. Se ha avanzado en la determinación de masas y edades de las poblaciones estelares de estas galaxias, usando el código de masas desarrollado por D. Cristóbal Hornillos, antiguo miembro y actual colaborador de grupo.

El equipo ha estrechado sus vínculos con el Grupo de Formación de Galaxias de la Universidad de Barcelona, liderado por E. Salvador Solé. Se acogió en régimen de sabático a G. González Casado. Durante la visita, se establecieron las herramientas para obtener parámetros observables (luminosidades, colores, cuentas de galaxias) del modelo semianalítico de formación de galaxias AMIGA, desarrollado en la Univ. de Barcelona, lográndose avances notables en la reproducción de las cuentas de galaxias en la banda K publicadas por el grupo en años anteriores.

Ha proseguido la planificación de la fase espectroscópica de GOYA, en colaboración con los demás centros del Proyecto GOYA. Esta fase tendrá dos etapas, una primera con el instrumento Flamingos2 en el telescopio Gemini-S, y una segunda con EMIR en el telescopio GTC. La planificación de las observaciones con Flamingos2 fue el núcleo de la IV Reunión Científica de GOYA, que tuvo lugar en Coral Gables, Florida (EEUU), en 3-4 julio 2006. Se seleccionaron los campos de observación y los criterios de selección de fuentes. Ambas etapas espectroscópicas están a la espera de la finalización y puesta en operación de los respectivos espectrógrafos.

El Proyecto participó en dos peticiones aprobadas de financiación al Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica. Por una parte, PNAYA aprobó la solicitud de investigación por parte del Proyecto GOYA, por un periodo de 3 años. Por otra parte, el equipo forma parte del Proyecto CONSOLIDER-

INGENIO "Primera Ciencia con el GTC" concedido por el PNAYA para la preparación y pronta explotación del telescopio GTC (IP J. M. Rodríguez Espinosa).

Fuera del Proyecto GOYA, M. Balcells en colaboración con A. Graham y R. Peletier ha concluido el estudio de la estructura nuclear de bulbos galácticos 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 el telescopio 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 colaborado con D. Carter, R. Peletier, Gert Sikkema y C. del Burgo en la publicación de un estudio sobre las propiedades de los sistemas de cúmulos globulares en galaxias con conchas resultado de acreciones galácticas recientes. Se estudio la bimodalidad de las distribuciones de color, y su relación con las acreciones que habrían dado lugar a las conchas.

M. Balcells, en colaboración con D. Carter, R. Peletier, Gert Sikkema y C. del Burgo, ha completado un estudio de la distribución radial de conchas fotométricas en imágenes obtenidas con el telescopio HST en años anteriores (IP Carter). Se ha determinado que se detectan pocas conchas a radios muy inferiores al radio efectivo. Este resultado podría deberse a que no se forman conchas en las zonas centrales de las galaxias; a que las conchas nucleares se destruyen en escalas de tiempo cortas; y, también, a que las conchas centrales existen pero son de difícil detección debido a la presencia de polvo en las zonas nucleares. Un artículo con estos resultados ha sido enviado para su publicación.

M. Balcells, formando parte de una amplia colaboración internacional, obtuvo tiempo de observación con el telescopio HST para llevar a cabo un proyecto *Treasury*. El objetivo es cubrir el cúmulo de Coma en imágenes a dos bandas con la cámara ACS, más la cámara NICMOS

azules y los parámetros globales de los cúmulos ligados con la distribución de las galaxias. Por el contrario, se ha encontrado una correlación entre la fracción de galaxias azules y la luminosidad de rayos X de los cúmulos. Esta correlación indica que mientras para cúmulos con fuerte emisión en RX la fracción de galaxias azules es muy pequeña, para los que emiten poco en RX dicha fracción puede ser pequeña o grande. Esto indica que la influencia del entorno en la formación estelar de las galaxias es importante en cúmulos masivos, mientras que no lo es en cúmulos de poca masa. En estos últimos son los efectos locales los que gobiernan las transformaciones de las galaxias. Estos resultados se han presentado el artículo Aguerri et al. aceptado en *Astronomy & Astrophysics*.

Durante 2006 se ha seguido con el estudio de la luz difusa en grupos y cúmulos de galaxias cercanos. En particular se ha estudiado la luz difusa presente en el grupo compacto de galaxias HCG44 y en el cúmulo de Virgo. El estudio de la luz difusa se hizo mediante la detección directa de estrellas (RGB o PNe) en las regiones alejadas de las galaxias pertenecientes a HCG 44 o al cúmulo de Virgo.

HCG 44

Se encontraron 12 objetos con líneas de emisión en el grupo HCG 44, ninguno de ellos estaba asociado con ninguna galaxia del mismo. La no detección de PNe en las proximidades de la única galaxia elíptica presente en este grupo implica que esta galaxia no está ligada gravitacionalmente con las otras 3 galaxias de HCG 44. Estando a una distancia mayor que las otras tres galaxias espirales. 6/12 objetos con líneas de emisión podrían ser compatibles con PNe intragrupo, pero también lo serían con galaxias Ly α a $z=3.1$. Esto ha permitido obtener una cota superior a la cantidad de luz difusa en este grupo de galaxias, de forma que esta componente cumular representa sólo en 4.7% de la luz total del grupo y presenta un brillo superficial de 30.04 mag arcsec² en el filtro B. Se ha encontrado una correlación entre la cantidad de la luz difusa presente en los grupos de galaxias y la fracción de galaxias elípticas presentes en los mismos. Así, aquellos grupos de galaxias que presentan una mayor fracción de luz difusa son los que tienen una mayor fracción de galaxias E/S0. Esto indica que la luz difusa puede ser principalmente creada durante los procesos dinámicos que dan lugar a la formación de galaxias E brillantes. De esta forma, se ha propuesto una secuencia evolutiva para los grupos de galaxias, basándose en la fracción de luz difusa presente en los mismos. Así, los grupos más dinámicamente evolucionados serán aquellos que presenten una mayor fracción de luz difusa.

Cúmulo de Virgo

Durante los últimos años se ha estado estudiando la cantidad y propiedades de la luz difusa presente en el Cúmulo de Virgo. En el año 2006 se han culminado estos estudios, investigando la presencia de luz difusa a distintas distancias del centro del cúmulo, cubriendo un área de ~3.5 grados cuadrados. Esta clase de estudio es la primera vez que se ha realizado. En este trabajo se han utilizado imágenes de grandes telescopios como SUBARU y VLT. Asimismo, se ha obtenido tiempo en el telescopio HST.

Se han usado datos propios de la cámara ACS del telescopio HST para detectar ~5.300 estrellas localizadas en un campo en el Cúmulo de Virgo. Se determinó la fotometría en los filtros F814W y F606W para todas estas estrellas y poder así determinar su metalicidad, y dar restricciones observacionales de los diferentes tipos de estrellas presentes en la región intracumular del Cúmulo de Virgo. Se descubrió que la población intracumular de Virgo está formada por estrellas muy viejas (> 10Gaños), presentando un rango de metalicidades entre $-2.3 < [M/H] < -0.5$, con un fuerte pico a $[M/H] = -1.2$. Además de esta población vieja, se han encontrado evidencias de la presencia de una población de estrellas intracumulares más joven (< 10Gaños) con $[M/H] > -0.5$. Estos resultados han sugerido que el origen de esta población intracumular puede deberse a múltiples mecanismos. Así, la distribución de edad y metalicidad medidas para las estrellas intracumulares han resultado ser similares a las predichas por simulaciones numéricas sobre la formación de cúmulos. Esto ha puesto fuerte restricciones observacionales a la formación de la luz difusa, indicando que su formación es debida bien por la rotura de galaxias enanas en las regiones centrales del cúmulo o por el arrancado de estrellas que procedan de las partes más externas de las galaxias espirales o elípticas como resultado de los procesos de fusión que han dado origen a las galaxias E más brillantes de Virgo.

Los datos de la cámara ACS han permitido también detectar 4 cúmulos globulares presentes en la región intracumular de Virgo (Williams et al. 2006, *Astrophysical Journal*) y observar, por vez primera, una galaxia enana, localizada en la región nuclear del cúmulo que no presenta ningún signo de interacción (Williams et al. 2006, *Astrophysical Journal*).

Además del campo observado con la ACS, el cual se encuentra localizado en la región nuclear de Virgo, se han analizado durante 2006 otros campos situados fuera de la región nuclear del

galáctico sea arrancado y depositado en la región intracumular, permaneciendo no ligado con las galaxias. Sin embargo, esta componente cumular no ligada a las galaxias presentará diferentes propiedades dependiendo del mecanismo que la haya producido. Esta componente cumular es la llamada luz difusa o luz intracumular observada en algunos de los cúmulos de galaxias más cercanos. El Proyecto pretende estudiar las características de esta componente cumular en grupos y cúmulos de galaxias cercanos. Para así, determinar el estado dinámico y evolutivo de los mismos.

Este 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 2005-2007. 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 y la 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

Luz difusa en grupos compactos de galaxias

Se ha encontrado que la cantidad de luz difusa en grupos de galaxias está correlacionada con la fracción de galaxias E/S0 presentes en los grupos. Aquellos grupos con una mayor fracción de galaxias E/S0 son los que presentan una mayor cantidad de luz difusa. Esto indica que los procesos dinámicos que dan lugar a la formación de la luz difusa están relacionados con la formación de las galaxias E/S0. Además se ha propuesto una secuencia evolutiva de los grupos de galaxias basada en la cantidad de luz difusa presente en ellos. Así, los grupos más dinámicamente evolucionados serán aquellos que presenten una mayor fracción de luz difusa.

Luz difusa en el cúmulo de Virgo

Se han dado importantes restricciones observacionales de la metalicidad y edad de las estrellas que forman la luz difusa en el cúmulo de Virgo. Así, una gran fracción de las mismas son estrellas muy viejas (> 10 Gaños) con baja metalicidad ($-2.3 < [M/H] < -0.5$). Estas estrellas podrían proceder de la rotura de galaxias enanas o de estrellas localizadas en las partes externas de galaxias espirales o elípticas. Esto indica que los procesos de formación de la luz difusa en Virgo están relacionados con la formación de las galaxias más brillantes presentes en el centro del cúmulo.

Evolución del Proyecto

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 el año 2006 se ha estudiado las propiedades globales de una amplia muestra de cúmulos de galaxias presentes en el cartografiado SDSS. Esto ha permitido seleccionar una muestra de 88 cúmulos de galaxias cercanos ($z < 0.1$) con información de *redshifts*, imprescindibles para obtener la membresía de las galaxias de dichos cúmulos. 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.

La muestra total consiste de 10.865 galaxias, de las cuales la mayor fracción (62%) resultaron ser galaxias tempranas, estando localizadas a las menores distancias del centro de los cúmulos, y mostrando una velocidad de dispersión menor que las galaxias de tipo tardío. Las galaxias más brillantes de dichos cúmulos se encuentran localizadas en las regiones más internas y tenían las menores velocidades de dispersión. Además, los perfiles de velocidad de dispersión correspondientes a las galaxias tempranas resultaron ser constantes hasta radios menores que el radio de virial, decreciendo suavemente con la distancia radial para radios mayores que el virial. Por el contrario, las galaxias tardías muestran perfiles de velocidad de dispersión que siempre decrecen con el radio. Esto se puede interpretar debido a las diferentes órbitas que siguen los distintos tipos de galaxias. Siendo más radiales las de las galaxias tardías.

Desde los años 80, se ha observado que la fracción de galaxias azules presentes en los cúmulos ha *redshift* intermedio es mayor que la que se mide a bajo *redshift*. Esto ha sido interpretado como un indicativo de evolución de las galaxias en cúmulos. Sin embargo, debido a que las muestras que se han observado hasta ahora no eran lo suficientemente amplias y homogéneas, no ha quedado claro si esta evolución de la fracción de galaxias azules era debida a mecanismos ligados con el entorno o por una evolución de la formación estelar en cúmulos de galaxias. La muestra de cúmulos es una de las más grandes y homogéneas que se han estudiado hasta ahora, siendo ideal para este tipo de estudios. Se encontró que la fracción de las galaxias azules presentes en nuestros cúmulos no dependía del *redshift*. Pero sí era menor que la observada para los cúmulos a $z \sim 0.5$. Luego esta variación debe deberse a efectos del entorno donde las galaxias viven. No se ha encontrado correlación alguna entre la fracción de galaxias

[OIII] λ 500.7 nm	0.63	0.84
[OII] λ 372.7 nm	1.19	1.47
[CIV] λ 154.9 nm	4.26	4.94
Ly α	5.70	6.57

Algunas de las líneas de emisión que se podrán observar con OTELO para objetos a distintos desplazamientos al rojo.

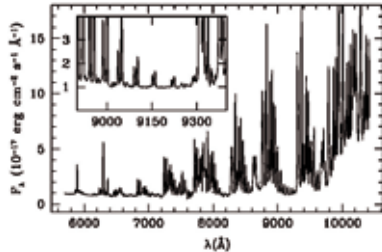
El objetivo final de OTELO es obtener el cartografiado de objetos en líneas de emisión más profundo del mundo. Pero además, el equipo de OTELO utilizará los datos del cartografiado para hacer contribuciones científicas relevantes en los siguientes campos:

- Evolución de la densidad de formación estelar incluyendo a las galaxias de baja luminosidad.
- La función de luminosidad y su evolución de galaxias Ly α , QSO y AGN de diferentes tipos.
- Evolución química del universo hasta un desplazamiento al rojo 1.5 utilizando distintas líneas de emisión.
- Estrellas en emisión.

Evolución del Proyecto

El trabajo desarrollado durante 2006 se enmarca en lo que constituye parte de la fase de preparación para el cartografiado, tal y como estaba previsto. A continuación se describen las tareas realizadas.

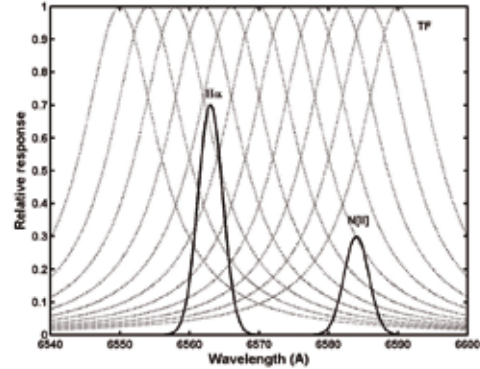
Cartografiado en banda ancha



estándares de Landolt.

Para calibrar, se han seleccionado estrellas de los campos que estuvieran observadas y medidas en el cartografiado SLOAN. Una vez seleccionadas las estrellas se han transformado las magnitudes de los filtros de SLOAN a magnitudes en los filtros de Harris (que son los utilizados en nuestras observaciones). Después se han hecho ajustes

Los datos de uno de los campos de OTELO, GROTH, han sido calibrados fotométricamente utilizando estrellas del cartografiado SLOAN. El proceso de calibración ha sido largo y laborioso, puesto que las noches de observación no fueron fotométricas y no pudimos calibrar con estrellas



para calcular los coeficientes de transformación entre magnitudes instrumentales y magnitudes aparentes, con una dependencia de los colores. Para obtener el punto cero final de la calibración, se han comparado las magnitudes de las estrellas comunes en los tres apuntados de GROTH. El catálogo final obtenido tiene ~45.000 objetos, de los cuales 850 son estrellas (~2% del total).

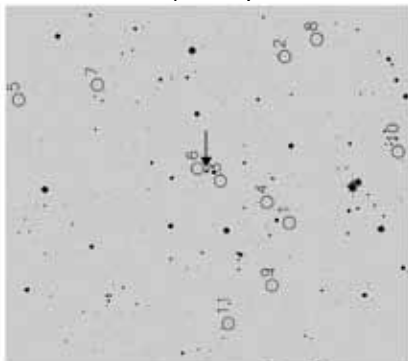
Se han estimado las magnitudes límite de los datos, mediante simulaciones de estrellas artificiales en imágenes reales. Los resultados obtenidos a un 50% de eficiencia de detección son que para los filtros B y V la magnitud límite es 26, para el filtro R 25. y para el filtro I 24.5.

Investigación de GWS en rayos-X

Durante el período del informe se ha realizado un estudio en rayos-X de uno de los campos del cartografiado OTELO: el área denominada "Groth-Westphal Strip" (en adelante GWS). Con este objeto, se han obtenido datos públicos de los observatorios XMM-Newton y Chandra y se han combinado con datos de nuestras observaciones en bandas anchas visibles BVRI.

- Observaciones de XMM-Newton

Se obtuvieron observaciones de unos 80 ksec de los instrumentos EPIC MOS y PN del archivo de ciencia de XMM-Newton (XSA). Estas observaciones se procesaron mediante el software de análisis científico SAS v6.0.0. Se definieron 3 bandas de energía: 0.5-2keV, 2-4.5 keV y 4.5-10 keV. Se ejecutó el procedimiento de detección de fuentes de SAS, obteniéndose un catálogo de 75 fuentes dentro del campo de las observaciones ópticas. Se ha encontrado contrapartida óptica para cerca del 90% de las fuentes de rayos-X (usando una caja de búsqueda de 6" x 6").



Ejemplo de galaxias en emisión detectadas barriendo una ventana espectral utilizando filtros

cúmulo. El más alejado de ellos se encuentra a una distancia radial de 3.5 grados del centro de Virgo. En ninguno de estos campos se ha encontrado evidencias de la existencia de luz difusa. La única luz difusa que se ha encontrado en el cúmulo de Virgo se ha encontrado en la región nuclear del mismo ($r < 300$ kpc). En la región central del Cúmulo de Virgo es donde se encuentran las galaxias más brillantes del mismo. Esto indica que los procesos responsables de producir la luz difusa estarían principalmente ligados con la formación de estas grandes galaxias. Es decir, la luz difusa se produciría principalmente como consecuencia de los procesos de fusiones mayores que dan lugar a las grandes galaxias E de los cúmulos. Este resultado está en concordancia con el encontrado para grupos de galaxias, donde la cantidad de luz difusa correla con la fracción de galaxias E presentes en el grupo. Estos resultados forman parte de la tesis doctoral de N. Castro Rodríguez, la cual se finalizó durante 2006 y será presentada en el Departamento de Astrofísica de la Univ. de La Laguna durante los primeros meses de 2007.

OTELO: OSIRIS TUNABLE EMISIÓN LINE OBJECT SURVEY (3I0506)

J. Cepa Nogué.

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

Colaborador del IAC: B. Cedros.

E. Alfaro (IAA, Granada); J. Gallego (Univ. Complutense de Madrid); I. González-Serrano (IFCA-UNICAN, Cantabria); J. González (UNAM, México); H. Jones (Mt. Stromlo, Australia), M. Sánchez-Portal (ESAC).

Introducción

El acrónimo OTELO (OSIRIS Tunable Emission Line Object Survey) designa un cartografiado de los objetos con líneas de emisión en sus espectros, que se efectuará utilizando los filtros sintonizables del instrumento OSIRIS (Optical System for Imaging and low Resolution Integrated Spectroscopy) del telescopio GTC. Para ello se observará en un rango espectral definido por ventanas atmosféricas que presentan una baja emisión (Figura 1), en distintas zonas del cielo en las cuales nuestra Galaxia extingue poco la luz visible. Las altas prestaciones de los filtros sintonizables, la gran eficiencia del instrumento OSIRIS y el área colectora proporcionada por el telescopio GTC,

permitirán obtener el cartografiado de objetos en emisión más profundo del mundo (10^{-18} erg/cm²/s a 5σ) y con mayor cantidad de objetos, debido al gran volumen de Universo explorado. Se espera detectar decenas de miles de galaxias, cantidad que permitirá estudiar la evolución de los objetos que componen el Universo desde el instante actual hasta la época en que el Universo tenía solamente la décima parte de la edad que tiene en la actualidad. Además, debido a la estrategia de observación utilizada, los objetos de OTELO reflejarán fielmente las propiedades del Universo, puesto que proporcionan una muestra de objetos en volúmenes perfectamente definidos de universo a un flujo límite conocido para cada uno de ellos y evitando efectos de varianza cósmica.

Espectro del cielo (Stockton 1999). Pueden apreciarse las zonas libres de emisión del cielo a 815 y 920 nm (ventanas de OTELO).

El cartografiado se obtiene tomando imágenes de un mismo campo a distintas longitudes de onda que cubran las ventanas de OTELO (Figura 1). De este modo se obtiene espectroscopia tridimensional de todos los objetos del campo (8 minutos de arco). OTELO permitirá observar una variedad de objetos a distintos desplazamientos al rojo (Tabla 1). Desde $H\alpha$ a bajo desplazamiento al rojo (0.24), hasta $Ly\alpha$ a alto desplazamiento al rojo (6.7). En el caso de $H\alpha$, el muestreo a utilizar permitirá separar la línea de nitrógeno a 658.3 nm de la emisión Balmer α (Figura 3).

El muestreo y la anchura a media altura elegidas permitirán separar y medir la emisión $H\alpha$ del nitrógeno 658.3 nm.

OTELO permitirá abordar una gran variedad de estudios acerca de las propiedades y distribución de las galaxias más lejanas del Universo, los cúasares más lejanos y las galaxias activas, la formación estelar en galaxias poco luminosas, la evolución química del Universo, la escala de distancias, las estrellas activas de la Vía Láctea, etc.

El cartografiado en líneas de emisión de OTELO se complementa con otro cartografiado auxiliar en banda ancha de las mismas zonas del cielo, que se encuentra en la actualidad en fase avanzada de ejecución. Este cartografiado auxiliar permitirá la identificación morfológica y de la línea espectral de las galaxias observadas. Finalmente, los objetos detectados en OTELO serán también estudiados en otras líneas de emisión utilizando OSIRIS, así como en el infrarrojo lejano con PACS y SPIRE (HERSCHEL).

Línea	z
	815 nm 920 nm
$H\alpha$	0.24
0.40	

pipeline para la reducción y análisis de datos de OTELO. Esto incluye la obtención automática de parámetros observacionales a partir de imágenes de calibración: factor de conversión mpu/l, resolución, sensibilidad y eficiencia del sistema, ancho de banda, rango espectral libre, etc., además de la necesaria integración de los estándares de OSIRIS a dicho paquete de programas.

-Procesamiento de un conjunto completo de datos reales brutos obtenidos con el telescopio WHT y el sistema Taurus-2, a saber:

Imágenes en H α y continuo de galaxias de gran diseño con sus correspondientes imágenes de calibración. Campaña de observación realizada por J. Bland-Hawthorn, 03-07 MAR 1999. Publicado solamente lo obtenido a partir del análisis de las observaciones de NGC1068 (Veilleux et al. 2003 *Astronomical Journal* 126, 2185).

Barrido espectral a 25 pasos con $0.6 < \Delta\lambda < 1.0$ nm del campo HDF-N en H α a $0.075 < z < 0.399$. Campaña de observación realizada por J. Bland-Hawthorn, K. Glazebrook y R. Abraham, 11-15 MAR 1997. El análisis de las observaciones fue publicado por Glazebrook et al. 2004 *Astronomical Journal* 128, 2652.

Muestreo de la radio galaxia 3C265 en las líneas [OII]372.7 nm y [OIII]500.7 nm. Campaña de observación realizada por C. Tadhunter, 22 ENE 1998. El análisis de las observaciones fue publicado por Solórzano-Iñarra et al. 2002 *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.* 331, 673.

De estas observaciones están siendo analizadas las que corresponden a los dos primeros conjuntos. Un par de ejemplos pueden ser vistos en la Figura 4. El equipo se propone no solamente poner a prueba distintas opciones de procesamiento con datos reales, sino también procurar obtener algún tipo de provecho científico adicional. Tal es el caso del estudio de distribución de la eficiencia de formación estelar en algo más de una decena de galaxias de gran diseño. NGC2903 en la Figura 4 es un ejemplo de ello.

Mosaico de imágenes correspondientes a la galaxia NGC2903 (HII). En escala estándar de colores, la razón H α a 12CO. Arriba y a la izquierda puede verse la imagen en la línea H α de la galaxia, resultante del procesamiento reciente. Le siguen las imágenes normalizadas del flujo H α , degradada espacialmente por un filtro Gaussiano con $\sigma=6''$, y de la intensidad de flujo en 12CO (exploración BIMA-SONG, Helfer et al. 2003).

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

A. Manchado.
N. Rodríguez Eugenio.

F. Prada (IAA); D. Koo, S. Faber (UCSC, EEUU); A. Klypin (NMSU, Nuevo México, EEUU).

Introducción

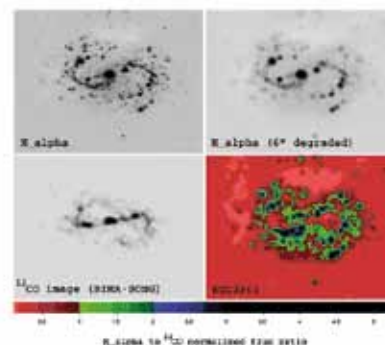
Este Proyecto pretende estudiar la historia de la formación estelar en una muestra de galaxias con *redshifts* comprendidos entre $0.7 < z < 1.0$, a partir de la luminosidad en H α de las galaxias obtenida mediante espectroscopía multi-rendija. Para la muestra de galaxias se dispone de espectros ópticos y un conjunto de datos en distintas longitudes de onda, que junto con la luminosidad en H α , nos permitirá obtener una estimación de la metalicidad, masa y tasa de formación estelar de las galaxias a $z \sim 1$. La comparación de estos resultados con las predicciones de modelos de formación y evolución jerárquica de galaxias nos ayudará a conocer en detalle la historia de la formación estelar en el Universo.

Algunos resultados relevantes

Se ha detectado emisión en H α en 20 galaxias a *redshifts* comprendidos entre $0.7 < z < 1.0$, y se ha obtenido la luminosidad en la línea H α para 10 de estas galaxias.

Evolución del Proyecto

En la parte observacional del Proyecto, se fijaron los criterios de selección de la muestra de galaxias y se seleccionaron unas 90 galaxias del survey DEEP2 siguiendo dichos criterios. Se diseñaron 8



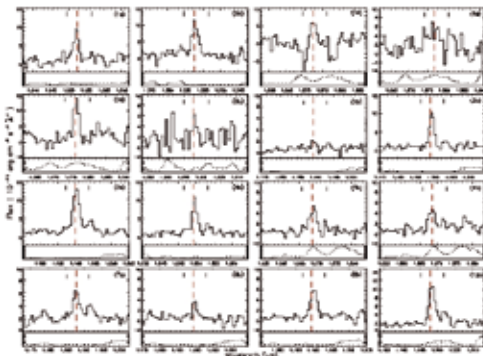
máscaras multi-rendija con las que se observarían las galaxias seleccionadas durante los períodos de tiempo garantizado del instrumento LIRIS en 2006. Se tomaron espectros con 5 de las máscaras diseñadas. Hasta el momento se ha finalizado la reducción y calibración de los espectros de una de las máscaras, y se han reducido los espectros de otras dos máscaras. Como resultado preliminar se han encontrado 22 detecciones claras en H α , y se

Se ha analizado un subconjunto de fuentes para las cuales se ha encontrado una coincidencia única en todas las bandas ópticas (43 objetos). Realizando una clasificación inicial de los emisores de rayos X: aproximadamente el 67% de los objetos están en la región propia de los núcleos galácticos activos (NGA) de líneas anchas, cerca del 12% corresponderían a estrellas, galaxias normales o NGA muy oscurecidos («Compton-thick»). El 21% restante correspondería a NGA de líneas estrechas.

- Observaciones de Chandra

Se ha extendido el estudio precedente recuperando observaciones del observatorio Chandra, que ha observado tres campos consecutivos centrados en el GWS original usando el instrumento ACIS-I. Los datos se han recuperado del archivo de datos de Chandra (CDA). El tiempo total de observación en cada campo es de unos 200 ksec. Hay una coincidencia espacial muy buena entre nuestros datos ópticos y los de Chandra. Definimos 4 bandas de energía, 0.5-7 keV, 0.5-2 keV, 2-4.5 keV, 2-7 keV y 4-7 keV, detectando un total de 474 fuentes dentro del campo de los datos ópticos. Se han hallado contrapartidas ópticas para un total de 307 fuentes, aproximadamente el 65%. Esto se puede explicar, al menos en parte, por la probable falta de completitud de la muestra en magnitudes más débiles que $R_H \approx 24$.

Se han analizado los objetos para los que se ha encontrado contrapartida óptica. Los diagramas



Espectros de 16 de las galaxias observadas con LIRIS. La línea vertical discontinua muestra la posición esperada para $H\alpha$ a partir del redshift espectroscópico determinado previamente para la galaxia, y las pequeñas marcas verticales a ambos lados de ésta marcan las posiciones esperadas para las líneas [N II] 6548 y [N II] 6583. Debajo del espectro de cada galaxia se ha representado el espectro de cielo sustraído en unidades arbitrarias.

color-color en rayos X («hardness ratios») revelan que en general los colores pueden ajustarse mediante una ley de potencias con el índice fotónico entre 1 y 3 y diferentes valores de la absorción intrínseca.

El análisis de los cocientes X/O arroja resultados diferentes que los obtenidos con XMM-Newton, ya que, por una parte, se encuentra que únicamente el 3% de fuentes tiene valores compatibles con NGA altamente absorbidos, galaxias normales o estrellas, y por otra, sólo el 41% de los objetos pueden clasificarse tentativamente como NGA de líneas anchas. El resto de los objetos presenta valores compatibles con NGA de líneas estrechas.

Por último, se observa que los colores ópticos de los emisores en rayos-X son compatibles con los de estrellas y galaxias de tipos tempranos y espirales. No obstante, hay un buen número de fuentes con $V - I > 2$, compatible con un modelo de galaxia elíptica con evolución pasiva y $z \geq 0.6$.

Trabajos piloto con filtros sintonizables

Una parte importante del trabajo de preparación consiste en entrenarse en el manejo de filtros sintonizables y la reducción de sus datos. A este fin se han llevado a cabo las siguientes tareas:

- Compilación de referencias bibliográficas relevantes, relacionadas con: filtros sintonizables y su uso en astrofísica, técnicas y procedimientos para la reducción y análisis de datos, exploraciones relacionadas con OTELO en cuanto a algunos de sus objetivos científicos.

- Estudio pormenorizado del concepto y de las rutinas que componen el paquete de reducción de datos TFred (escrito por D. H. Jones, AAO-ANU, <http://www.aao.gov.au/local/www/jbh/ttf/TFred>), basadas a su vez en tareas del paquete de programas IRAF para la reducción de imágenes en Astrofísica. El paquete de reducción de datos TFred fue diseñado para el procesamiento de imágenes en las que las fuentes extendidas no abarcan más de 2 ó 3 centenares de píxeles conexos. Sobre esta base se han creado rutinas apoyadas en programas de IRAF que permiten ampliar las posibilidades de Tfred a imágenes que contengan cualquier clase de fuentes y sin importar la completitud de las imágenes accesorias para la calibración en longitud de onda de las observaciones hechas con etalones. La curva de aprendizaje que actualmente se construye (y, además, se registra en términos de un manual detallado e ilustrado) ha permitido preparar lo necesario para hacer la reingeniería de los procedimientos más ortodoxos y preparar lo que, en corto plazo, será la versión inicial del

diferentes edades, dentro de los 100 pc centrales de la galaxia. El núcleo galáctico, identificado con la región más brillante en la imagen de NACO, parece estar resuelto, FWHM ~ 3 pc, sugiriendo que un cúmulo estelar reside en el centro de esta galaxia.

Imágenes de los telescopios HST y VLT con Óptica Adaptativa de la galaxia starburst NGC 253.

Evolución del Proyecto

Proyecto FRIDA

El equipo de investigación de este Proyecto continua su participación en el desarrollo del instrumento FRIDA. A. Prieto, J. Acosta, J. Reunanen y C. Alvarez participan en aspectos técnicos y planificación científica.

Por su complejidad y volumen de trabajo, la descripción y avances del Proyecto FRIDA se presenta como un anexo técnico a esta memoria, bajo la siguiente referencia: Memoria Técnica IAC 2006: "FRIDA y después: ciencia con alta resolución espacial en la época de los telescopios gigantes".

Proyecto "The Central Parsec of Galaxies"

Los progresos realizados dentro de este programa son los siguientes:

Se finaliza la reducción de los datos obtenidos con VLT/VISIR: imágenes con resolución espacial al límite de difracción del telescopio VLT en 11 y 20 μm de las galaxias que se estudian en este Proyecto (J. Reunanen).

J.A. Fernández 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 que estudian en este Proyecto. J.A. Fernández finaliza la reducción de los datos de OA obtenidos con VLT/NACO de estas galaxias, y comienza el estudio exhaustivo de la región nuclear de una de ellas, NGC 7582.

MEMORIA
2006 IAC

62

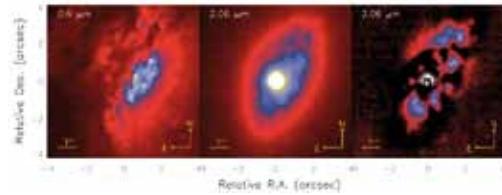
J.A. Fernández realiza una estancia de un mes en MPIA Heidelberg (Alemania) para trabajar con A. Prieto y Z. Peng sobre el tratamiento de datos con OA y familiarizarse con el uso del programa GALFIT.

Se continúa el estudio sobre la distribución espectral de energía del núcleo de las galaxias que se estudian en este Proyecto. Los resultados para los objetos más representativos de la muestra se presentan en un artículo en preparación para *Astrophysical Journal*, por A. Prieto, J. Reunanen, K. Tristram et al.

Se continúa el análisis sobre 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, O. Marco, K. Tristram).

Se finaliza un artículo para *Astrophysical Journal* donde se modela la distribución espectral de energía, desde radio hasta rayos gamma, de la

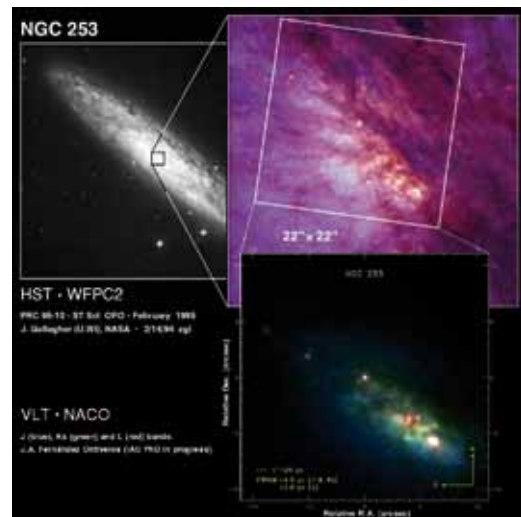


NGC 7582 visto por el telescopio HST (panel izquierdo, óptico), y por VLT/NACO en banda K (panel central). El núcleo de la galaxia y las regiones HII se distinguen en el la imagen de NACO (panel central) y más claramente después de sustraer la luz combinada de la galaxia y núcleo (panel derecho).

región nuclear (< 1 pc diámetro) en la galaxia Cen A (Th. Beckert, A. Prieto, N. Neumayer, K. Tristram, H-W. Rix, *Astrophysical Journal*).

Proyecto PAIS "Particle Accelerators in the Space"

Se finalizan las campañas de observación con los telescopios VLA y HST (KH Mack y A. Prieto). En diciembre 2006, se abre una oferta de un puesto postdoctoral en el IAC: la persona seleccionada liderará el análisis de los datos obtenidos en este



Proyecto en colaboración con A. Prieto y miembros del Instituto de Radioastronomía de Bolonia (Italia), G. Brunetti y K.H. Mack.

Resultados en proyectos paralelos sobre galaxias activas

Preparación de un artículo "The mid IR emission of Seyfert galaxies. A new analysis of ISOCAM data" por C. Ramos-Almeida, A. Pérez García, J.A. Acosta Pulido, et al.

ha detectado emisión continua y en otras líneas nebulares en varias galaxias.

En cuanto a la parte teórica del Proyecto, N. Rodríguez realizó una estancia de 3 meses en la NMSU (Nuevo México, EEUU) para desarrollar una interfaz entre las simulaciones cosmológicas de formación y evolución de galaxias Hidro-HART (Eulerian gasdynamics plus N-body Adaptive Refinement Tree) (Kravtsov 2003) y un código de síntesis de poblaciones estelares. Esta interfaz permite obtener observables de las galaxias simuladas que pueden ser comparados con los correspondientes observables de galaxias reales en el Universo. El acceso al código Hidro-HART fue posible gracias a la colaboración con A. Klypin, investigador de la NMSU. La primera parte de la estancia se dedicó a entender las bases físicas y el funcionamiento de Hidro-HART y del código de síntesis de poblaciones GALAXEV (Bruzual y Charlot, 2003). Posteriormente se desarrollaron las herramientas que servirán como interfaz entre ambos códigos, y se realizaron las primeras comparaciones entre tres galaxias simuladas a $z=1$, y una muestra de galaxias observadas al mismo *redshift*.

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

M.A. Prieto.

J.A. Acosta Pulido y J.A Fernández Ontiveros.

Colaborador del IAC: A. Pérez García.

G. Bruneti, K.H. Mack (Inst. Radioastronomia del CNR, Bolonia, Italia); J. Reunanen, (Obs. de Leiden, Países Bajos); G. Weigelt, Th. Beckert y S. Honig (Optical Interferometry G., Max Planck, Alemania); N. Haering y K. Tristram (MPIA, Alemania).

Introducción

Este Proyecto está enfocado al estudio en el IR del núcleo de las galaxias más cercanas con resoluciones espaciales en el rango de 1-10 pc. Estas resoluciones espaciales, accesibles con los grandes telescopios de tierra usando técnicas frontera de observación, son por primera vez comparables a las que se obtienen rutinariamente con 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:

- Crear un grupo sólido 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 está involucrado en el desarrollo del instrumento para óptica adaptativa, FRIDA.

- Utilizar estas técnicas para el estudio de centros de galaxias, y sus manifestaciones energéticas, con resoluciones espaciales por debajo de 100 milisegundos de arco. Para ello, el equipo dispone de dos grandes programas de observación ya establecidos, cuyos objetivos científicos son los siguientes:

a) 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 el MPIA, y está basado en la explotación de instrumentos de alta resolución espacial accesibles en ESO.

b) 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 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

La galaxia NGC 7582 es uno de los ejemplos AGN-starburst simbiosis más cercano a nosotros en el Hemisferio Sur, ~24 Mpc. Observaciones con óptica adaptativa en el IR (VLT/NACO) han revelado la posición real del núcleo de esta galaxia, hasta ahora erróneamente asignado al pico de máxima luminosidad observado en imágenes ópticas (Fig. 1). Análisis de las imágenes de NACO deja al descubierto un gran número de regiones HII (~15), algunas a distancias de ~80 pc, siendo este un de los anillos de formación estelar que más próximos a un núcleo activo se han encontrado (J. A. Fernández, A. Prieto, J. Acosta).

NGC 253 es la galaxia starburst más cercana en el Hemisferio Sur. Una gran cantidad de polvo cubre el disco y el núcleo de la galaxia a longitudes de onda en el rango óptico (Figura 2). Imágenes en el IR con VLT NACO permiten descubrir una constelación de regiones de formación estelar, de

las simulaciones teóricas de N cuerpos de las corrientes de marea conocidas (ej. Sagitario) permite averiguar si estos escombros galácticos están relacionados con capas de material más viejas de estas corrientes conocidas o son los fósiles de galaxias satélite de la Vía Láctea desconocidas.

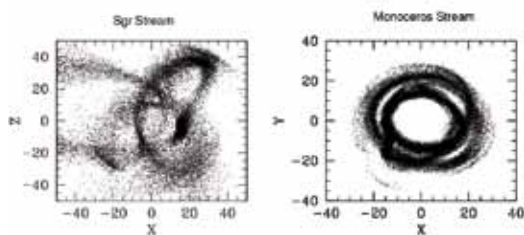
El problema principal encontrado fue constatar las deficiencias de los modelos teóricos de la destrucción de Sagitario, que no reproducen con éxito todas las observaciones. Esto indica que se está todavía lejos de comprender la dinámica de la interacción de Sagitario con nuestra Galaxia. Se encuentra que, mientras que los modelos obtenidos usando un potencial de la Vía Láctea oblató reproducen la precesión orbital de esta corriente, la cinemática de sus estrellas sólo puede ser reproducida mediante un halo prolato. Esta paradoja limita considerablemente por el momento las posibilidades de usar esta corriente de marea como trazador del halo de materia oscura de la Vía Láctea, que es uno de los objetivos fundamentales del Proyecto.

La estructura más interesante que se ha estudiado es una enorme nube estelar que se extiende más de 1.000 grados cuadrados en la constelación de Virgo. Se sugirió que éste sistema estelar estaba relacionado con los restos de un satélite desconocido de la Vía Láctea situado a 20 kpc del Sol. Sin embargo, la comparación de su posición y estructura tridimensional con nuestros modelos actualizados de la corriente de Sagitario sugieren que se trata en realidad de la proyección en el cielo de la cola *leading* de Sagitario, que cae casi verticalmente sobre el disco galáctico en una posición muy próxima al Sol. La obtención de un modelo más preciso de Sagitario en los próximos

años (núcleo de la tesis doctoral de J. Carballo) permitirá determinar la posición precisa de esta parte de la corriente con respecto al Sol. En esa dirección se espera la presencia de grumos de materia oscura asociados a esta corriente de Sagitario, que serían un excelente objetivo para los experimentos de búsqueda de materia oscura (como el experimento DARK) en la vecindad solar.

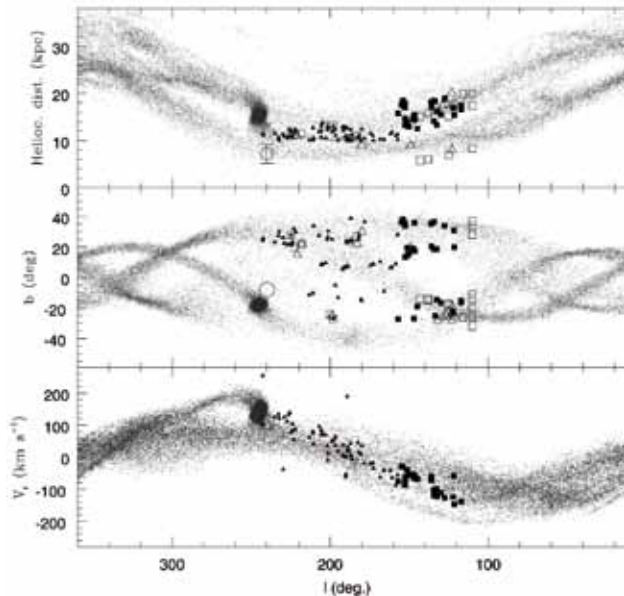
Se han obtenido también importantes resultados sobre la corriente de Monoceros, una gigantesca estructura en forma de anillo que rodea a la Vía Láctea a 16 kpc de su centro. El origen de este anillo estelar es objeto de una gran controversia entre la comunidad científica, con dos bandos bien diferenciados: los que sugieren que se originó por la fusión de una galaxia satélite y los que lo relacionan con una perturbación del disco de la Vía Láctea. En el estudio se ha encontrado un acuerdo excelente entre las nuevas observaciones a gran escala de este anillo obtenidas por el SDSS-I con las predicciones de nuestro modelo teórico de N cuerpos de la destrucción por marea de una galaxia enana durante los últimos 3 mil millones de años. Por último, se han encontrado pruebas sólidas de que este anillo posee una población estelar pobre en metales con una edad comparable a la de los cúmulos globulares viejos del halo. Esto descarta que pudiera estar relacionada con una perturbación del disco galáctico, formado por una población estelar mucho más rica en metales y más joven.

La determinación de la posición de la galaxia progenitora de la corriente de Monoceros es fundamental para poder reconstruir la historia dinámica de este satélite y su papel en el moldeado de las partes externas de la Vía Láctea. La mejor candidata es una sobre-densidad de estrellas en Canis Major, cuya naturaleza ha dado a un gran



Arriba: Modelos teóricos de N cuerpos de las corrientes de marea de Sagitario y Monoceros desarrollados por nuestro equipo en los últimos años. Las coordenadas (X,Y,Z) se refieren al centro de la Vía Láctea.

Derecha: Modelo de la corriente de Monoceros obtenido a partir de la comparación de las observaciones disponibles con más de 150.000 soluciones para la órbita semi-analítica de la galaxia satélite progenitora, en proceso de destrucción en el potencial de la Vía Láctea durante los últimos 3 mil millones de años.



grueso) y la distribución de materia oscura en nuestra Galaxia. 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 encontrado que los restos de marea gigantes descubiertos en la constelación de Virgo por el cartografiado Sloan Digital Sky Survey (SDSS-I) están relacionados con la caída de una de las colas de la corriente de Sagitario sobre el disco galáctico en una posición muy próxima al Sol. Los modelos teóricos del grupo reproducen la estructura tridimensional de este sobre-densidad estelar sólo en el caso de que la forma del halo de materia oscura de la Vía Láctea sea oblató. Los resultados han sido publicados en la revista *Astronomical Journal*.

Se han obtenido evidencias sólidas de que el anillo estelar que envuelve a la Vía Láctea (llamado Monoceros, ver Figura 1) es una corriente de marea formada 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 (Figura 2). 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.

Se ha participado en el descubrimiento de una nueva galaxia del Grupo Local: Andrómeda X, satélite de la galaxia de Andrómeda, y situada entre las galaxias enanas más débiles jamás detectadas. En el descubrimiento fueron clave las observaciones realizadas con el WHT del ORM.

Evolución del Proyecto

Uno de los objetivos prioritarios de este Proyecto en 2006 fue la caracterización de nuevos posibles restos de mareas descubiertos en el halo galáctico que podrían estar relacionados con la fusión de galaxias enanas con la Vía Láctea y la identificación de sus progenitores. Estas nuevas subestructuras habían sido previamente identificadas mediante el análisis de enormes muestras de estrellas (RR Lyrae, estrellas tipo-F de secuencia principal) a partir de los datos proporcionados por el cartografiado fotométrico *Sloan Digital Sky Survey* (SDSS). La comparación de estos datos con

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

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

E.J. Alfaro (IAA, Granada); D. Butler y H.-W. Rix (MPIA, Alemania); B. Carney (Univ. de Carolina del Norte, EEUU); Z. Ivžić (Univ. de Washington, 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); I. Trujillo (Univ. de Nottingham, Reino Unido); R. Zinn (Univ. de Yale, Connecticut, EEUU), D. Zucker (IoA, Reino Unido).

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 gigantes o subestructuras estelares en torno a las galaxias espirales mayores. El descubrimiento de estas corrientes de marea en nuestra Galaxia nos 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. Sus principales objetivos son la caracterización de las dos corrientes de marea mayores conocidas (Sagitario y Monoceros) y la búsqueda de nuevas subestructuras en el halo externo. 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 la Vía Láctea (halo, disco

Modelos de síntesis de poblaciones estelares y metodología de análisis

La valía de los MESPE para los estudios de PPEE 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 MESPE 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 MESPE que predice espectros completos de PPEE a resolución 1.8\AA (FWHM) en dos rangos espectrales limitados del visible, y en el infrarrojo cercano en la región del triplete del CaII alrededor de 8600\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 PPEE 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 $\text{H}\gamma$, 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 nos 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 $\text{H}\beta$, muestra cierta dependencia con la metalicidad y es sensible a la emisión nebular.

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 diagnósticos para romper las degeneraciones fundamentales que afectan a las PPEE. Particularmente relevante es el estudio de nuevos indicadores específicamente desarrollados para explotar los filtros sintonizables de OSIRIS-GTC.

Modelos de formación y evolución de galaxias

Los MESPE sintetizan espectros de PPEE 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 MESPE por las derivadas a partir de simulaciones hidrodinámicas (código MASCLLET: Quilis, V. 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 PPEE 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 tipo temprano 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 PPEE 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 PPEE 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 σ) y las relaciones Color-Magnitud (CMR) y $\text{Mg}-\sigma$ 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

debate. Confirmar si Canis Major es la galaxia enana más cercana conocida (a sólo 8 kpc del Sol) es un objetivo prioritario de este Proyecto, ya que permitiría un estudio con una resolución sin precedentes de la evolución y dinámica de una galaxia enana en destrucción. Durante 2006 se ha completado y publicado la primera etapa del cartografiado fotométrico sin precedentes de esta posible galaxia enana descubierta en Canis Major mediante la cámara de gran campo del telescopio ESO 2.2 m. Los perfiles de densidad obtenidos, los diagramas color-magnitud y el análisis de su población estelar mediante diagramas sintéticos confirman la existencia de una gigantesca subestructura estelar en el tercer cuadrante de nuestra Galaxia, cuya naturaleza (resto de galaxia enana o anomalía galáctica) es todavía un misterio.

Uno de los principales objetivos de este Proyecto es también la búsqueda de nuevos restos de marea en el halo Galáctico. La búsqueda de estos fósiles de galaxias a partir del cartografiado fotométrico del SDSS-I ha comenzado con éxito y se han identificado dos posibles nuevas corrientes de marea. La confirmación de estas corrientes será el objetivo prioritario de las próximas campañas de observación.

Este Proyecto se nutre también de numerosas colaboraciones con otros grupos de investigación internacionales que han dado fruto a interesantes resultados. Entre ellos destacan el descubrimiento de una nueva galaxia en el Grupo Local (Andromeda X, satélite de M31) con el telescopio WHT, la detección de un gradiente de abundancia metálica en la corriente de marea de Sagitario y el descubrimiento de varias posibles colas de marea en torno al extraño objeto del halo Wilman 1, cuya naturaleza (galaxia enana o cúmulo globular) es controvertida. Desde el punto de vista teórico, se ha participado en un estudio para analizar la posibilidad de usar las corrientes de marea para determinar la evolución del halo galáctico y sondear también su sensibilidad a la presencia de grupos de materia oscura entorno a la Vía Láctea. La principal conclusión es que las corrientes de marea no guardan la memoria de esta evolución de nuestra Galaxia en los últimos 8 Giga-años y que son por lo tanto potentes trazadores de la forma del halo Galáctico en el presente.

POBLACIONES ESTELARES EN GALAXIAS DE TIPO TEMPRANO (312406)

A. Vazdekis.

M. Beasley, C. Carretaro, J. Cenarro, J.L. Cervantes, A. de Lorenzo Cáceres e I. García de la Rosa.

N. Arimoto (NAOJ, Japón); B. Barbuy (Sao Paulo, Brasil); P. Coelho (IAP, Francia); P.R. Carvalho (Brasil); J. Brodie (UCO-Lick); S. Cassisi, E. Brocato (Obs. de Teramo, Italia); C. Chiosi y R. Tantaló (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. Mármod Queralto (Univ. Complutense de Madrid); V. Quilis (Univ. de Valencia); B.K. Gibson, P. Sánchez-Blázquez (Preston, Reino Unido); R. Sharples (Univ. de Durham, Reino Unido).

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 (PPEE). 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 (MESPE) permite inferir los parámetros relevantes de las PPEE 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 PPEE 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 MESPE que se muestran incapaces de romper en parte las conocidas degeneraciones fundamentales que afectan a la luz integrada.

Este Proyecto pretende mejorar los MESPE 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 PPEE permiten probar la validez de los escenarios de formación. A continuación se describen las principales líneas de investigación y objetivos generales que se acometerán en el marco de este Proyecto.

un amplio rango de parámetros de las PPEE, por lo que, representado frente a un indicador de metalicidad, se obtiene un diagrama diagnóstico que permite romper la conocida degeneración edad/metalicidad que afecta a la luz integrada de las PPEE. La mayor parte de las determinaciones de las edades de las galaxias de tipo primero efectuadas en las últimas dos décadas se han hecho mediante el indicador estándar $H\beta$ de Lick, que presenta una dependencia significativa de la metalicidad para poblaciones viejas y por tanto no permite estimar de forma precisa la edad de las PPEE. Es preciso destacar que para medir el nuevo indicador $H\beta_0$ no se necesitan espectros de calidad superior a los que usualmente se usan para medir el índice estándar de Lick.

Galaxia elíptica aislada con posible episodio de fusión

Un análisis exhaustivo, que incluye la morfología, cinemática, simulaciones numéricas y poblaciones estelares de una galaxia elíptica masiva distante con velocidad de recesión $cz \sim 14317 \text{ km/s}$, situada en un entorno aislado, sugiere de forma consistente que ha existido un episodio de fusión con una galaxia aproximadamente 10 veces menos masiva. La morfología revela la presencia de un anillo circumnuclear. El análisis de sus PPEE indica que dicho anillo es más metálico y joven.

La galaxia se desvía claramente de la relación Faber-Jackson, indicando que esta lejos de ser un objeto virializado. Esta galaxia representa todo un ejemplo de los procesos que tienen lugar en un evento de fusión. Este resultado trascendió a los medios de comunicación de masas.

Nuevas estimaciones de las escalas de formación de las PPEE galaxias supermasivas de cúmulos

Se ha completado un estudio detallado de las PPEE de 27 galaxias muy masivas en 4 cúmulos más ricos que Coma, situados a $z \sim 0.2$, encontrándose que tanto la abundancia relativa $[Mg/Fe]$ como $[CN/Fe]$ aumentan con la dispersión de velocidades. Las relaciones obtenidas sugieren que las escalas de tiempo de formación de las galaxias de masa intermedia a masivas $\sim 200 \text{ km/s}$ son más cortas en cúmulos de gran riqueza que las correspondientes a la expulsión masiva de CN al Medio Interestelar.

Evolución del Proyecto

Modelos: ingredientes

Se ha completado una nueva biblioteca de espectros estelares, observada en el INT/IDS, compuesta por 985 estrellas. La biblioteca,

denominada MILES, cubre el rango 3500-7500 Å a resolución 2.3 Å. Asimismo, se han homogeneizado los parámetros estelares tomando como referencia las estimaciones de parámetros a partir de los espectros Echelle de la biblioteca ELODIE. La principal característica de esta biblioteca es el cubrimiento de parámetros estelares alcanzado, el cual no tiene precedentes en la literatura. Los espectros de MILES se han calibrado en flujo relativo y se han corregido de absorción telúrica. Esta biblioteca se ha constituido como referencia para los estudios de las PPEE, sustituyendo a la biblioteca estándar de Lick/IDS, con la que se han realizado la mayor parte de los estudios de PPEE basados en líneas de absorción a baja resolución.

Se ha avanzado en la incorporación de MILES, comprobándose cada espectro de forma individual, en los nuevos MESPE. Se han computado varias versiones preliminares de espectros de PPEE basados en esta biblioteca. Ante la demanda por parte de grupos de trabajo que precisan interpretar sus datos, se ha hecho pública una versión limitada de estos modelos. Véase la página Web: <http://www.iac.es/galeria/vazdekis/>

Se ha avanzado significativamente en la construcción de la primera biblioteca espectral con amplio cubrimiento de parámetros estelares y resolución moderadamente alta (2000) en la banda K. Aún es necesario incluir una muestra representativa de estrellas de carbono.

Modelos: degeneraciones fundamentales

Se ha optimizado una nueva definición de indicador de edad para poblaciones viejas e intermedias basado en la línea $H\beta$. En lugar de utilizar espectros de estrellas, como era habitual, se ha empleado la nueva biblioteca de espectros de PPEE calculados con el nuevo MESPE. Éstos permiten estudiar el comportamiento de distintas definiciones de índices en función de los principales parámetros de las poblaciones, como edad o metalicidad, y no como una parametrización de la temperatura efectiva, la gravedad o metalicidad de las estrellas, como es el caso de los indicadores del tradicional sistema de Lick/IDS. Pero estos modelos no sólo permiten optimizar las definiciones ante los parámetros de las poblaciones, sino ante la dispersión de velocidades de las galaxias, la resolución instrumental, la señal- ruido o modelar los efectos de la extinción. Al representar el nuevo índice, denominado $H\beta_0$, con respecto a indicadores de metalicidad, medidos en los espectros de las PPEE de diferentes edades y metalicidades, se obtienen mallas de modelos prácticamente ortogonales, lo que constituye un diagrama diagnóstico que nos permite distinguir la edad que variaría a lo largo 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 PPEE 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 PPEE 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) 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 se estará 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

El modelo jerárquico predice que las componentes esferoidales se forman a partir de fusiones de discos. Pese a que potencialmente las PPEE pueden proveer 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 PPEE en galaxias lenticulares y espirales de tipo temprano con barras, e incluso con barras secundarias. Como principal objetivo 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.

Algunos resultados relevantes

Una nueva biblioteca de espectros estelares en el rango óptico

Se ha completado una biblioteca de espectros estelares compuesta por ~1.000 estrellas, denominada MILES, que cubre el rango espectral óptico a resolución 2.3Å (FWHM). Las estrellas han sido cuidadosamente escogidas de tal forma que garantizan un cubrimiento de parámetros estelares sin precedentes en la literatura. MILES ha sido publicada recientemente constituyéndose en la biblioteca referencia para las nuevas versiones de los modelos de síntesis y para los estudios de las PPEE. Véase <http://www.ucm.es/info/Astrof/miles/miles.html>

Ruptura de la degeneración edad/metalicidad

Se ha desarrollado un nuevo indicador, basado en la línea de absorción H β , optimizado para derivar la edad de los cúmulos estelares y de las galaxias de tipo primero. Dicho indicador, denominado H β 0, es prácticamente insensible a la metalicidad para

un eje, de la metalicidad, que lo haría a lo largo del otro eje. La ortogonalidad de la malla de modelos resultante no tiene precedentes en la literatura, por lo que se rompe la conocida degeneración fundamental entre la edad y la metalicidad.

Por otro lado, se han definido varios indicadores, basados en los filtros sintonizables de OSIRIS para el estudio de las PPEE. Ello es posible mediante la convolución de las respuestas de los filtros con los espectros sintéticos de las PPEE y midiendo las sensibilidades de diferentes definiciones prueba con respecto a la edad y metalicidad de las PPEE. Esto permite estudiar galaxias más débiles, ir más allá del radio efectivo en galaxias cercanas, o realizar extensos muestreos de varios de estos indicadores en cúmulos de galaxias. Es preciso resaltar que algunos de estos indicadores estarán ya disponibles para su empleo cuando entre en funcionamiento el telescopio GTC.

Galaxias de primeros tipos

Se realizó un estudio detallado de las PPEE de una muestra de 22 galaxias elípticas de los grupos compactos de Hickson y 12 de campo de distinta masa. En el análisis se usaron varios modelos de síntesis de PPEE y varias metodologías para la estimación de la abundancia relativa $[Mg/Fe]$, así como dos procedimientos distintos para corregir la emisión gaseosa de las líneas de absorción. Sorprendentemente se obtuvo que las galaxias de los grupos de Hickson de menor masa presenten valores de $[Mg/Fe]$ significativamente más altos que los de las galaxias de similar masa de campo. Esto indica historias de formación estelar truncadas, probablemente como consecuencia de procesos intensos de fusión de galaxias en entornos de muy alta densidad.

Se completó un análisis detallado de las PPEE de las galaxias de primeros tipos pertenecientes a cúmulos de distinta riqueza y luminosidad en rayos X. Para ello se emplearon los espectros de mayor calidad del archivo del SLOAN hasta *redshift* 0.25, usando las distintas versiones de dicho archivo. Se han obtenido valores más altos de la abundancia relativa $[CN/Fe]$ en cúmulos de baja densidad en relación a los valores obtenidos en cúmulos más masivos para galaxias en el rango de dispersiones de velocidad 150-250 km/s, confirmándose así un trabajo realizado previamente por este grupo con una muestra más limitada. Debido a que el CN se expulsa al Medio Interestelar en escalas

de tiempo más cortas que las características del Fe (1 giga-año), la abundancia relativa $[CN/Fe]$ indicaría que las PPEE de estas galaxias se formaron más rápidamente en cúmulos más masivos (antes de la expulsión masiva de CN). Sin embargo el hecho que la sobreabundancia de $[Mg/Fe]$ no depende del cúmulo indica que las PPEE de estas galaxias se formaron antes de 1 giga-año, independientemente del cúmulo, que representaría una cota superior a las escalas de tiempo características de las galaxias de masa intermedia/masiva. Se ha completado la tesis doctoral de C. Carretero.

Sistemas de cúmulos globulares extragalácticos

En el ámbito del estudio de cúmulos globulares (CGs) extragaláctico, se ha llevado a cabo el análisis espectroscópico de las poblaciones estelares de una muestra de 20 CGs en la galaxia E0 NGC1407. La calidad sin precedente de los datos obtenidos en el telescopio Keck II con el espectrógrafo LIRIS, ha permitido confirmar que la mayoría de los CGs de las galaxias elípticas son viejos, con edades típicas como las de los CGs de la Vía Láctea. Además, para una submuestra de estos CGs que, según la intensidad de sus líneas de Balmer, son aparentemente jóvenes (del orden de 3–5 giga-años), se ha encontrado por primera vez claros indicios de que, en realidad, se trata de CGs viejos con una rama horizontal muy azul, análogos a los CGs de nuestra Galaxia que presentan efectos de «segundo parámetro» en las morfologías de sus ramas horizontales. Finalmente, dentro de la población metálica de los CGs de NGC1407, se ha observado una correlación sin precedente entre las abundancias relativas de $[Mg/Fe]$ y $[C/Fe]$, lo que sugiere bien la existencia de distintas escalas de tiempo en la formación entre los CGs y/o inhomogeneidades locales en el patrón de abundancias químicas en el momento temprano de la formación de estos objetos. Asimismo, se confirma la sobreabundancia de CN como un fenómeno común de los CGs de galaxias elípticas, poniendo de manifiesto la necesidad de explicar la formación del N dentro de un escenario de evolución química primordial.

En colaboración con el grupo de UCO/Lick se completó el análisis de los datos del archivo del HST/ACS de los sistemas de cúmulos globulares de 100 galaxias de Virgo. La muestra de galaxias,

ESTRUCTURA DE LAS ESTRELLAS Y SU EVOLUCIÓN

polarimétrico de sistemas con periodo orbital corto, clasificadas 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 irradiación externa sobre las atmósferas estelares.

Obtención de curvas de luz en el 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 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 disponible.

Por otra parte, se *observa* una gran densidad de sistemas intrínsecamente muy luminosos (ej. con tasas de transferencia de materia muy altas) en el rango 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

ESTRELLAS BINARIAS (P7/88)

C. Lázaro.

M.J. Arévalo Morales, P. Rodríguez Gil, I. González Martínez-Pais, J. Casares, J.M. González Pérez, T. Shabaz y S. Araujo-Betancor.

B.T. Gänsicke, T.R. Marsh, A. Aungwerojwit, M. Dillon y A. Rebassa Mansergas (Univ. de Warwick, Reino Unido); M. Pérez Torres, 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. Schwobe y A. Nebot (Inst. de Astrofísica de Potsdam, Alemania).

Introducción

El estudio de las estrellas binarias es una parte esencial de la Astrofísica Estelar. Se cree que la mayoría de 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 o en 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 masas estelares.

En este Proyecto se siguen varias líneas de trabajo: El estudio fotométrico, espectroscópico y

de luz en infrarrojo (J, H, K) de la binaria V505 Sgr, junto con curvas fotométricas en visual (B,V) y de velocidad radial de otros autores. Para el análisis se ha utilizado nuestro propio código BinaRoche. Esto ha permitido determinar los parámetros absolutos del sistema y sus componentes estelares, así como determinar la velocidad de rotación de la estrella primaria. La forma más precisa para determinar la velocidad de rotación de las componentes estelares en sistemas binarios eclipsantes, como V505 Sgr, se basa en modelar (con un código como BinaRoche) la distorsión en las curvas de velocidad radial que pueden ser observadas durante los eclipses. Del análisis se deriva que la estrella primaria tiene una rotación más rápida que la correspondiente a sincronismo orbital en un factor 1.20.

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

R. Rebolo.

**E.L. Martín, M.R. Zapatero Osorio, G. Israelian,
H. Bouy, V. Sánchez Béjar, G. Bihain, A.
Ecuivillon, C. Domínguez y L. Valdivielso.**

D. Barrado y Navascués (LAEFF, Madrid); A. Pérez-Garrido, I. Villo y T. López (Univ. Politécnica de Cartagena); J.A. Caballero, R. Mundt y C. Bailer-Jones (MPIA, Alemania); M. Mayor, S Urdí y D. Queloz (Obs. de Ginebra, Suiza); Y. Pavlenko (Obs. de Kiev, Ucrania); C. Telesco (Univ. de Florida, EEUU); D. Sasselov y D. Latham (Univ. de Harvard, EEUU).

Introducción

Este Proyecto tiene como principal objetivo estudiar el origen y la evolución de los objetos subestelares (enanas marrones y planetas) mediante su detección directa y caracterización fotométrica y espectroscópica en varias etapas evolutivas. Hay evidencia creciente de que el proceso de fragmentación de nubes moleculares que origina las estrellas se extiende a masas mucho menores dando lugar a enanas marrones (cuerpos del tamaño de Júpiter aunque considerablemente más densos) e incluso formando cuerpos como Júpiter. Las enanas marrones y los planetas gigantes desligados de estrellas parecen ser muy abundantes, tanto como las estrellas de muy baja masa. El mecanismo que produce estos objetos todavía es desconocido. Podrían originarse en discos protoplanetarios como resultado de inestabilidades gravitatorias y ser eyectados debido

a interacciones dinámicas con otros cuerpos del entorno o podrían formarse directamente de la fragmentación de nubes, siempre que la masa sea superior al llamado límite de opacidad, que teóricamente se establece entre una y pocas veces la masa de Júpiter. La fragmentación turbulenta de las nubes moleculares predice un comportamiento log-normal para la función de masas que puede ser verificado experimentalmente si se realizan observaciones de suficiente sensibilidad en regiones de formación estelar.

Es necesario también realizar búsquedas de planetas en órbitas mucho más distantes para completar lo que hasta ahora es una visión parcial (sesgada por la técnica de observación empleada) de la distribución de los planetas jovianos. La detección directa de planetas jovianos en órbitas con radios de decenas de unidades astronómicas es factible si las búsquedas se realizan alrededor de estrellas jóvenes como nuestro equipo propone desde hace tiempo. Las nuevas técnicas de imagen en el infrarrojo cercano con instrumentos basados en Óptica Adaptativa, y las cámaras para el infrarrojo medio en telescopios de gran diámetro pueden ser cruciales para completar el escenario de formación de los planetas y sistemas planetarios. A largo plazo, se pretende determinar la evolución de las principales características físicas (temperaturas atmosféricas, gravedades superficiales, radios) de objetos en un dominio esencialmente inexplorado que va desde las masas de planetas como Júpiter (alrededor de estrellas o no) hasta las masas de las estrellas más pequeñas. Para ello se realizarán observaciones en regiones de formación estelar, cúmulos estelares y de estrellas de varias edades de la vecindad solar.

Evolución del Proyecto

Se ha continuado con la búsqueda y caracterización de estrellas de baja masa, enanas marrones y objetos de masa planetaria en varios cúmulos estelares que cubren un rango de edades entre unos pocos millones de años y menos de mil millones de años.

Las búsquedas se han realizado combinando exploraciones con filtros en la parte más roja de óptico (banda I) con otras empleando detectores infrarrojos en bandas JHK. Los principales resultados obtenidos son:

- La detección del primer candidato subestelar en el cúmulo del Pesebre que con una edad de más de 500 millones de años, presenta características fotométricas propias de las enanas de tipo L.

masa (y la entrada al *period 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 desde el IAC y cuenta con una amplia colaboración internacional.

Respecto a este mismo grupo de cataclísmicas, las SW Sextantis, se ha continuado con el trabajo 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 45 nuevos periodos orbitales (~25% de la muestra), se ha observado por primera vez la gran acumulación de Variables Cataclísmicas alrededor del periodo orbital mínimo predicha por la teoría después de más de 20 años de debate. 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 2007.

Evolución del Proyecto

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

Durante 2006 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 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.

Estados de pequeño ritmo de transferencia de masa en sistemas SW Sextantis

A lo largo del pasado año 2006 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 los "estados bajos" rápidamente con el fin de activar los diversos programas "ToO" con los que ya se contaba.

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. El artículo, que presenta la primera medida dinámica de las masas presentes en un sistema SW Sex, se está redactando en la actualidad y será publicado en *Astrophysical Journal*.

Estructura de acreción de los sistemas SW Sextantis

Se ha continuado con el estudio del segundo sistema que muestra claros indicios de ser magnético (de dos en que se ha buscado); se trata de J1643.7+3402. Se ha descubierto en él polarización circular que muestra variabilidad con un periodo de 19.4 minutos, que por varias razones puede ser considerado el periodo de rotación de la enana blanca. Esta fenomenología constituye la firma de una enana blanca magnética acreta material. En los primeros meses de 2007 serán publicados los resultados de este trabajo.

Determinación de parámetros físicos ($[Fe/H]$, M , L , R , T_{eff}) y distancia de las variables de tipo RR Lyrae en el cúmulo globular M2

Durante 2006 se ha finalizado y publicado el análisis de la fotometría CCD del cúmulo globular M2. Esto ha permitido descubrir ocho nuevas variables de tipo RR Lyrae, obtener los parámetros absolutos de las variables RR Lyrae conocidas de este cúmulo, y determinar su distancia. Además, se han derivado relaciones generales aplicables a otros cúmulos en un amplio rango de metalicidad.

Parámetros absolutos de la binaria de tipo Algol V505 Sgr

Se ha llevado a cabo el análisis de nuestras curvas

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 4 BHs y 1 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. P_{orb} 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 P_{orb}).

Asimismo, se pretende estudiar la composición química de las estrellas compañeras y, concretamente, establecer el origen de las altas abundancias de litio y elementos- α 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 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 Li^7/Li^6 es un indicador del mecanismo de aceleración de partículas que produce estos elementos en el entorno del BH o NS.

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 obtenido nuevos datos espectroscópicos de BW Cir con VLT+FORS2 para romper el "aliasing" que afecta al periodo orbital y, por tanto, a los parámetros fundamentales de esta binaria. Los datos han sido reducidos y están en proceso de análisis. Por otro lado, se ha obtenido tiempo de observación con el telescopio 3.5 m de La Silla (Chile) para el próximo verano con el objeto de determinar el periodo orbital en el candidato a BH clásico KY TrA y estudiar su modulación elipsoidal.

Por su parte, el trabajo sobre el microcuásar clásico SS 433 muestra que el espectro de absorción detectado en varios trabajos no está asociado a la estrella compañera sino a un viento del disco de acreción (Barnes et al. 2006 *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.* 365 296). Este resultado da soporte a la hipótesis de que el objeto compacto es una NS en lugar de un BH masivo, tal como propusieron anteriormente otros trabajos.

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 Review" sobre este tema en el IAU Symp. 238: "Black Holes: From Stars to Galaxies -Across the Range of Masses" (Praga 21-25 agosto 2006).

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

- La detección de nuevos objetos con masa cercana a 5 veces la masa de Júpiter (M_{Jup}) en el cúmulo alrededor de la estrella sigma de Orión. En este cúmulo, que tiene entre 2 y 5 millones de años también se ha determinado la función inicial de masa con completitud hasta $\sim 6 M_{Jup}$. Utilizando datos del satélite Spitzer se ha realizado un estudio de la frecuencia de discos protoplanetarios alrededor de las estrellas de baja masa, enanas marrones y objetos de masa planetaria en este cúmulo. En uno de estos objetos S Ori J053825.4-024241 se ha investigado en detalles los procesos físicos de acrecimiento de material que revelan características muy similares a los de las denominadas estrellas T Tauri clásicas.

- Se han conseguido imágenes profundas infrarrojas de más de 100 estrellas de baja masa en el cúmulo de las Híades con sensibilidad suficiente para detectar enanas marrones de tipo T a separaciones mayores de 200 UA. Los datos están siendo complementados con imágenes en banda I. En este cúmulo todavía no se ha confirmado la existencia de enanas marrones.

- Se ha realizado un estudio de la multiplicidad de objetos subestelares en el cúmulo Upper Scorpius.

- Se ha confirmado mediante espectroscopía infrarroja varios candidatos a enanas marrones en el cúmulo de las Pléyades identificados previamente por su movimiento propio. Los objetos han sido clasificados espectralmente como enanas de tipo L.

Se ha continuado con el estudio de las abundancias de diversos elementos químicos en estrellas que tienen planetas con los siguientes resultados. Más de 150 estrellas han sido analizadas a partir de espectros de alta resolución concluyéndose que:

1.- La abundancia de oxígeno en estrellas que albergan planetas es en promedio 0.1-0.2 dex mayor que la de estrellas similares donde aquellos no se han detectado.

2.- Las abundancias de elementos volátiles y refractarios tienen comportamiento similar en muestras de estrellas con planetas y sin planetas conocidos. En caso de que la contaminación de material planetario en las atmósferas de las estrellas fuese importante habríamos esperado una diferencia en el comportamiento de estos elementos. Aunque no se ha detectado tendencias promedio, sí es evidente la existencia de anomalías en unas pocas estrellas con planetas gigantes.

Finalmente, se ha impulsado y participado en el desarrollo de una cámara de lectura ultrarrápida denominada FASTCAM para el telescopio TCS

que permite obtener imágenes en el límite de difracción de este telescopio en banda R e I. Con esta cámara se ha investigado la multiplicidad de estrellas en cúmulos como sigma Orionis y de estrellas de baja masa de la vecindad solar.

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

J. Casares.

A. Herrero, I.G. Martínez Pais, T. Shahbaz, G. Israelian, P. Rodríguez-Gil, T Muñoz Darias, R. Cornelisse y H. Hernández Peralta.

M. Pérez Torres (MIT, EEUU); P.A. Charles (SAAO, Sudáfrica); T. Marsh 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); D. Steeghs (Harvard-Smithsonian Center for Astrophys, 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 (Flagstaff Obs., 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 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 10^3 - 10^6 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

(NOAO, China).

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. El 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 rodea, ionizándolo, calentándolo y acelerándolo. Su vida es tan breve que su mera presencia 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 se dispone de dichos parámetros estelares y abundancias, se puede 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.

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 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

V801 Ara, V926 Sco (Casares et al. 2006 *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.* 373 1235) y se ha avanzado mucho en el análisis de las fuentes, GX9+9, GR Mus 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 1 propuesta de ToO (Tiempo de Oportunidad) aprobada en el telescopio WHT. Asimismo, se ha obtenido espectroscopia de alta resolución con UVES 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 participó en una campaña internacional de seguimiento de la erupción de IGR J00291+5934 y han concedido tiempo en el telescopio VLT para estudiar una muestra de sistemas en quietud y extraer información de sus parámetros fundamentales.

Por otro lado, se ha finalizado el análisis de las curvas de luz de Bowen y rayos X de Sco X-1 (Técnica de Eco-tomografía) cuyos resultados se anuncian en (Muñoz-Darias et al. 2007 *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*). 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. En el caso concreto de Sco X-1 se han conseguido medir retrasos de 15 seg., consistente con la separación entre las 2 estrellas. El Proyecto continúa con una propuesta VLT+ULTRACAM/XTE del sistema V801 Ara aprobada para el próximo verano. Asimismo, se cuenta con 50ks con XTE para repetir este experimento con Cyg X-2, la petición para tiempo óptico de apoyo se realizará el próximo semestre.

Con relación al estudio de variabilidad rápida en SXTs en quietud se continúa con el análisis de datos "multibanda" (WHT, Gemini, XMM y Radio) de V404 Cyg para el estudio del espectro de la variabilidad del disco de acreción. Análisis preliminar de los datos XMM muestra un espectro compatible con modelos de disco advectivo. Casualmente, durante la campaña de monitorización de XTE J1118+480 se descubrió una nueva erupción óptica sin contrapartida en rayos X. Los datos recogidos muestran variabilidad tipo "superhump" y una distribución espectral de energía con exceso IR que sugiere la presencia de un jet. Estos resultados han sido publicados en Zurita et al. (2006 *Astrophysical*

Journal 644 432). También se han analizado las curvas de luz de N. Mus 91 que muestran actividad tipo "flares" en diferentes bandas y con una amplitud del 40%. El espectro de potencias muestra muchos QPOs, algunos altamente coherentes, como por ejemplo a 7.6 min. Parte de estos resultados han sido presentados en el "Invited Review" Shahbaz 2006 "High-speed optical observations of X-ray binaries", Galway (Irlanda) 6-7 junio 2006.

Respecto a la fotometría rápida de GX 9+9, los datos fueron tomados el pasado junio y han sido completamente reducidos por el nuevo post-doc M. Durant. Asimismo, se ha completado el código para simular la curva de luz producida por un disco alabeado irradiado y su efecto en QPOs producidos en la cara interna de la estrella compañera.

Por otro lado, se comparó la curva de velocidad radial de Cen X-4 en quietud y mapas Doppler de H α y H ϵ 5876 con simulaciones de efectos de irradiación obtenidas con el código desarrollado por T. Muñoz-Darias. El análisis, presentado en D'Avanzo et al. (2006 *Astronomy & Astrophysics* 460 257) demuestra que los efectos de irradiación en Cen X-4 son completamente despreciables y, por tanto, los parámetros fundamentales de esta binaria están libres de efectos sistemáticos.

En el apartado de abundancias químicas de las estrellas compañeras se ha avanzado mucho en el estudio de la razón isotópica 6Li/7Li 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. Este resultado se ha enviado a publicar en *Astronomy & Astrophysics*.

ESTRELLAS MASIVAS AZULES (P8/98)

A. Herrero.

M. García, G. Gómez Velarde, D.J. Lennon, A. Lenorzer, A. Rosenberg González, A. de Vicente, M.R. Villamariz, N. Castro, L.J. Corral Escobedo, y S. Simón Díaz

R.-P. Kudritzki, F. Bresolin y M.A. Urbaneja (Inst. Astronomy, Hawaii, EEUU); J. Puls, K. Butler (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 (IEM); I. Negueruela y P. Pastor (Univ. de Alicante); I. Ribas (Univ. de Barcelona); L. Deng

MEMORIA
IAC 2006

77

L. di Fabrizio, A. Magazzu y A. Martínez-Florenzano (TNG, La Palma), D. Barrado y Navascués y E. Solano (LAEFF, Madrid); 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, A. Hatzes (Obs. de Tautenburg, Alemania); A. Ghez (UCLA, EEUU), D. Montes (Univ. Complutense de Madrid); C. Baffa y S. Randich (Obs. de Arcetri, Italia); G. Micela y B. Stelzer (Palermo, Italia), G. Wiedemann (Hamburgo, Alemania); A. Amorim, J. Lima, A. Moitinho (Lisboa, Portugal), C. del Burgo (Dublín, Irlanda), M. Bessell y P. Dobbie (Australia), L. Pasquini, J. Liske, A. Manescau (ESO), P. Molaro, P. Bonifacio y S. D'Oderico (Obs. de Trieste, Italia); F. Pepe, S. Udry

M. Haehnelt, M. Murphy, S. Hodgkin (IoA, Reino Unido), Y. Pavlenko (Obs. de Kiev, Ucrania).

Introducción

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

El plan de trabajo es el siguiente: se continuará liderando el diseño de un espectrógrafo infrarrojo echelle de muy alta resolución ($R \sim 60.000$) para el telescopio GTC (Proyecto NAHUAL) y se participará en el desarrollo de un precursor de espectrógrafo de muy alta dispersión ($R \sim 150.000$) 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" ELT. En el marco de los Consorcios UKIDSS-LAS y CFHTLS se intentará encontrar 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 continuará 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 realizarán estudios de la binariedad de enanas marrones para restringir los modelos evolutivos y de formación. Se estudiará 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.

Algunos resultados relevantes

Se ha demostrado que con espectros de alta

resolución infrarrojos se pueden detectar planetas en torno a enanas marrones y medir su velocidad de rotación. Por primera vez se ha constatado la rápida rotación de las enanas de tipo espectral T.

Se ha avanzado en el estudio de un espectrógrafo infrarrojo echelle denominado NAHUAL para el telescopio GTC del ORM. Se ha desarrollado el caso científico y se ha continuado el estudio de celdas de absorción. El estudio óptico conceptual está casi finalizado.

Se ha descubierto un planeta de corto periodo en la estrella HD 102195b utilizando un nuevo instrumento que puede permitir un aumento significativo en el ritmo de descubrimiento de nuevos planetas gigantes.

Se han descubierto nuevas enanas marrones en la región de formación estelar de Toro-Auriga, y se ha revisado el cociente numérico entre enanas marrones y estrellas que ahora resulta ser similar al del Trapecio en Orión.

Se ha descubierto una nueva población de binarias de muy baja masa con separaciones mayores que

IR nos 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 HeI 4686.

Los objetivos del presente 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.

Algunos resultados relevantes

Durante el año 2006 se ha avanzado en la búsqueda y análisis de cúmulos IR. En la Figura 1, a la izquierda, se puede ver RSG1, un cúmulo con catorce supergigantes rojas (indicadas en la Figura, junto con las coordenadas relativas al centro del cúmulo), lo que implica para el cúmulo una masa de $2-4 \times 10^4 M_{\odot}$, haciéndolo uno de los cúmulos más masivos de la Vía Láctea. En la Figura 2, a la derecha, se ve el cúmulo ID 066. Se aprecia el centro del cúmulo con una zona de extinción a su alrededor que podría provenir de la nube molecular original. Este cúmulo será observado espectroscópicamente con LIRIS en junio de 2007.

Evolución del Proyecto

Durante 2006 se ha avanzado en la astrometría y fotometría de M33, solucionando los problemas que se habían presentado hasta ahora, y se han obtenido espectros de resolución intermedia en esta galaxia, que permitirán la clasificación espectral de sus estrellas. También se obtuvo tiempo para observar estrellas en IC 1613 con VLT-VIMOS, y se ha finalizado la clasificación de los espectros observados en NGC 55. Al mismo tiempo, se ha continuado con la preparación de observaciones con OSIRIS para cuando el telescopio GTC y este instrumento estén disponibles.

En la colaboración FLAMES para estrellas masivas se ha contribuido al análisis de los resultados obtenidos a partir del estudio de estrellas O en las Nubes de Magallanes. Estos estudios muestran que la llamada "discrepancia de masas" (una diferencia entre las masas estelares obtenidas mediante la aplicación de la teoría de atmósferas

estelares y la de estructura y evolución estelar) ha quedado prácticamente solucionada, si bien persisten algunas diferencias de detalle que probablemente indican puntos en los que hay que mejorar alguna de las teorías. Por otro lado, los resultados están de acuerdo con propuestas anteriores del grupo, en el sentido de que los cambios químicos en la superficie de estrellas muy masivas (60-120 masas solares) están determinados por la pérdida de masa, mientras que los de estrellas entre 20 y 40 lo están por la rotación. Las estrellas entre 40 y 60 masas solares podrían estar dominadas por ambos fenómenos.

Se ha avanzado mucho este año en el uso del método de Fourier, al finalizar la determinación de las velocidades de rotación de estrellas O mediante este método. Se ha utilizado por primera vez en estas estrellas el método de Fourier como una herramienta muy potente para determinar velocidades de rotación y separar los distintos tipos de mecanismos que producen ensanchamiento de los perfiles de líneas. 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.

En el IR se han observado fotométricamente un gran número de candidatos a cúmulos estelares masivos utilizando LIRIS. Algunos de ellos resultarán ser definitivamente tales cúmulos masivos. Sin embargo, la información espectroscópica es imprescindible para poder asegurarlo con certeza. Por ello se ha solicitado y obtenido tiempo de observación para obtener espectros en los candidatos más prometedores. También se ha realizado espectroscopía IR de Supernovas.

Dentro de esta línea de investigación, el grupo ha participado en el descubrimiento de un cúmulo extraordinariamente masivo en la Vía Láctea, que llamamos RSG1, el cual tiene un total de 14 supergigantes rojas, un factor tres mayor que el número de cualquier cúmulo conocido hasta ahora. Dada la breve duración de esta fase, el cúmulo estelar tiene que tener una gran masa para albergar simultáneamente tantas supergigantes rojas.

BIOASTRONOMÍA (3I2204)

E.L. Martín.
H. Bouy, L. Valdivielso, V. Sánchez Bejar, M. Vázquez, R. Reboló, A. Martínez, G. Bihain y J.A. Caballero.

ha sido descubrir que las estrellas con planetas son en promedio más metálicas que las estrellas del mismo tipo espectral sin planetas conocidos (Santos, Israelian y 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 (Santos, Israelian, García López et al. 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 427, 1085; 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 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).

20 UA usando observaciones con Óptica Adaptativa de una muestra de enanas M de la asociación OB de Upper Sco.

Evolución del Proyecto

En junio de 2006 se organizó, junto a nuestros colegas del Observatorio de Tautenburg, la tercera reunión internacional sobre el Proyecto NAHUAL, celebrada en Jena. Allí se evaluó el diseño conceptual del instrumento y se realizó un reparto preliminar de los diversos paquetes de trabajo.

Los resultados científicos principales del Proyecto han sido los siguientes:

- Combinando espectroscopía de alta resolución en el óptico obtenida con VLT/UVES con espectroscopía de alta resolución en el infrarrojo obtenida con Keck/NIRSPEC, se ha realizado una búsqueda de planetas en torno a una de las enanas marrones más cercanas conocidas. Se han impuesto restricciones a la presencia de planetas gigantes en órbitas cerradas en torno a la enana marrón y se ha detectado la posible influencia de variaciones asociadas a estructuras superficiales en los datos ópticos. Se ha concluido que las velocidades radiales medidas en el infrarrojo son más estables que las medidas en el óptico para objetos de temperaturas superficiales frías. Este resultado contribuye a justificar el interés científico de NAHUAL.

- Se han utilizado espectros infrarrojos de alta resolución obtenidos con Keck/Nirspec para medir el ensanchamiento rotacional en enanas ultrafrías. Por primera vez se ha podido extender el estudio de la rotación hasta las enanas de tipo T, las más frías conocidas, y se ha comprobado que tienden a rotar rápidamente.

- Con el telescopio HST se estudiaron sistemas binarios de muy baja masa en la vecindad solar y en las Pléyades. Se encontró una baja actividad cromosférica en las componentes de las binarias respecto de las que no son binarias conocidas y se ha propuesto una nueva conexión entre la actividad y la binariedad. Se ha mejorado la estadística de la frecuencia de binariedad de enanas marrones, lo cual supone una restricción importante a ciertos modelos de formación.

- Con el sistema de Óptica Adaptativa del telescopio Canada-France-Hawaii se ha detectado una nueva compañera de muy baja masa en un sistema binario de la vecindad solar, lo cual lo convierte en un sistema triple y ayuda a explicar su baja energía de ligadura. Se ha sugerido que algo similar podría

pasar en otros sistemas binarios de muy baja masa con grandes separaciones.

- Se ha usado ESPADONS, un nuevo instrumento del telescopio Canada-France-Hawaii, para detectar el campo magnético de una enana M, lo cual restringe los modelos de generación de campo magnético en estrellas de baja masa.

- Se han encontrado 17 nuevos miembros de muy baja masa de la región de formación estelar Taurus-Auriga, una de las más cercanas al Sol. Se ha estimado un conciente de enanas marrones a estrellas de 0.23 en esta región, lo cual es similar al Trapecio de Orión, e indica que la densidad estelar no es un factor muy importante en determinar el número de enanas marrones respecto al de estrellas.

- Se han identificado nuevas binarias de muy baja masa en la asociación OB de Upper Sco-Cen. Dos de las binarias tienen separaciones mayores que las que se encuentran en objetos de similar masa de las Pléyades. Esto indica que puede haber una dependencia de la distribución de separaciones de binarias de muy baja masa con la edad o con las condiciones de formación.

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

G. Israelian.

R. Rebolo, R. García López, J.I. González Hernández, A. Ecuivillo y C. Domínguez Cerdeña.

Colaboradores del IAC: J. Casares y J. Trujillo Bueno.

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

Introducción

Recientemente se han llevado a cabo varios análisis espectroscópicos de estrellas con planetas. Uno de los resultados más relevantes

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, Ecuillon, Rebolo et al. 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 421, 649). Además se han analizado las abundancias de algunos elementos pesados, como Zn y Cu (Bihain, Israelian, Rebolo et al. 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 423, 777). Estos análisis abren nuevos debates sobre la consistencia de diferentes indicadores espectroscópicos y la precisión de los parámetros atmosféricos estelares, poniendo de manifiesto que aún se desconocen las principales fuentes de muchos de los elementos más abundantes en el Universo.

PROCESOS DE TRANSPORTE EN ASTROFÍSICA (3I2205)

L. Crivellari.

Colaborador del IAC: Á. Alonso.

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

Introducción

La finalidad del cálculo de modelos de atmósferas estelares puede ser tanto el estudio de la estructura y balance energético en las capas estelares más externas, donde se forma el espectro emergente, como la determinación de los parámetros físicos fundamentales de la estrella (diagnóstico), a través de la comparación de la distribución espectral observada con espectros sintéticos calculados a partir de los modelos. Para tener en cuenta la cantidad de detalles que se observan hoy en día en los espectros de alta resolución, el diagnóstico necesitará modelos cada vez más sofisticados, que abarquen la gran variedad de procesos físicos sugeridos por las observaciones. Sin embargo, para el estudio de la estructura pueden bastar modelos que consideren solamente la solución del conjunto de las ecuaciones constitutivas (bloque constitutivo) y del conjunto de las ecuaciones de transporte y conservación de la energía (bloque energético), acopladas a través de la ecuación de estado. Cada bloque contiene la información

relativa a una clase de procesos físicos, expresada en términos de ecuaciones diferenciales con sus condiciones iniciales y de contorno. Un buen modelo debe ser una representación operativa del sistema físico "atmósfera estelar": los distintos bloques son organizados de acuerdo con la jerarquía de las interacciones entre los distintos procesos físicos. El algoritmo numérico deberá conservar la estructura de las relaciones entre los bloques, y permitirá un control directo sobre los resultados parciales obtenidos dentro de cada uno de ellos. Con herramientas de este tipo se puede experimentar numéricamente los efectos de los procesos físicos individuales sobre la estructura global de una atmósfera estelar (laboratorio numérico). Solamente después de haber cuantificado el papel de aquellos procesos que son imprescindibles para fijar la estructura de una atmósfera estelar, será posible dar con razonable confianza el paso al cálculo de modelos que se alejen de las usuales condiciones simplificadoras, y simulaciones numéricas en geometrías 2D y 3D. En el ámbito de la determinación de la estructura, se ha invertido mucho tiempo y esfuerzo para realizar algoritmos numéricos fiables y eficientes, para el cálculo del transporte radiativo y convectivo, y para hallar una salida al difícil problema de lograr una solución numérica exacta para la ecuación del equilibrio radiativo, cuando se incluya transiciones extremadamente opacas, como el continuo de Lyman y la líneas del hidrógeno. Para ello, es bastante un modelo simplificado del medio, que incluya un número limitado de contribuciones al coeficiente de absorción: solamente aquellas transiciones que determinan el balance energético. Una vez logrado un cálculo de la estructura, satisfactorio porque la determinación auto consistente de la temperatura resulta correcta desde el punto de vista físico y robusto numéricamente en cada capa de la atmósfera, se puede afrontar con confianza el problema de incluir en el balance energético aquellas transiciones que caracterizan los rasgos del espectro emergente.

Algunos resultados relevantes

Para poder calcular correctamente el espectro emergente en el UV lejano, es preciso calcular modelos, en los cuales la profundidad óptica media abarque un intervalo muy grande, alcanzando un

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

El grupo obtuvo los primeros resultados concluyentes sobre la naturaleza particularmente metálica de las estrellas con planetas. En el año 2006 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. Estos nuevos resultados confirman la naturaleza particularmente rica en hierro de las estrellas con planetas.

Se han finalizado los primeros estudios homogéneos de abundancias de elementos volátiles y refractarios en un amplio conjunto de estrellas ricas en metales con y sin planetas. No se encontraron diferencias significativas entre las abundancias en las estrellas con planetas y las de comparación. Este resultado sugiere que el origen del exceso de metalicidad de las estrellas con planetas es primordial, es decir, que los sistemas planetarios se han formado de nubes protoplanetarias de alto contenido en metales.

Todas las determinaciones de abundancias obtenidas en estos últimos 4 años han permitido realizar el primer estudio homogéneo de las tendencias $[X/H]$ vs. T_c en un amplio conjunto de estrellas con planetas y de comparación. Los resultados aportan nuevas pruebas a favor de un origen primordial del exceso en hierro de las estrellas con planetas, aunque no permitan descartar posibles fenómenos de acreción de material planetario.

También se han obtenido los parámetros y abundancias de las estrellas conocidas por tránsitos de planetas gigantes (OGLE).

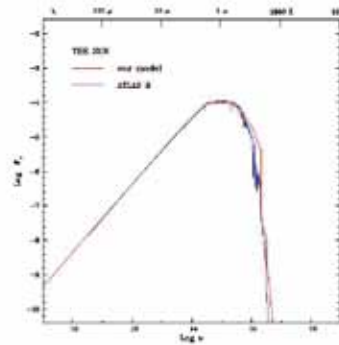
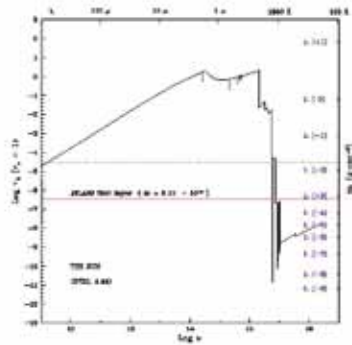
Las abundancias observadas en XTE J1118+480 junto con sus características cinemáticas han permitido concluir que el objeto compacto se originó en una explosión de supernova. Este sistema ha sido trasladado lejos de su región de formación y actualmente se encuentra ubicado en la zona del halo galáctico.

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 2006, se ha ampliado el conjunto de estrellas con planetas y de comparación y se obtuvieron nuevos y mejorados parámetros atmosféricos y metalicidades (Santos, Israelian, Mayor et al. 2005, *Astronomy & Astrophysics*, 437, 1127). Además se ha finalizado el primer estudio homogéneo de abundancias de volátiles (Ecuivillon, Israelian, Santos et al. 2004a, *Astronomy & Astrophysics*, 426, 619; 2004b, *Astronomy & Astrophysics*, 418,703; 2006, *Astronomy & Astrophysics*, 445, 633) en un amplio conjunto de estrellas con y sin planetas. También se ha llevado a cabo un estudio completo de las abundancias de 12 elementos refractarios en 101 y 94 estrellas con y sin planetas respectivamente haciendo uso de los nuevos parámetros atmosféricos (Gilli, Israelian, Ecuivillon et al. 2006, *Astronomy & Astrophysics*, 449, 723). El amplio rango de temperaturas de condensación (T_c) barrido por los elementos químicos analizados ha permitido derivar unas tendencias fiables de $[X/H]$ en función de T_c e investigar la importancia que tienen los fenómenos de acreción en el exceso de metalicidad global observado en las estrellas con planetas (Ecuivillon, Israelian et al. 2006, *Astronomy & Astrophysics*, 449, 809). 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 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 del telescopio 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



valor de t_{Ross} del orden de 10^{-10} para las estrellas calientes y de temperaturas intermedias, del orden de 10^{-14} para las estrellas frías. Solamente el empleo de un algoritmo adecuado,

como el Método Integral Implícito (Simonneau y Crivellari, 1993, *Astrophysical Journal*, 409, 830; Crivellari & Simonneau, 1994, *Astrophysical Journal*, 429, 331), permite satisfacer este requisito.

Los modelos del laboratorio, mencionados arriba, abarcan un número de capas suficiente para incluir las regiones de transporte efectivo para todas aquellas frecuencias que son necesarias para el cálculo correcto del balance energético y una buena síntesis de los rangos espectrales que se forman en las capas más externas. Al revés, modelos como los de Kurucz no pueden tratar correctamente el comportamiento físico de la atmósfera en las regiones con $t_{Ross} < 10^{-4}$. Como bien se puede ver en la Figura, donde se comparan los resultados de los modelos de laboratorio con los resultados del programa ATLAS9 de Kurucz, en el caso de una estrella fría como el Sol, la diferencia en el UV es notable.

Comparación entre los espectros emergentes del Sol y Vega, calculados con los modelos de laboratorio y los modelos ATLAS9 de Kurucz.

Evolución del Proyecto

sumar la serie de las funciones representativas de los perfiles de las líneas.

La puesta en marcha del laboratorio numérico presentado en A-3 ha permitido empezar el estudio de los requisitos impuestos por la Física a los modelos de atmósferas estelares, para que estos puedan permitir un cálculo correcto de los espectros emergentes. Hasta aquí en el coeficiente de absorción se han considerado solamente las principales transiciones ligado-libre de los elementos que influyen sobre la estructura de la atmósfera. No se puede por lo tanto pedir a las distribuciones espectrales calculadas de esta forma que reproduzcan en los detalles aquellas obtenidas a partir de modelos, como ej. los de Kurucz, que incluyen millones de transiciones ligado-libre y ligado-ligado para un gran número de átomos y moléculas. A pesar de ello, el acuerdo cuantitativo entre las distribuciones espectrales de los continuos es ya satisfactorio. Todavía mejores son los resultados conseguidos para las bandas espectrofotométricas. Se han calculado los índices sintéticos en el sistema UBVRi de Johnson-Cousin. La comparación con los resultados de Buser y Kurucz (1992, *Astronomy & Astrophysics*, 264, 557) y aquellos de Bessel,

Ya se ha dicho que el código desarrollado para el cálculo auto consistente de modelos de atmósferas estelares, soluciona con exactitud la ecuación del equilibrio radiativo también en el caso que se consideren transiciones extremadamente opacas. En la versión de 2005, en el cálculo del coeficiente de absorción del hidrógeno se trataban solamente las primeras líneas de las principales series (Lyman, Balmer y Paschen). La versión mejorada de 2006 incluye en dicho coeficiente el efecto global debido a la acumulación de las demás líneas en el límite de cada serie. Esto se ha conseguido calculando un falso continuo por medio de una original aproximación numérica para

MATERIA INTERESTELAR

NEBULOSAS BIPOLARES (P13/86)

A. Mampaso

R.L.M. Corradi, P. Leisy, K. Viironen, M. Santander y L. Cuesta.

Colaboradores del IAC: V. Ortega y S. Navarro.

D.R. Gonçalves (IAG, Brasil), E.R. Rodríguez Flores (IGA, Cuba). V. Lorenzi (Ints. del Telescopio Nacional Galileo, Italia). B. Ercolano (UCL, Reino Unido), M. Perinotto y L. Magrini (Univ. de Florencia, Italia); J. Drew (ICST, Londres, Reino Unido) y la colaboración IPHAS; J.M. Vílchez (IAA, Granada); J. Mikolajevska (Copernicus Centre, Polonia); J.P. Phillips (Univ. de Guadalajara, México); M. Rodríguez, E. Recillas y G. Delgado (INAOE, México).

Introducción

Se persiguen tres objetivos principales:

Determinar las condiciones físico-químicas de las nebulosas planetarias (NPs) 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) y sus propiedades físico-químicas y de interacción con el gas nebular.

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

Algunos resultados relevantes

Analizando la base de datos proporcionada por el cartografiado en H α del plano galáctico (IPHAS: INT Photometric, H-alpha Survey) se han descubierto más de cien candidatos a nebulosa planetaria, de los que la mitad ya han sido confirmados espectralmente. Se ha publicado un trabajo sobre la primera nebulosa planetaria detectada, que resulta ser una de las nebulosas de Tipo-I más grandes, lejanas y con menor abundancia de oxígeno conocidas en la Galaxia.

Se han descubierto centenares de nuevas nebulosas planetarias extragalácticas en una amplia muestra de galaxias cercanas, posibilitando el estudio de la población de masa intermedia en las galaxias del Grupo Local.

Evolución del Proyecto

Nuestro grupo participó muy activamente durante 2006 en el mapa del plano galáctico en H que está realizando la colaboración IPHAS (<http://www.iphas.org>). Lideramos el análisis de las nebulosas ionizadas (compactas y extensas; esto incluye a las regiones HII y a las nebulosas planetarias NPs) y el de las estrellas binarias tipo simbióticas. Ya se ha cartografiado el 90% del plano galáctico Norte, y se han medido fotométricamente y catalogado más de 100 millones de estrellas y más de 3.000 nebulosas extensas, incluyendo regiones HII, objetos H-H, restos de supernova y nebulosas planetarias. Se han descubierto más de un centenar de nebulosas planetarias (cincuenta de ellas ya confirmadas espectroscópicamente) en una zona donde se conocían sólo 182 nebulosas. Estimamos que el número total de nebulosas planetarias descubiertas será unas 700 cuando se acaben de analizar los 1850 grados cuadrados observados.

IPHASX J 205012.6+465517:



una nebulosa planetaria extensa descubierta recientemente en el marco del Proyecto IPHAS.

La nebulosa mide unos seis minutos de arco en su máxima extensión. La imagen, tomada con el telescopio INT del ORM combina los filtros de H α (en rojo) y [OIII] 5007 (verde).

(Datos sin publicar; crédito: L. Sabin y N. Wright).

A. Mampaso, R. Corradi, K. Viironen, P. Leisy y

P. Leisy y M. Dennefeld (IAP, Francia) publicaron en 2006 un estudio sobre las nebulosas planetarias de las dos Nubes de Magallanes. Tras analizar los espectros de 183 planetarias, encontraron evidencia de que las estrellas con baja metalicidad inicial y masa intermedia pueden producir oxígeno en el curso de su evolución. Esto complica o invalida el uso del oxígeno como calibrador de abundancias en los progenitores de las nebulosas planetarias, siendo preferible el uso de otros elementos, como el azufre o el argón, que no varían durante la evolución.



REGIONES HII EXTRAGALÁCTICAS (P14/86)

C. Esteban.

J. García Rojas, A. Herrero Davó, L. López Martín, A.R. López Sánchez, L. Martín Hernández y S. Simón Díaz.

D. Barrado y Navascués (LAEFF, Madrid); E. Benítez, L. Carigi, J. García Rojas, C. Moriste, A. Peimbert y M. Peimbert (IA-UNAM, México); A. 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. Vílchez y V. Luridiana (IAA, Granada); B. Koribalski y Á.R. López Sánchez (ATNF, Australia); E. Peeters (Univ. Londres, Canadá); E. Puga (Univ. de Lovaina, Bélgica); S. Rappaport (MIT, EEUU); M. Rodríguez (INAOE, México); D. Schaerer (Obs. de Ginebra, Suiza); S. Simón Díaz y 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 colimadas en nebulosas de distintos tipos.

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

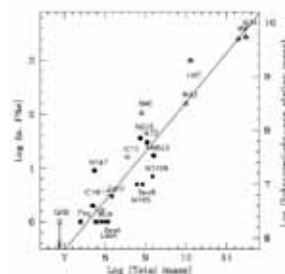
Algunos resultados relevantes

Se ha comenzado un estudio sobre la distribución y cinemática del gas neutro asociado a galaxias HII (Wolf-Rayet) enanas a partir de observaciones con el radio-interferómetro australiano ATCA. Los primeros resultados sobre la galaxia Tol 30, ya estudiada profusamente por el grupo en el óptico y cercano infrarrojo, muestran claramente estructuras de marea y la presencia de una posible nube de HI al norte de la galaxia indetectable en otras longitudes de onda más cortas.

Mosaico de imágenes ópticas y mapas radio de la galaxia HII enana Tol 30.

Evolución del Proyecto

El 18 de diciembre de 2006 J. García Rojas presentó su tesis doctoral titulada "Abundancias químicas en regiones HII y fluctuaciones de temperatura" realizada bajo la dirección de C. Esteban. Este trabajo se ha basado en la reducción, análisis



La masa total de las galaxias del Grupo Local frente al número de nebulosas planetarias descubiertas en cada una, que es proporcional a la masa de la población estelar de masa intermedia en cada galaxia (adaptado de Magrini et al., "The Local Group Census: searching for planetary nebulae in IC 1613, WLM and GR8" Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., 361, 517).

jóvenes y compactas, o bien muy lejanas) y la segunda en la detección de estrellas simbióticas. También durante 2006 se incorporó L. Sabin al IAC con una beca EARA (European Association for Research in Astronomy) con un proyecto de búsqueda de nebulosas ionizadas de gran tamaño angular y muy bajo brillo superficial en el banco de imágenes de IPHAS.

R. Corradi, M. Santander-García, A. Mampaso y colaboradores continuaron la investigación de las estrellas simbióticas. Se publicó el estudio de la nebulosa que rodea a la estrella simbiótica He2-147 (referenciado en la Memoria IAC correspondiente al 2005) y se comenzó el análisis de la nebulosa He2-104, conocida como el "Cangrejo del Sur", utilizando imágenes tomadas por el telescopio Hubble HST en dos épocas separadas cuatro años.

R. Corradi y E.R. Rodríguez Flores pusieron a punto un método de selección de candidatos a estrellas simbióticas usando la base de datos fotométricos de IPHAS. El fin último es estimar el número total de sistemas simbióticos existentes en la Galaxia, un número completamente desconocido, ya que se han identificado hasta ahora sólo 173 simbióticas cuando las predicciones teóricas indican que podría haber hasta 400.000 estrellas de ese tipo. Durante el verano de 2006 se realizaron las primeras observaciones espectroscópicas con una docena de candidatos, confirmándose tres nuevas estrellas simbióticas, lo que demuestra la potencialidad del método propuesto.

A. Mampaso, R. Corradi, P. Leisy y otros colaboradores externos, liderados por L. Magrini (Univ. de Florencia, Italia) prosiguieron en 2006 el estudio de las nebulosas planetarias y regiones HII en galaxias del Grupo Local. Con los datos publicados en años anteriores se pudo estudiar por primera vez la población de NPs respecto a la luminosidad de la galaxia, poniendo así a prueba los modelos de poblaciones estelares y de evolución galáctica.

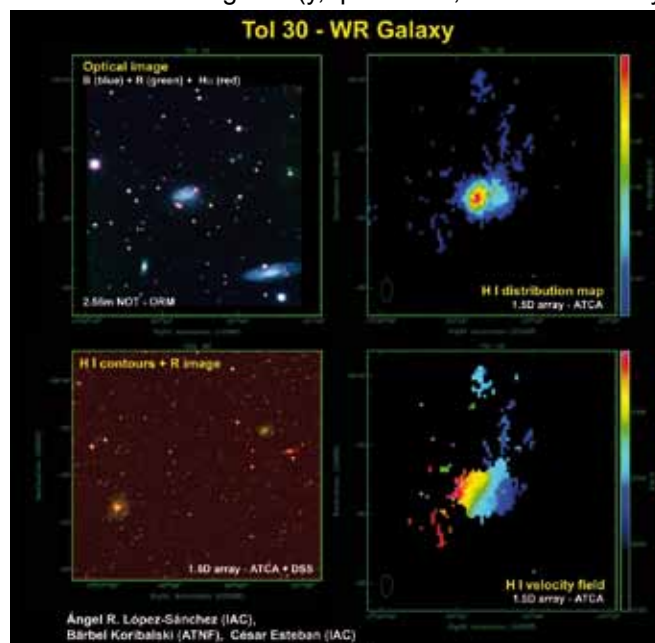
El resultado más importante es que el número total de NPs de una galaxia permite determinar la masa de la población de estrellas de masa intermedia (1-8 masas solares) y relacionarla con la historia de la formación estelar en una época (hace entre 1.000 y 8.000 millones de años) especialmente importante, pero muy poco conocida, en la evolución de las galaxias. La Figura 3 resume esos resultados, mostrando la correlación que existe entre la masa total de una galaxia (eje de abscisas, en masas solares) y el número de NPs observadas (eje izquierdo de ordenadas), que es proporcional a la masa de la población estelar de masa intermedia en cada galaxia (eje

colaboradores del Proyecto IPHAS publicaron un artículo donde se estudia en detalle la primera nebulosa planetaria descubierta con el cartografiado IPHAS. Se trata de IPHASX J012507.9+635652, una nebulosa cuadrupolar de Tipo I (es decir, con una elevada abundancia de helio y nitrógeno) y que presenta un tamaño enorme, de más de 4 parsec, siendo una de las mayores, si no la mayor, conocida. Está situada en la Galaxia externa, a una distancia de 13,4 kpc del centro, y presenta una abundancia de oxígeno extremadamente baja.

La nueva nebulosa planetaria cuadrupolar IPHASX J012507.9+635652 en una imagen del INT combinando los filtros H α , R e I codificados en verde, rojo y azul, respectivamente.

(Mampaso et al., "The Príncipes de Asturias nebula: a new quadrupolar planetary nebula from the IPHAS survey" Astronomy and Astrophysics, 458, 203).

K. Viironen y E.R. Rodríguez Flores (IGA, Cuba) presentaron en 2006 sus proyectos de tesis y las memorias para el DEA en la Universidad de La Laguna. Ambas tesis se basan en datos del Proyecto IPHAS, la primera en la búsqueda y estudio de nebulosas planetarias de pequeño tamaño angular (y, por tanto, nebulosas muy



derecho de ordenadas). Es de destacar que la mayor parte de los datos existentes (quitando a M31 y la Vía Láctea, pero incluyendo a las Nubes de Magallanes) provienen del grupo. Por otro lado, R. Corradi y colaboradores publicaron en 2006 un trabajo donde usan todos esos nuevos datos empíricos para analizar el llamado "cociente alfa" (el número de NPs frente a la luminosidad de la galaxia) y su dependencia con la edad y la metalicidad de la población estelar progenitora. De nuevo, la mayor parte de los datos observacionales (nueve de las trece galaxias del Grupo Local donde hay datos adecuados) provienen del Proyecto "Local Group Census".

telescopio HST desde 2004, por lo que la única posibilidad de determinar C/H en regiones HII a corto plazo es precisamente la observación de LR's en el óptico. El estudio del comportamiento de los cocientes C/H y C/O en regiones HII de diferente metalicidad y a lo largo de los discos de galaxias espirales próximas (M33, M51, M101) es esencial para conocer mejor el origen nucleosintético del carbono y de las escalas de tiempo de formación estelar y de enriquecimiento en C y O. Proyecto con la colaboración de F. Bresolin y M. Peimbert.

L. López-Martín está colaborando con J.M. Vílchez y C. Kehrig en el análisis de la distribución espacial de las abundancias químicas en galaxias HII, a partir de datos espectroscópicos 2-D obtenidos con INTEGRAL. Resultados preliminares han sido presentados en varias comunicaciones a congresos. También se encuentra colaborando con K. Exter y S. Rappaport en la identificación y caracterización de contrapartidas ópticas de fuentes ultraluminosas de rayos X (ULXs). L. López Martín también está involucrado en la búsqueda y estudio de flujos colimados asociados a enanas marrones a partir de la obtención de imágenes directas en filtros estrechos y espectroscopia y de la modelización mediante códigos hidrodinámicos (como Yguazú). Este último Proyecto se lleva a cabo con la colaboración de D. Navarro y Navascués (LAEFF, Madrid). López Martín observó en julio de 2006 con INTEGRAL en el telescopio WHT y en colaboración con S. Arribas (STScI, EEUU) para el interesante proyecto de observación de tránsitos de planetas extrasolares, los datos ya están reducidos y se está iniciando su análisis. Este mismo investigador también ha abierto una colaboración con E. Benítez sobre un estudio dedicado a la determinación de la masa de agujeros negros en galaxias Seyfert de tipo intermedio. Dentro de este Proyecto se realizaron observaciones con ALFOSC en el telescopio NOT en octubre de 2006. Los primeros datos ya están reducidos y analizándose y se presentarán en un congreso a realizar en Huatulco (México) en 2007. Finalmente, López Martín se incorporó al grupo de EMIR, una de sus tareas es ser responsable del EAST (Emir Associate Scientific Team).

En mayo visitó el IAC L. Carigi y se propuso iniciar un estudio sobre el concepto de zona de habitabilidad galáctica aplicada a la galaxia espiral del Grupo Local M33 aplicando modelos de evolución química sencillos. Los resultados se compararán con otros ya obtenidos para la galaxia de Andrómeda. Este trabajo formará parte, posiblemente, de la futura memoria de DEA de D. Pereda de Pablo, estudiante del programa de doctorado interdepartamental de Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente.

S. Simón Díaz ha estado desarrollando la modelización de datos espectrales e imagen directa de la región HII M43 utilizando geometrías esféricas y tipo ampolla (*blister*) y un continuo estelar ionizante «a la medida» obtenido a partir de la aplicación de modelos de atmósferas, obteniendo una mejora significativa en los ajustes en el caso de los modelos de ampolla. S. Simón Díaz y varios miembros del grupo han completado un estudio observacional (espectroscopia nebular y estelar de rendija larga e imagen directa en filtros estrechos obtenidos en los telescopios NOT e INT del ORM en agosto y septiembre 2006) de una muestra de regiones HII galácticas de geometría aparentemente simple e ionizadas con una única estrella para su futura modelización nebular con Cloudy-3D y códigos de atmósferas estelares. También se han obtenido espectros de estrellas B asociadas a las regiones HII para determinar la composición química y así comparar con las abundancias del gas ionizado. Los datos obtenidos en verano de 2006 están siendo reducidos actualmente. Este trabajo se está realizando con la colaboración de G. Stasinska y C. Morisset.

En febrero de 2006, L. Martín Hernández se incorporó al Proyecto con una beca postdoctoral «Juan de la Cierva». En una primera campaña observacional en agosto-septiembre de 2006 con el espectrógrafo LIRIS del telescopio WHT, se obtuvieron espectros de rendija larga y resolución intermedia en la banda K de aproximadamente 8 regiones HII ultracompactas. Con estas observaciones se pretende recoger tanto el espectro estelar como el nebular. El espectro estelar permitirá caracterizar las propiedades de estas estrellas embebidas (por ejemplo, permitirá su clasificación espectral de forma directa). El espectro nebular, por su parte, está caracterizado por líneas de recombinación de H y He, y cocientes de intensidad de estas líneas de emisión punto a punto permitirán determinar las condiciones físicas del gas ionizado (temperatura electrónica, abundancia de He), así como obtener información adicional sobre el tipo espectral de la(s) estrellas ionizante(s). Además, los espectros nebulares incluyen líneas moleculares de H₂ que pueden usarse para estudiar el origen de dicha emisión, ya sea en choques o por fluorescencia. Se está finalizando la reducción de dichos datos. En colaboración con D. Schaerer (Obs. de Ginebra, Suiza) y B. Brandl (Obs. de Leiden, Países Bajos), se han obtenido datos con VISIR en el telescopio VLT durante los primeros meses de 2006 con el fin de detectar nuevos supercúmulos estelares embebidos en galaxias *starburst* cercanas. Estas observaciones son una continuación de observaciones espectroscópicas previas realizadas en la banda N con TIMMI2 en

y publicación de datos para ocho regiones HII galácticas observadas durante 2002 y 2003 con el espectrógrafo echelle UVES en el telescopio VLT (Cerro Paranal, Chile). En la actualidad se han publicado todos los resultados individuales a falta de un último artículo de análisis global. Cada uno de los espectros individuales cubre el rango de longitud de onda de 3.300 a 10.000 Å y cuenta con unas 300 a 550 líneas de emisión identificadas y medidas, por lo que se puede decir que en la tesis de J. García Rojas se encuentra la más completa y profunda colección de espectros de regiones HII disponibles en la actualidad. Se determinó la abundancia mediante líneas de excitación colisional y de recombinación de C⁺⁺ y O⁺⁺ para todos los objetos y de O⁺ y Ne⁺⁺ para algunos de ellos, obteniendo valores muy consistentes entre la discrepancia de abundancia (diferencia entre la abundancia iónica obtenida mediante ambos tipos de líneas) para los distintos iones en un mismo objeto. Un resultado muy importante de la tesis es que el análisis global de la muestra indica que la discrepancia de abundancia observada es consistente con lo predicho por el paradigma de las fluctuaciones de temperatura, al contrario de lo que se encuentra para nebulosas planetarias, y contradice el escenario de inhomogeneidades químicas propuesto por Tsamis y Péquignot (2005). Este resultado confirma la validez del paradigma de fluctuaciones de temperatura en el caso de las regiones HII. Este trabajo se realizó en colaboración con M. Peimbert, A. Peimbert, M. Rodríguez y M.T. Ruiz. J. García Rojas asistió a los congresos "Metal Rich Universe" (La Palma, junio 2006), así como a la VII reunión Científica de la SEA (Barcelona, septiembre 2006). En este último evento presentó una comunicación oral.

El 4 de diciembre de 2006 A.R. López Sánchez presentó su tesis doctoral titulada "Formación de estrellas masivas en galaxias Wolf-Rayet enanas" realizada bajo la dirección de C. Esteban. Su trabajo se ha dedicado al estudio de la morfología, formación estelar, cinemática y composición química de galaxias Wolf-Rayet, principalmente objetos enanos y aparentemente aislados. A.R. López Sánchez ha obtenido, reducido y analizado muy diversos tipos de datos astronómicos: imagen óptica en banda ancha (óptica e IR), imagen en H α y continuo adyacente y espectroscopía de rendija larga y echelle para una muestra de unos 20 objetos. Los resultados han sido numerosos e importantes (ya publicados en parte) respecto a las propiedades de los brotes de formación estelar y de la población subyacente así como de la tasa de formación estelar. En el caso de la galaxia NGC 5253, se pudo determinar la discrepancia de abundancia de C⁺⁺ y O⁺⁺ en varias posiciones de rendija por primera vez en una galaxia HII y confirmar la contaminación local de N y He producida por la expulsión de materia en vientos

de estrellas Wolf-Rayet. La conclusión general más destacable de la tesis es que un 80% de las galaxias estudiadas muestra rasgos de interacción con o entre objetos enanos.

A. Mesa Delgado se incorporó al grupo de investigación en octubre de 2006 como Astrofísico Residente del IAC bajo la dirección de C. Esteban. Su tema de tesis doctoral se basará en el estudio de la discrepancia de abundancia y las fluctuaciones de temperatura a pequeñas escalas espaciales en regiones HII a partir de espectroscopia 2-D. Para el trabajo de tesis de A. Mesa Delgado se cuenta con observaciones espectroscópicas de rendija larga de la Nebulosa de Orión en fase de análisis así como resultados de espectroscopia 2-D obtenidos para el mismo objeto con el instrumento OASIS en el telescopio WHT en dos campañas de observación (enero y diciembre 2006).

En junio y julio de 2006, A.R. López Sánchez realizó un viaje de trabajo al ATNF (Sydney, Australia) para colaborar con la investigadora B. Koribalski y también llevó a cabo observaciones con el radio-interferómetro australiano ATCA con el fin de estudiar las propiedades del gas neutro asociado a la galaxia Wolf-Rayet enana Tol 30, encontrando estructuras de marea y la presencia de una posible nube de HI al norte de la galaxia. También se ha obtenido tiempo de observación en ATCA para enero de 2007 con el fin de continuar el Proyecto. A.R. López Sánchez se encuentra colaborando en el proyecto internacional *Local Volume HI Survey* (LVHIS) y ha conseguido un contrato postdoctoral OCE Fellowship por tres años para trabajar en el ATNF (Sydney, Australia) a principios de 2007.

C. Esteban y J. García Rojas obtuvieron dos periodos de observación en el telescopio Keck I para observar líneas de recombinación de elementos pesados en regiones HII gigantes en galaxias espirales e irregulares cercanas y galaxias HII, utilizando el espectrógrafo echelle HRES. Actualmente las observaciones se encuentran en proceso de reducción. Los objetivos son explorar el problema de la discrepancia de abundancia en regiones HII gigantes y su dependencia con los parámetros estructurales, contenido estelar, cinemática y metalicidad de las regiones. Otro objetivo importante de la espectroscopia profunda de objetos extragalácticos es la determinación del cociente C/H a partir de la LR de CII 4267 Å en objetos de diferente metalicidad. Sólo hay disponibles unas pocas determinaciones de C/H en regiones HII extragalácticas y casi todas ellas están obtenidas a partir de la intensidad de líneas de excitación colisional en el UV, por lo que están muy afectadas por la incertidumbre en la corrección por enrojecimiento interestelar. Desafortunadamente, el espectrógrafo STIS ya no está disponible en el

estrellas post-AGB permitirá inferir la presencia de moléculas orgánicas complejas. Dado que las estrellas centrales de las NPs son muy luminosas permiten estudiar la población "intercluster" en los cúmulos de galaxias.

Algunos resultados relevantes

Se ha descubierto que las estrellas de masa intermedia más evolucionadas de nuestra Galaxia están altamente enriquecidas en Rubidio. Este hallazgo supone la primera evidencia observacional de que estas estrellas producen enormes cantidades del isótopo radioactivo ^{87}Rb , tal y como predecían los modelos teóricos de nucleosíntesis estelar desde hace más de 40 años.

Este resultado da una nueva vista observacional a la nucleosíntesis de elementos-s en estrellas AGB e impone restricciones observacionales a los modelos teóricos, lo cual indudablemente contribuirá a mejorar el entendimiento de los últimos estados en la evolución de las estrellas de masa intermedia. Ciertamente, los resultados (extremas sobreabundancias de Rb acompañadas de ligeras sobreabundancias de Zr) no son explicados completamente por los modelos teóricos actuales, los cuales usualmente no consideran las estrellas AGB más masivas (entre 6 y 8 veces la masa del Sol) ni tienen en cuenta la extrema pérdida de masa que experimentan estas estrellas en esta fase evolutiva.

Este trabajo puede tener importantes implicaciones en el estudio de los orígenes del Sistema Solar, puesto que algunas anomalías isotópicas observadas en los granos presolares encontrados en meteoritos primitivos (condritas carbonáceas) podrían ser explicadas por la presencia de este tipo de estrellas en la vecindad solar durante la formación del Sistema Solar. Precisamente, la presencia de estrellas AGB en la proto-nebulosa solar ha sido recientemente confirmada estudiando granos presolares ricos en oxígeno. También apoya la idea de una fuente externa de Rb el hecho de que se haya podido medir en primitivas inclusiones refractarias de calcio y aluminio (denominadas CAIs) del meteorito Allende que el cociente isotópico Rb-Sr que retuvieron durante su solidificación fuese altamente variable. Debe tenerse en cuenta que el ^{87}Rb es a menudo utilizado como un cronómetro radioactivo para datar rocas de la luna y meteoritos (a través del método de datación Rb-Sr), puesto que decae a ^{87}Sr con un tiempo de vida medio de 48.8×10^9 años. Este trabajo sugiere que las edades deducidas a partir del método de Rb-Sr tienen que ser consideradas únicamente como una medida cualitativa de

la edad. Afortunadamente, otros métodos de datación isotópica (ej. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$) permiten datar de manera cuantitativa la formación de nuestro sistema planetario en 4560 ± 10 millones de años.

Evolución del Proyecto

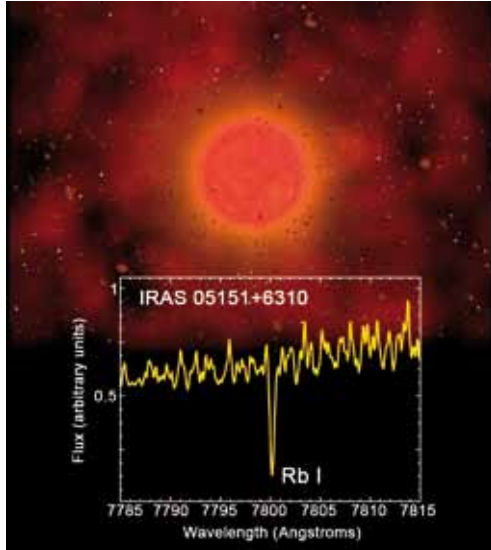
Se está construyendo una base de datos de nebulosas proto-planetarias (NPP). En primer lugar se han incluido las nebulosas proto-planetarias conocidas, con el fin de catalogar las propiedades de su estrella central desde el nacimiento de las nebulosas proto-planetarias hasta la fase más tardía de las nebulosas planetarias (NP). También se está desarrollando una clasificación morfológica de las NPP con la intención de correlacionar dicha clasificación con los procesos físicos que están presentes en la NP. La base de datos está hecha en forma de servidor, teniendo así la posibilidad de darle un uso público en el futuro. Tiene, además, la opción de búsqueda y correlación entre las propiedades de las PN, y la posibilidad de añadir más objetos similares en el futuro.

Se ha investigado la emisión de los fullerenes (fullerenes hidrogenados) y su relación con la emisión anómala detectada en experimentos de microondas. Concretamente los procesos que afectan a la rotación de estas moléculas, esto es, Collision Drag, Plasma Drag, Infrared Emission, Recoil from Thermal Collisions and Evaporation and Infrared Emission han sido estudiados para el caso de una nube molecular oscura LDN 1622.

Con el telescopio TNG se han realizado observaciones de bandas difusas en el Medio Interestelar del complejo molecular de Perseo. Concretamente en regiones donde el experimento VSA (OT) ha detectado emisión anómala de microondas.

Se obtuvo una imagen en hidrógeno molecular de la nebulosa planetaria (NP) NGC 6853, a partir de un mosaico de 12 imágenes dado su gran tamaño angular (16 x 12 minutos de arco). La emisión del hidrógeno molecular está en forma de grumos cometarios, alineados en 2 conos respecto de la estrella central. Los análisis preliminares implican que dichos grumos sobreviven al frente de fotoionización, y que además gran parte de la masa de la NP (entre 0.35 y 0.75 Msolar) está en forma de hidrógeno molecular.

Se ha encontrado que las estrellas en la Rama Asintótica de Gigantes (AGB) más masivas (con masas superiores a 3-4 veces la masa del Sol) presentan un enriquecimiento en Rb tal y como predecían los modelos teóricos de nucleosíntesis



El rubidio es detectado como una línea de absorción muy intensa a una longitud de onda de 7.800 Angstroms. Se muestra un espectro de una de las estrellas ricas en Rubidio descubiertas superpuesto con una impresión artística de una estrella AGB.

el telescopio de 3.6 m de ESO. Mediante el uso de códigos de fotoionización, se intenta estimar propiedades de estos cúmulos como su edad, la función inicial de masas y el límite superior de masas estelares. Durante 2006, M. Hernández realizó viajes de trabajo al Observatorio de Ginebra (Suiza) para trabajar con D. Schaerer y al Ames Research Center para colaborar con A.G.G.M. Tielens. En marzo de 2006 E. Puga visitó el IAC para trabajar con M. Hernández.

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 permitirá segregar los rangos de masas que dan lugar a diferentes morfologías. El estudio de las absorciones de tipo DIBs en

ESTUDIO FÍSICO DE NEBULOSAS PLANETARIAS (P15/86)

A. Manchado.

S. Iglesias Groth, y M. Dobrincic.

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

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 cómo 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.

EL SOL

Se ha realizado una investigación teórica sobre el origen físico del espectro linealmente polarizado del Cerio, demostrando que el mejor ajuste a las observaciones se obtiene al suponer la presencia de un campo magnético "oculto" en la fotosfera del "Sol en calma" (R. Manso Sainz y J. Trujillo Bueno, en colaboración con E. Landi Degl'Innocenti).

Se ha desarrollado una novedosa técnica de diagnóstico de campos eléctricos en astrofísica basada en la influencia del efecto Stark sobre la polarización resonante en líneas del hidrógeno (R. Manso Sainz, en colaboración con R. Casini).

Se han realizado observaciones de la emergencia de elementos magnéticos en el "Sol en calma" utilizando instrumentación disponible en el telescopio SST (F. Moreno-Insertis junto con J.A. Bonet Navarro). El objetivo es capturar episodios de aparición de elementos magnéticos pequeños en supergránulos, observando simultáneamente en el continuo y en varias líneas con alturas de formación desde la fotosfera hasta la baja cromosfera. En el presente se están analizando los datos obtenidos, utilizando para ello técnicas de deconvolución ciega multi-objeto y multi-frame.

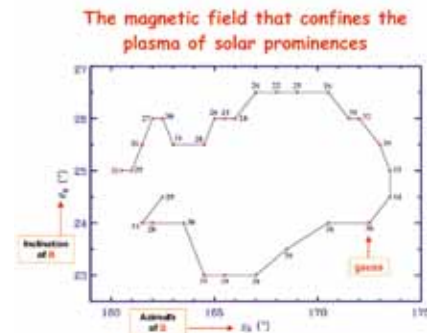
Generación y transporte de luz polarizada

Se ha realizado una investigación teórica, basada en simulaciones numéricas de la polarización producida por el efecto Hanle en el triplete IR del Ca II, que demuestra que las señales de polarización lineal producidas por procesos de "scattering" en dicho triplete pueden usarse como un termómetro y magnetómetro de la cromosfera del "Sol en calma" (R. Manso Sainz y J. Trujillo Bueno).

La polarización observada en las líneas espectrales del multiplete del He I a 10830 Angstroms contiene una valiosa información sobre las condiciones dinámicas y magnéticas en estructuras de la cromosfera y corona del Sol, por lo que es importante entender bien cómo reacciona dicha polarización a la presencia de un campo magnético. Una investigación teórica basada en la teoría cuántica de la polarización ha permitido demostrar que, contrariamente a lo que se pensaba, los procesos de emisión y absorción selectiva producidos por la presencia de polarización atómica pueden alterar significativamente los perfiles de polarización lineal emergentes, incluso cuando el campo magnético es tan intenso como 1.000 G. Asimismo, se ha demostrado que la radiación producida por efectos de transporte radiativo en algunas estructuras del plasma cromosférico (por ejemplo, los filamentos en regiones activas

para su aplicación en espectropolarimetría. Cuando existe un abanico de posibles modelos capaces de explicar unas observaciones espectropolarimétricas, tales técnicas definen un criterio para la selección del mejor modelo. La idea básica consiste en seleccionar los modelos que mejor ajusten las observaciones, pero minimizando la cantidad de grados de libertad (A. Asensio Ramos, en colaboración con H. Socas-Navarro).

Se ha propuesto una línea espectral del Mn I, situada en el infrarrojo cercano, para el diagnóstico de campos magnéticos en la fotosfera solar. El perfil de intensidad de dicha línea espectral muestra una enorme sensibilidad al ensanchamiento Zeeman, como consecuencia de las perturbaciones producidas por la estructura hiperfina del manganeso. Se ha definido un cociente de intensidades que permite inferir la intensidad del campo magnético, incluso si éste tiene polaridades mezcladas por debajo del elemento de resolución de las observaciones (A. Asensio Ramos y J. Trujillo Bueno, en colaboración con M. Collados, M. González y A. López Ariste).



observados por otros científicos del IAC) puede llegar a modificar significativamente la anisotropía del campo de radiación que ilumina los átomos de helio en dichas estructuras, pudiendo llegar incluso a cancelar por completo la polarización atómica de los niveles del helio producida por el bombeo óptico de la radiación proveniente de la fotosfera subyacente (J. Trujillo Bueno y A. Asensio Ramos).

Se ha avanzado considerablemente en una investigación sobre la formación del triplete del helio neutro a 10830 Angstroms, mediante la utilización de un sofisticado código numérico que resuelve la ecuación de transporte radiativo para multitud de transiciones y las ecuaciones de equilibrio estadístico para modelos atómicos complejos. Por ejemplo, para el caso de observaciones fuera del limbo solar, donde los perfiles de intensidad se ven en emisión, se ha concluido que el cociente de intensidades entre las componentes azul y roja del multiplete da información sobre la intensidad de la irradiación UV que ilumina la cromosfera desde

responsable de la formación, estabilidad y evolución de las protuberancias solares (gigantescas estructuras del plasma, relativamente frías y densas, embebidas en la tenue y caliente corona del Sol). Por lo tanto, es importante lograr un conocimiento empírico preciso de la estructura tridimensional de sus campos magnéticos. Una técnica adecuada es la modelización teórica de observaciones espectropolarimétricas en las líneas espectrales del multiplete del He I a 10830 Angstroms, para lo cual ha sido necesario desarrollar primero un código de inversión basado en la teoría cuántica de los efectos Hanle y Zeeman. Su aplicación a observaciones de una protuberancia polar realizadas con el "Tenerife Infrared Polarimeter" ha llevado a la detección de un campo magnético ligeramente inclinado, con una intensidad de unos 30 G, el cual parece rotar alrededor de una dirección fija en el espacio. Mientras que estos resultados proporcionan nueva información sobre los campos magnéticos que confinan el plasma de las protuberancias solares, también indican la necesidad de desarrollar nuevos modelos magneto-hidrodinámicos de las protuberancias solares (Merenda et al. 2006, *Astrophysical Journal*, 642, 554).

Variación, a lo largo de la dirección correspondiente a la rendija del espectrógrafo, de la inclinación (θ_p), azimuth (χ_p) y fuerza (en gauss, véase los números al lado de cada punto) del vector campo magnético correspondiente a la protuberancia polar observada.

Evolución del Proyecto

Magnetismo Solar y Espectropolarimetría

Se ha iniciado una investigación teórica, basada en la teoría cuántica de la polarización, cuyo objetivo es determinar la sensibilidad de los perfiles de Stokes de las líneas D1 y D2 del potasio, sodio, bario y litio a un campo magnético, como consecuencia de la acción conjunta de los efectos Hanle y Zeeman. Esto requiere tener en cuenta la estructura hiperfina de los isótopos con spin nuclear no nulo, ya que los niveles F correspondientes se cruzan en un régimen de intensidad de campo magnético que depende del elemento químico considerado. Tales cruzamientos de niveles dan lugar a sorprendentes efectos medibles en las señales de polarización lineal, los cuales son de gran interés para estudiar los campos magnéticos de la fotosfera y cromosfera del Sol (J. Trujillo Bueno en colaboración con L. Belluzzi y E. Landi Degl'Innocenti).

Se han desarrollado técnicas de selección de modelos, basadas en la teoría de la información,

MAGNETISMO, RADIACIÓN Y FLUIDOS EN ASTROFÍSICA (P5/96)

J. Trujillo Bueno.

F. Moreno Insertis, A. Asensio Ramos, M. Derouich, R. Manso Sainz, R. Centeno Elliot, L. Merenda y A Tortosa Abreu.

Colaborador del IAC: P. Fabiani Bendicho.

M. Bianda, R. Ramelli (IRSOL, Suiza); R. Casini, R. (HAO, EEUU); M. Cheung (Lockeed Research Center; EEUU); K. Galsgaard y A. Nordlund (Niels Bohr Inst., Copenhague, Dinamarca); A. Archontis, A. Hood y M. Morris (Univ. St Andrews, Escocia); L. Belluzzi y E. Landi Degl'Innocenti (Univ. de Florencia, Italia); N. Shchukina (Obs. de Kiev, Ucrania); M. Schüssler (MPI, Lindau, Alemania); H. Uitenbroek (NSO, EEUU).

Introducción

El presente Proyecto tiene como objetivo general el estudio de procesos hidrodinámicos y radiativos en sistemas astrofísicos, con especial énfasis en aquellos aspectos en que el campo magnético juega un papel relevante. Se ha planteado resolver las ecuaciones de la hidrodinámica y física del plasma, por un lado, y del transporte radiativo y física atómica por otro, para entender (a) la generación del campo magnético en interiores estelares, con especial énfasis en el Sol, su transporte hacia la superficie y su erupción hacia la corona; (b) la generación y transferencia de radiación en plasmas astrofísicos magnetizados, con especial interés en investigar el magnetismo solar y en el diagnóstico de campos magnéticos en Astrofísica mediante la interpretación de observaciones espectropolarimétricas (c) varios fenómenos de dinámica de gases en el Medio Interestelar dominados o fuertemente influidos por el campo magnético, (d) la transferencia de radiación en líneas moleculares con vistas al desarrollo de técnicas de diagnóstico en Astrofísica Molecular. Aunque fundamentalmente teórico, este Proyecto da importancia a la referencia observacional, llevando a cabo observaciones espectropolarimétricas con telescopios terrestres, usando datos de observación de satélites y manteniendo estrechas colaboraciones con grupos observacionales.

Algunos resultados relevantes

El campo magnético es el agente físico fundamental

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.

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.

Evolución del Proyecto

Durante 2006 se han llevado a cabo los siguientes trabajos de investigación:

Intensidad del campo magnético del Sol en calma (resultados observacionales)

Se ha realizado un estudio de las propiedades magnéticas de las regiones de "Sol en calma", más concretamente de las zonas denominadas *internetwork*. Estas regiones se encuentran en el interior de la red fotosférica. En los magnetogramas del disco entero del Sol (tales como los de MDI a

bordo del satélite SOHO) se observa claramente cómo las estructuras magnéticas que conforman la red fotosférica trazan los bordes de las celdas supergranulares, pero el interior de éstas aparentemente son zonas no magnetizadas.

Gracias al avance de la instrumentación (con la nueva generación de polarímetros de alta sensibilidad) y de las técnicas de diagnóstico, se ha podido observar la presencia de un buen número de acumulaciones de flujo magnético en regiones de *internetwork*.

El principal objetivo de esta trabajo ha sido buscar una respuesta a la aparente incompatibilidad de las distribuciones de campo magnético que se deducen de las observaciones en 1.56 μm y en 630 nm. Para ello, se han realizado observaciones simultáneas y coespaciales en una región de *internetwork* en el centro del disco. Estas observaciones se tomaron con dos instrumentos distintos en el mismo telescopio (VTT en el OT), con lo cual se aseguró la misma calidad de la imagen en los dos conjuntos distintos de datos. Después del alineamiento de las imágenes y el filtrado del ruido, se encontró que aproximadamente el 40% de la superficie observada tiene amplitudes en polarización circular 10 veces por encima del valor del ruido.

El análisis por separado de las líneas en 630 nm y en 1.56 μm muestra la misma distribución espacial y de valores de la densidad de flujo magnético. De esto se puede concluir que tanto en 630 nm como en 1.56 μm , se observa la misma estructura magnética en el Sol. Pero las distribuciones de la intensidad del campo magnético recuperadas del análisis por separado son muy distintas: el visible muestra una clara tendencia por los valores de kG y el infrarrojo por los hG.

¿Por qué si las medidas en los dos rangos espectrales son compatibles se encuentran dos distribuciones de campo tan diferentes?. Para resolver esta pregunta, se realizó un estudio de las propiedades físicas de las líneas en 1.56 μm y en 630 nm. La conclusión derivada del análisis es que, en el caso de las líneas en 630 nm, no hay información suficiente sobre la intensidad de campo magnético (en las condiciones de la *internetwork*) en el perfil de polarización circular.

La distribución de campos resultante de este análisis simultáneo infrarrojo-visible es muy similar a la obtenida en el análisis por separado de las líneas infrarrojas. Pero las ligaduras impuestas en velocidad, temperatura, etc., por el hecho de hacer el análisis conjunto, ayudan a que la distribución que obtenemos sea más fiable.

En este trabajo se presentan también los primeros resultados del análisis de observaciones

la corona solar (R. Centeno y J. Trujillo Bueno, en colaboración con M. Collados y H. Uitenbroek). Se han realizado varias investigaciones en el marco de la teoría semi-clásica de las colisiones, con énfasis en aquellas que modifican la polarización atómica de los niveles de átomos simples y complejos. Asimismo, se ha investigado la influencia de las colisiones anisótropas en la polarización atómica de los niveles del hidrógeno, con vistas a evaluar la posibilidad de generar señales de polarización circular neta en la línea $H\alpha$ (M. Derouich).

Se ha finalizado una investigación teórica cuyo objetivo ha consistido en averiguar si las transiciones colisionales entre niveles del titanio neutro con distinto momento angular total son capaces de competir con la depolarización debida a un campo magnético caótico a través del efecto Hanle. Se ha demostrado la ineficacia de tales colisiones, lo que permitirá una determinación cuantitativa más precisa de la intensidad del campo magnético «oculto» en la fotosfera del "Sol en calma", el cual es invisible al efecto Zeeman por tener polarizaciones bien mezcladas por debajo del límite de resolución de los telescopios actuales (M. Derouich y J. Trujillo Bueno).

Se ha finalizado el desarrollo de un código que permite realizar tanto síntesis espectral como inversiones de perfiles de polarización inducidos por la acción conjunta del efecto Zeeman, procesos de "scattering" y el efecto Hanle en una variedad de líneas espectrales de interés para el diagnóstico de campos magnéticos en varios contextos astrofísicos. Esta nueva herramienta de diagnóstico será aplicada a observaciones espectropolarimétricas de la atmósfera solar con vistas a obtener información empírica sobre la geometría del vector campo magnético en diversas estructuras del plasma en cromosfera y corona (A. Asensio Ramos y J. Trujillo Bueno).

Se ha realizado una investigación teórica sobre la posibilidad de detectar campos magnéticos en estrellas de tipo solar mediante espectropolarimetría estelar. (A. Asensio Ramos y R. Manso Sainz, en colaboración con H. Socas Navarro).

Magnetohidrodinámica y física de plasmas

Como parte del estudio de propiedades fundamentales del plasma coronal, se ha estudiado la reconexión magnética en estructuras que extienden a tres dimensiones el concepto de isla magnética resultantes de la inestabilidad conocida en Física del Plasma como *tearing mode instability* (F. Moreno Insertis con V. Archontis, A. Hood y K. Galsgaard). Se ha estudiado, de manera especial, la eyección de estas estructuras mediante el desequilibrio en la tasa de reconexión en las superficies magnéticas en forma de X a ambos

lados de la isla magnética. Este mecanismo es una extensión natural a tres dimensiones de la llamada *melon seed instability*; se ha comprobado que este mecanismo funciona de forma análoga en tres dimensiones al caso bidimensional; gracias a técnicas de visualización 3D, también se ha podido desentrañar la estructura de líneas de campo alrededor de estos puntos, que es mucho más complicada en tres dimensiones que en el caso clásico 2D.

Astrofísica Molecular

Se ha aplicado un código de transporte radiativo para investigar la excitación radiativa de líneas de agua en la envoltura caliente de la nube SgrB2. Mediante el análisis de observaciones realizadas con el satélite ISO y el radiotelescopio IRAM 30 m se ha podido estimar la abundancia de agua en esta región. Los resultados permitirán establecer mejor cuáles pueden ser las reacciones químicas importantes para la generación del agua detectada en estas regiones (A. Asensio Ramos en colaboración con J. Cernicharo).

Se ha utilizado el telescopio THEMIS para observar en regiones del "Sol en calma" las señales de polarización producidas por procesos de «scattering» en líneas de C2. La modelización teórica de estas observaciones y la aplicación de nuestro método de diagnóstico basado en el cociente de las amplitudes de la polarización lineal observada ha permitido confirmar nuestra conclusión previa de que el campo magnético en las regiones granulares es muy débil y demostrar que su intensidad decrece con la altura en la atmósfera solar (A. Asensio Ramos y J. Trujillo Bueno).

ESPECTROPOLARIMETRÍA SOLAR (P2/99)

M. Collados.

R. Centeno, V. Martínez Pillet, M.J. Martínez, E. Khomenko, I. Rodríguez Hidalgo y B. Ruiz Cobo.

A. Sainz (THEMIS); L.R. Bellot Rubio y J.C. del Toro Iniesta (IAA, Granada); A. Lagg y S. Solanki (MPS, Alemania); B.W. Lites y H. Socas Navarro (HAO, EEUU); R. Rezaei y R. Schlichenmaier (KIS, Alemania); T. Shimizu (JAXA, Japón); A. Vogler (Univ. Utrecht, Países Bajos).

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

y un triplete cromosférico de He I a 10830 Å. El desarrollo y puesta a punto de sofisticadas técnicas de inversión permiten inferir, a partir de los perfiles espectrales observados, las condiciones físicas de la atmósfera en la que fueron generados (temperatura, densidad, velocidad macroscópica del material, intensidad y orientación del campo magnético).

La inversión de series temporales de datos espectropolarimétricos proporcionó información sobre la evolución temporal de las condiciones físicas tanto en la fotosfera como en la cromosfera. En análisis de los espectros de potencias y de fases de la velocidad, y la modelación teórica de los datos observacionales han conducido a resultados muy interesantes sobre la propagación de ondas entre la fotosfera y la cromosfera en distintas estructuras magnéticas. La frecuencia de corte atmosférica, el desarrollo de choques y las propiedades de propagación de los distintos modos de oscilación difieren en función de la estructura. Sin embargo, algunas características son comunes a todas ellas: el tiempo empleado por una perturbación en alcanzar la cromosfera desde la fotosfera presenta una fuerte dependencia con la frecuencia, llegando a ser del orden de varios minutos en las frecuencias que transportan la mayor parte de la energía.

Otra de las conclusiones más relevantes que se han obtenido del estudio es que las oscilaciones observadas a alturas cromosféricas provienen básicamente de la propagación lineal de las perturbaciones que se miden a nivel fotosférico, en vez de generarse a partir de interacciones no lineales entre modos de distintas frecuencias, como se creía hasta ahora.

Propagación numérica de ondas MHD

Durante los dos últimos años se ha desarrollado un código MHD basado en la discretización por diferencias finitas de las ecuaciones MHD linealizadas. Con él, se han realizados simulaciones numéricas de oscilaciones lineales en estructuras realistas parecidas a manchas solares. En ellas, las oscilaciones se excitan, con un periodo de 10 s, en una región del espacio bien localizada. También se ha estudiado la evolución temporal de un pulso instantáneo de presión. Durante el estudio, se han investigado por separado los diferentes procesos que afectan a la dirección de propagación de las ondas, así como las transformaciones de modos que ocurren. Los resultados numéricos obtenidos en un medio anisótropo pueden ser explicados con argumentos cualitativos simples, en lo que se refiere a la dirección de propagación de los modos y su refracción. Juntando todos estos ingredientes, se alcanzan las siguientes conclusiones:

- Como las direcciones de las velocidades de fase y de grupo no coinciden, en general, en un medio anisótropo, los modos rápido y lento generados por el pistón se propagan siempre en direcciones diferentes en el plano x-z, entendiéndose como dirección de propagación la de la velocidad de grupo.

- Dada una estructura magnética, el modo lento siempre se propaga a lo largo de las líneas de campo, excepto en la región en la que $v_A \approx c_s$, en la que se desvía en una dirección que depende del valor del ángulo que forman B_0 y k . La dirección de propagación del modo rápido es la de k , independientemente de la inclinación del campo magnético. De nuevo, la excepción es la región en la que $v_A \approx c_s$, donde la dirección de propagación forma un determinado ángulo con k , dependiendo de la inclinación de B_0 respecta a k .

- El modo rápido se refracta debido a los gradientes de v_A . La reflexión completa ocurre a una altura en la que v_A empieza a ser mucho mayor que c_s . En el modelo de mancha que se ha usado, esta altura está localizada a unos 600-1.000 km, es decir, en la base de la cromosfera.

- Una excitación forzada y periódica localizada en la región $v_A < c_s$ da lugar a modos magnetoacústicos rápidos y lentos. El conjunto particular de modos que son generados depende de la forma horizontal de la excitación (supuesta gaussiana en estas simulaciones). Cada componente de Fourier del pulso experimenta una transformación diferente en la línea $v_A = c_s$, según su valor particular de k_x .

- Tras la conversión de los modos en la capa $v_A = c_s$, el modo rápido se refleja de vuelta hacia la fotosfera, mientras que el modo lento es guiado a lo largo de las líneas de campo hasta la cromosfera. Este comportamiento es similar para ondas con diferentes periodos generadas a diferentes distancias del eje de la mancha. De esta manera, sólo una parte de la energía del pulso es transportada hasta la alta atmósfera. Un parte importante de la energía es devuelta hacia la fotosfera por el modo rápido. Esto hace que el mecanismo de transporte de energía por ondas sea ineficiente.

Con el mismo código extendido a 3D, también se observan algunos de los fenómenos ondulatorios vistos en 2D. Esto demuestra que sólo una parte de la energía del excitador puede alcanzar la alta cromosfera. Sólo puede transportar energía hacia arriba el modo lento, ya que el modo rápido es reflejado. Las transformaciones lento-lento y rápido-rápido parecen ser más eficientes en 3D que en 2D. En consecuencia, al menos para ondas con periodos cortos, el modo lento debería

espectropolarimétricas en regiones de internetwork en distintas posiciones del disco solar. Esto permite estudiar si existen o no variaciones del magnetismo de estas regiones en distintos lugares de la superficie solar. Los resultados apuntan a que no hay variación importante del magnetismo de las regiones de internetwork en distintos lugares de la superficie solar. Un hecho interesante observado en este conjunto de datos es la presencia bastante frecuente de estructuras magnéticas en forma de arco.

Intensidad del campo magnético del Sol en calma a través de simulaciones MHD

La determinación de la intensidad del campo magnético a partir de las débiles señales polarimétricas observadas en regiones de 'internetwork' en el Sol ha dado lugar a resultados contradictorios. Para investigar el origen de este problema, se han usado simulaciones realistas de magnetoconvección con una intensidad de campo promedio de 30 G, que pueden ser representativas de las regiones más en calma de la fotosfera solar (Vogler et al. *Astronomy & Astrophysics* 2005, 429, 335). Las amplitudes de los perfiles de Stokes obtenidos con estas simulaciones son similares a las observadas. Para poder comprender mejor los resultados, se han realizado tests con la resolución original de las simulaciones (20 km) y también con una resolución de 0.6 y 1.4 segundos de arco (tras haber degradado adecuadamente las imágenes). En todos estos casos, se ha calculado el cociente de amplitudes de los perfiles de Stokes V (polarización circular) de parejas de líneas espectrales generalmente usadas para determinar la intensidad de campo magnético. Además, también se ha aplicado el código de inversión SIR a los mismos datos espectrales para determinar el campo magnético con esta técnica. Los resultados obtenidos son los siguientes:

- El cociente de amplitudes la pareja Fe I 15648-15652 Å da una estimación razonable de la intensidad del campo, incluso para estructuras con la complejidad de las simulaciones MHD. Esta buena correspondencia es debida a la estrecha región de formación de estas líneas, y que además es prácticamente la misma para las dos.

- Las líneas Fe I 5247-5250 Å tienen también una región de formación parecida. Sin embargo, tienen una contribución significativa a lo largo de toda la fotosfera, siendo máxima en capas altas cercanas al mínimo de temperatura, y por ello es improbable que se obtenga un cociente de líneas que corresponda a valores del campo de kG usando esta pareja de líneas.

- Los cálculos del cociente de amplitudes para las líneas Fe I 6301-6302 Å, para estos

complejos campos magnéticos obtenidos con las simulaciones, muestran que éste no es un indicador adecuado de la existencia de concentraciones magnéticas con intensidad de kG, incluso para la resolución numérica de 20 km. Este cociente se ve afectado por los gradientes verticales del campo magnético, de la velocidad y de los parámetros termodinámicos debido a la gran diferencia entre las alturas de formación de ambas líneas.

- La inversión aplicada a los perfiles de Stokes generados por las simulaciones MHD, con la resolución original de 20 km, recupera bien la distribución original de los parámetros atmosféricos tanto para las líneas infrarrojas como para las visibles. Ambas regiones espectrales, invertidas por separado, dan resultados que concuerdan entre sí y con la distribución original de las simulaciones.

- Si las simulaciones MHD representan al Sol, el campo magnético podría ser recuperado con bastante fidelidad con las líneas Fe I 6301-6302 con una resolución de 0.6", pero no con 1.4". La razón estriba en que los factores de llenado en ambos casos difieren en un factor 10 (los perfiles de intensidad ya no llevan información magnética para una resolución de 1.4"). La intensidad del campo sólo puede ser recuperada con esta pareja de líneas a través de una inversión completa, y no a través del cociente de amplitudes, incluso con la resolución de 20 km.

Propagación de ondas MHD (resultados observacionales)

El estudio de la generación y la propagación de ondas en la atmósfera solar es un tema candente en la investigación astrofísica actual, ya que proporciona información sobre la estructura y la dinámica de las atmósferas de las estrellas de tipo solar al mismo tiempo que ayuda a comprender los mecanismos de calentamiento cromosférico y coronal. De hecho, entre los candidatos más prometedores como mecanismos de calentamiento se encuentran las ondas magnetoacústicas con disipación de choques y la reconexión magnética.

Esta investigación se ha centrado en el estudio de oscilaciones y propagación de ondas en diferentes estructuras magnéticas de la atmósfera solar (manchas, poros y regiones faculares). El objetivo es estudiar la dependencia de las propiedades dinámicas de la atmósfera (oscilaciones, propagación de ondas, frecuencia de corte atmosférica, desarrollo de frentes de choque, etc.) con el flujo magnético de la estructura. Con este fin, se han llevado a cabo observaciones espectropolarimétricas de los cuatro parámetros de Stokes en la región espectral de 10830 Å, que contiene una línea fotosférica de Si I a 10827 Å

expulsión de masa coronal, que puede tener una influencia directa en la tierra o en su ambiente espacial. Por estas razones, es importante obtener un buen conocimiento empírico de la estructura tridimensional de los campos magnéticos en estas estructuras.

Para este trabajo se han usado datos espectropolarimétricos de una protuberancia polar obtenidos en el multiplete del He I en 10830 Å. Los perfiles de Stokes medidos se han interpretado usando una estrategia de inversión basada en la teoría cuántica de los efectos Hanle y Zeeman y en unas pocas suposiciones razonables.

La protuberancia polar observada mostraba hilos de plasma casi verticales en la imagen de campo de Ha. La mayor parte de los físicos solares creen que el campo magnético en este tipo de protuberancias es débil (es decir, con $B_H \approx 10$ G) y con una gran inclinación respecto a la vertical solar ($\theta_B H \approx 60^\circ$). Los resultados obtenidos en esta protuberancia son significativamente diferentes. El campo magnético está ligeramente inclinado (la inclinación media es $\theta_B H \approx 24.5^\circ$).

Estos resultados sugieren que la creencia generalizada de que los campos magnéticos de las protuberancias son principalmente horizontales podría ser válida para aquéllas que no son activas, ubicadas lejos de los polos solares. Sólo un análisis teórico similar al realizado y aplicado a observaciones sistemáticas de protuberancias polares, en diferentes fases del ciclo solar, con espectropolarímetros de alta sensibilidad, podrá clarificar definitivamente si la protuberancia observada en este trabajo constituye o no una extraña excepción.

Bajo un punto de vista instrumental, los principales avances han sido:

- Imaging Magnetograph eXperiment (IMaX)

El instrumento IMaX ha avanzado en su grado de definición hasta el punto de llegar a la fase de CDR. Esta última se tiene pensado pasarla por subsistemas dada la enorme complejidad que tendría un CDR del instrumento completo. El instrumento está ya preparado para iniciar la fase de integración.

- Solar Orbiter

Se han continuado las actividades relacionadas con la definición del instrumento VIM de esta misión, dentro del consorcio internacional que aspira a construirlo para Solar Orbiter. Se presentó una respuesta a la carta de intenciones de la ESA cuya finalidad es establecer una colaboración

entre la agencia y los grupos interesados en la carga útil de la misión durante las últimas fases del diseño conceptual de la misma. En esta carta de intenciones el IAC es institución co-IP de la misma (IP, MPS, Lindau) y se incluyen cinco instituciones españolas adicionales como co-Is. Esta actividad es previa al AO que deberá lanzar la ESA.

- Espectrógrafo para el telescopio GREGOR

El espectrógrafo está instalado en el laboratorio de óptica y se están realizando las pruebas necesarias para verificar su calidad óptica, así como su precisión y estabilidad.

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. Rabos y H. Vázquez Ramió.

Colaboradores del IAC: A. Eff-Darwich Peña, J. Patrón Recio, J. de la Cruz, T. Monserrat, V. Marzal e I. Robot.

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 (Ins. 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, T. Corbard (Obs. de la Cote d'Azur, Francia); D.O. Gough (Univ. de Cambridge, Reino Unido); F. Hill, J. Leibacher e I. González Hernández (NSO, EEUU); K. Horne, K. Alsubai (Univ. St. Andrews, Reino Unido); S. Korzennik (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); C. Moutou, M. Deleuil (Lab.d'Astronomie Marseille, Francia); O. Creevey (HAO, EEUU); B. Tingley (Univ. de Bruselas, Bélgica); R. K. Ulrich (UCLA, EEUU); M. Álvarez (IA-UNAM, México); E. Michel (Obs. de Meudon, Francia); M.J. Goupil (LESIA, Obs. Paris, Francia); F. Schmider (OCA, Francia); T. Brown (LCO, 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.

ser excitado directamente, para hacer eficiente el transporte de energía.

Generación del multiplete de He I a 10830 Å

Se ha realizado un estudio teórico de la generación de la intensidad y polarización en las líneas espectrales del multiplete de He I a 10830 Å. Como es sabido, la formación de este rasgo espectral está controlada por la incidencia sobre la cromosfera de radiación altamente energética proveniente de la corona solar. La aplicación de un código de uso general, basado en el formalismo MALI (Multi-level Accelerated Lambda-Iteration), ha permitido sintetizar el multiplete del helio sin suponer ETL, y estudiar por primera vez la respuesta de los perfiles de Stokes emergentes a esta radiación ionizante.

Una de las preguntas planteadas es cómo interpreta un inversor Milne-Eddington el triplete que es utilizado a menudo para estrellas de Hel 10830 Å, los efectos de esta radiación UV, y cuán válidos son los resultados devueltos por el mismo. Tras el estudio, se ha llegado a la conclusión de que este tipo de códigos recuperan sin problemas magnitudes como la intensidad y orientación del campo magnético y la velocidad macroscópica, mientras que presentan degeneración en la determinación de otros parámetros.

Por otro lado, el estudio de la formación del multiplete fuera del limbo solar al resolver el problema en geometría esférica, y la comparación de los perfiles emergentes con observaciones reales de espículas, ha llevado a la conclusión de que medidas de cocientes de intensidades en los perfiles de emisión observados fuera del limbo proporcionan una técnica de diagnóstico de la radiación coronal ionizante.

El campo magnético por encima de puentes de luz

Para llevar a cabo este trabajo se observaron espectropolarimétricamente dos puentes de luz (PdL) pertenecientes a una mancha solar irregular y compleja, con una alta resolución espacial de 0.7". Los perfiles de Stokes medidos fueron invertidos, dando información tridimensional sobre la temperatura y el vector campo magnético en los PdL y en sus alrededores. La intensidad y orientación del campo magnético resultante coinciden con el comportamiento esperado en la umbra y en la penumbra. Los cambios en los PdL también concuerdan bastante bien con estudios previos de estos fenómenos. Todo ello da confianza a los resultados del código de inversión. Es interesante lo rápido que cambia el campo magnético en los PdL en un rango pequeño de alturas de tan sólo 200 km. La intensidad de campo

en la umbra decrece con la altura (-0.8 G/km), mientras que en los PdL aumenta rápidamente con gradientes de hasta 4.7 G/km. El campo es muy débil en $z=0$ en los PdL, pero es casi igual que el de la umbra a una altura de 200 km. La inclinación también sufre cambios considerables con la altura. La estratificación del vector campo magnético resultante indica la presencia de una cubierta magnética por encima del plasma, libre de campo o con campo débil, que forma ambos PdL. Es la primera vez que se encuentran regiones sin campo en un PdL ancho y evidencias de condiciones similares en PdL más estrechos. Estos PdL son regiones con corrientes eléctricas verticales reforzadas. Las corrientes derivadas son las más altas encontradas en manchas de tipo no- δ (hasta 200 mA/m²). Probablemente, esto sea debido a alta resolución espacial alcanzada en estas observaciones. Pero, incluso estas corrientes son incapaces de explicar los aumentos de temperatura, a través del calentamiento Joule, encontrados por el código de inversión en los PdL. Los incrementos de temperatura encontrados en este trabajo pueden estar relacionados con los abramientos cromosféricos detectados por el satélite TRACE. Su origen físico puede estar ligado a la topología magnética en los PdL, que puede ser muy compleja en 3D, con líneas de campo que se encuentran con ángulos grandes, generando procesos de reconexión. También es interesante notar que los movimientos convectivos en los PdL son muy dinámicos, de manera que las fronteras entre los núcleos umbrales y los PdL sufren cambios continuos. De ello se deduce que la morfología de los PdL se está reajustando constantemente, lo que a su vez puede ser la fuente de calentamiento requerida. Desde un punto de vista observacional, la combinación de observaciones ininterrumpidas de la cromosfera con TRACE y los datos espectropolarimétricos de alta resolución espacial del satélite Hinode representa una oportunidad única para poder profundizar en este problema.

El campo magnético en una protuberancia polar

Las protuberancias solares son arcadas densas de plasma relativamente frío ubicadas a decenas de miles de kilómetros por encima de la superficie visible del Sol e imbuidas en la corona solar con sus 10⁶ K. Representan sistemas físicos interesantes en los que el campo magnético interacciona con el plasma de forma sutil. El denso plasma es aguantado por el campo magnético frente a la gravedad, y puede tener lugar inestabilidades y/o procesos de emergencia continua de flujo y reconexión que pueden enfriar y condensar el plasma. Por otra parte, la erupción de una protuberancia produce generalmente una

del satélite CoROT el pasado 27 de Diciembre, 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.

Algunos resultados relevantes

El 27 de diciembre se produjo el lanzamiento del satélite CoROT y su posterior puesta en órbita. CoROT es una misión espacial científica liderada por el CNES (Francia) y con participación de distintos países, entre ellos España, y la Agencia Espacial Europea. Tiene como objetivos científicos la Astrosismología (medida de las frecuencias propias de pulsación de estrellas para inferir la estructura y dinámica de su interior) y la detección de Exoplanetas usando la técnica de tránsitos. El IAC es uno de los institutos Co-Is del consorcio que llevará a cabo el análisis y la explotación científica de las observaciones.

Lanzamiento del satélite CoROT utilizando un cohete Soyuz desde el cosmódromo de Baikonur (Kazakhstan), el 27 de diciembre de 2006.

En agosto de 2006 se descubrió a partir de los datos de la red TrES un nuevo tránsito planetario que fue a posteriori confirmado mediante curvas de velocidad radial obtenidas con el Keck y caracterizado con las curvas de luz en diferentes filtros obtenidos con dos telescopios del Observatorio del Teide: IAC-80 y TELAST (para éste fue su primer resultado científico de interés). El nuevo planeta descubierto, TrES-2 es más masivo y algo mayor que su casi homónimo, TrES-1 (el primer exoplaneta descubierto por el método de tránsitos), y sigue los patrones esperados para este tipo de objetos. Su importancia radica en que es el primero descubierto en el área de observación del futuro satélite Kepler lo que permitirá su seguimiento futuro de una forma detalladísima no alcanzada hasta la fecha.

Curvas de luz de TrES-2 obtenidas con los telescopios propios de la red y con dos telescopios del Observatorio del Teide: IAC-80 y TELAST con diferentes filtros.

MEMORIA
2006 IAC

100

Evolución del Proyecto

Se ha desarrollado y elaborado un nuevo método para determinar la frecuencia acústica de corte solar para los modos acústicos, basado en el análisis "bivariate" entre intensidad y velocidad calculando la función de coherencia y las diferencias de fase entre ambas señales.

La frecuencia acústica de corte es un importante parámetro atmosférico solar, cuya determinación en el pasado, se ha basado en el estudio de

los espectros de potencia conduciendo a un amplio rango de valores entre 5.3 y 5.7 mHz. El descubrimiento de los pseudomodos solares (ondas con frecuencia mayor que la de corte) hace, en principio, más complicada su determinación porque el método más empleado, hallar donde se produce una disminución súbita de la potencia de los modos p , no se podrá utilizar más. En este trabajo, contrariamente a lo que se pudiera pensar, se demuestra que la existencia de los pseudomodos ayuda a determinar la frecuencia de corte. Esta demostración está basada en dos puntos. En primer lugar, estudiando el desplazamiento de los pseudomodos, lo que proporcionaría una medida de la frecuencia de corte. En segundo lugar, estudiando el comportamiento de las diferencias de fase I-V, lo que también sería una buena determinación de la frecuencia de corte. En este trabajo se utilizan los datos de intensidad del fotómetro SPM de VIRGO/SOHO y los datos de velocidad fotosférica de GOLF/SOHO. Se desarrolla un nuevo método para determinar la frecuencia de corte basado en el análisis "bivariate" entre intensidad y velocidad calculando la función de coherencia y las diferencias de fase entre ambas señales. Se determina que las diferencias de fase se comportan casi adiabáticamente en la zona de modos p pero a partir de una frecuencia

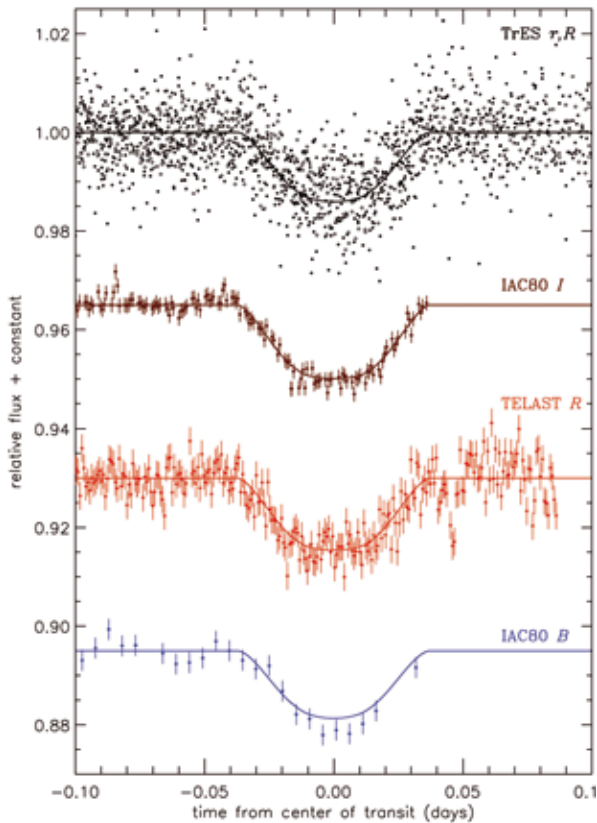


entorno a 5.0 - 5.2 mHz disminuyen de forma lineal como fue predicho por los modelos teóricos. La función de coherencia experimenta un corrimiento en frecuencia entorno también a esta frecuencia. Para esta determinación se ajustan diferentes sinusoides a la zona de modos p y de pseudomodos y a través de la diferencia entre sus máximos se llega a un valor de la frecuencia de corte de 5.1 mHz, cercano, pero inferior, al valor teórico de 5.3 mHz.

Determinación de la frecuencia de corte solar a partir del corrimiento en frecuencia de los pseudomodos solares.

La función de coherencia es ajustada a un senoide amortiguado en la zona de modos acústicos y a un coseno en la zona de pseudomodos, ambas funciones se extienden al dominio no ajustado. Calculando la diferencia en frecuencia entre los máximos de las funciones ajustadas respecto a los de la coherencia se determina la frecuencia de corte como el punto de corte de los polinomios que mejor ajustan a cada juego de valores.

Se inició el análisis comparativo y detallado de



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.

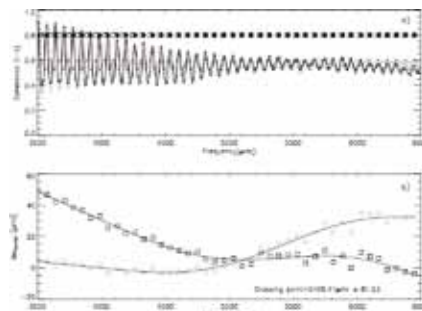
- Observacional, en el que se realizan observaciones ininterrumpidas a lo largo del año desde varias redes mundiales de estaciones heliosismológicas, además del acceso a los datos de los experimentos GOLF y VIRGO a bordo de la sonda espacial SOHO.

- 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 en el límite cercano a poder ser efectivas. El Proyecto pues 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 triunfante lanzamiento y puesta en órbita

GOLF/SoHO. La variación del grado de actividad magnética solar es una fuente de contaminación en estas determinaciones y actualmente se desarrollan técnicas Montecarlo que permitirán modelar, estimar y finalmente descontaminar este efecto.

Se ha desarrollado una nueva iniciativa con colegas del Obs. de la Cote de Azur, Niza (Francia) sobre las futuras herramientas de reducción de datos que proporcionará uno de los instrumentos del satélite francés PICARD, que realizará observaciones heliosísmicas óptimas para el estudio de los modos solares a baja frecuencia. El Instrumento realizará dos tipos de medidas de interés en el marco de los objetivos del presente proyecto. Por un lado, imágenes en intensidad del disco solar completo con una resolución tal que se podrán detectar modos desde $l = 0$ hasta $l = 125$. Por otro lado, se harán observaciones del limbo solar con muy alta resolución espacial, con las que podrían detectarse modos de muy baja frecuencia. La calidad fotométrica del experimento y la precisión en el apuntado, lo hacen especialmente adecuado para estos propósitos.

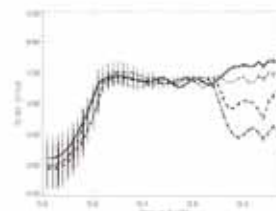
El análisis de las observaciones de la estrella pulsante PG1657+416, así como la realización de una comparación con los modelos teóricos, ha permitido acotar el orden n de los modos propios, así como el rango de los parámetros físicos del objeto, como temperatura y principalmente de su valor de $\log g$.

Análisis de los datos procedentes de la campaña coordinada de Balloon09010001, con especial atención a las variaciones de amplitud de sus modos de oscilación y a un aumento en el espaciado entre las componentes de un triplete. Se ha realizado también una comparativa con los modelos teóricos, de la que se han derivado valores probables de los índices n y l , así como rangos de su valor de $\log g$. Comparando las frecuencias de Balloon09010001 obtenidas en la campaña observacional de 2004 (en rojo) con las obtenidas en 2005 (en azul), se observa que la separación entre las componentes desdobladas a causa de la rotación de la estrella, tanto del triplete como del quintuplete, aumenta, lo que implica un aumento de la velocidad de rotación de este objeto de un 15% en tan sólo un año. Este sorprendente y novedoso resultado no es de esperar en subenanas calientes. El cambio no es debido a la propia evolución de la estrella, ya que las componentes centrales no varían. Se especula como origen de tal variación la existencia de un campo magnético modulando el desdoblamiento rotacional.

Ilustración de las variaciones observadas en el

desdoblamiento rotacional de las frecuencias propias de Balloon09010001 en 2004 (rojo) en relación con las de 2005 (azul). Tal variación supone un aumento en la velocidad de rotación del objeto de un 15%.

Participación en la constitución y puesta en marcha del grupo AsteroFLAG (extensión de FLAG para el caso de observaciones astrosismológicas desde el espacio). Se ha profundizado en los



problemas para la extracción de información de los modos propios de oscilación para observación de estrellas tipo solar y adecuándolo a lo que serán las observaciones con CoRoT (diciembre 2006) y más adelante con KEPLER (2008).

Un resultado importante de la red TRES fue el descubrimiento de un nuevo planeta transitando su estrella, TRES-2, especialmente relevante por ser el primero encontrado en el campo que va a observar el satélite Kepler. La colaboración adicional del grupo fue importante con la obtención de las curvas de luz del tránsito en diversos filtros desde el telescopio IAC-80 que fueron determinantes a la hora de obtener las características del evento y, por tanto, de caracterizar al sistema.

Adicionalmente, recientes curvas de luz de la binaria eclipsante CM Dra, la mayoría de ellos procedente del red TrES, fueron analizados en busca de posibles cambios en los tiempos de mínimos de sus eclipses. Un análisis previo de Deeg et al (2000) había indicado la posible presencia de un planeta con un periodo de 2-3 años, pero la inclusión de estos nuevos datos descartó este planeta. Por otro lado, aparecieron señales que pueden indicar un planeta con un periodo superior a 12 años, lo cual merece un seguimiento observacional de este sistema durante unos cuantos años más.

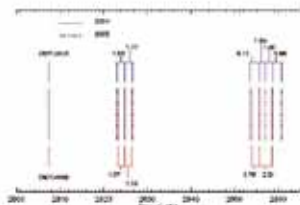
Observación de varios tránsitos primarios y secundarios del planeta HD189733b con el TCS en la banda Ks. Inesperadamente, se detectaron señales de los tránsitos secundarios, cuando el planeta se oculta detrás de la estrella. Estas señales, con una amplitud unos 3 veces mayor a la deducida de modelos teóricos, constituyeron la primera detección terrestre de la emisión en IR de un planeta, pero requieren para su verificación observaciones adicionales al telescopio TCS bajo las mismas circunstancias.

las variaciones en los parámetros de los modos acústicos solares a lo largo de un ciclo completo de actividad (11 años) utilizando las observaciones simultáneas e ininterrumpidas procedentes de los instrumentos GOLF y VIRGO en SoHO. Este trabajo se completará con una base de datos complementaria (instrumento Mark-I en el Observatorio del Teide) que cubre un intervalo de tiempo más grande (25 años) si bien con una cobertura efectiva más baja (30% anual) debida fundamentalmente al ciclo día-noche.

Proyecto GOLF-NG. Esta iniciativa se ha desarrollado dentro del Proyecto en varios aspectos.

Por un parte, se ha avanzado en la construcción e integración de los diversos sub-sistemas del prototipo cara a su validación en Laboratorio y posteriormente directamente realizando observaciones solares en el Observatorio del Teide. Pese a lo avanzado del proceso de integración, surgieron ciertas dificultades técnicas con el diseño de la celdilla (verdadero corazón del instrumento) relacionadas con la empresa proveedora de las mismas así como con su calidad térmica. En consecuencia, el planeado traslado del prototipo desde el DAPNIA, Saclay (Francia) donde se lleva a cabo la integración hasta el Observatorio del Teide, previsto para octubre 2006, ha sufrido una demora importante. Se espera que esté listo para la campaña de verano de 2007.

En el aspecto del mejor conocimiento de la dinámica de la línea espectral utilizada por GOLF-NG (Na-D1), se procedió, por una parte, a realizar observaciones del perfil de la misma (y simultáneamente de otras líneas de uso común en Helioismología) utilizando las facilidades del telescopio THEMIS en el OT. Las observaciones, en proceso de



grupo ha enviado ya para su publicación otros dos trabajos sobre los efectos de la actividad magnética en la determinación de las características del perfil de los modos (centroide, componentes azimutales, asimetría, potencia, etc.)

Se llevó a cabo un estudio de las propiedades físicas de la segunda zona de ionización del Helio en las cercanías de la superficie solar, a partir de las «segundas diferencias» deducidas de las medidas precisas de modos acústicos en

variación de la amplitud de los modos acústicos solares en función de la profundidad en que se miden sobre el perfil de la línea. Actualmente se están cuantificando estas variaciones y se comparan con las obtenidas con otras líneas espectrales (K, NI, etc.) de modo simultaneo y con la misma instrumentación. El objetivo final es el de modelar las señales que se esperan medir con GOLF-NG, evaluando las contribuciones provenientes de campos de velocidad no-periódicos (Granulación, SuperGranulación) o de distorsiones del propio perfil de la línea.

Para llevar a cabo la anterior evaluación se requiere conocer la sensibilidad de cada uno de los quince puntos de muestreo del instrumento GOLF-NG, a las perturbaciones en diversas alturas de la atmósfera; es decir, la "Función Respuesta" (RF) de dicha línea. Para calcular la RF se ha usado el modelo C de atmósfera solar de Vernazza et del al. (1981). La línea es calculada a partir de un tratamiento completo del no-LTE solucionando, simultáneamente, las ecuaciones de equilibrio estadístico y transporte radiativo (Socas-Navarro & Trujillo Bueno 1997).

Se ha llevado a cabo la inversión numérica del conjunto de desdoblamiento rotacional de las frecuencias de oscilación de grado bajo más amplio realizado hasta la fecha, incluyendo datos de los experimentos MDI, GONG y GOLF. Este conjunto de datos incluye modos con frecuencias que van desde 1 a 4 mHz y grados entre 1 y 25. La inversión ha revelado el perfil de rotación del Sol hasta una profundidad de alrededor de 0.16Ro. Se ha encontrado que la rotación de la zona radiativa es aproximadamente constante e independiente de la latitud, aunque a profundidades mayores de 0.2Ro la velocidad de rotación parece descender ligeramente. En este estudio se ha constatado que únicamente la caracterización de modos g permitirá desvelar como rota el núcleo solar (a profundidades mayores de 0.16Ro).

Curva de la velocidad de rotación interna del Sol obtenida a partir de la inversión de un conjunto de desdoblamiento de frecuencias observados por MDI, GONG y GOLF. Las distintas líneas corresponden a velocidades de rotación para: el Ecuador (continua), 30 grados de latitud (puntos), 6° (trazos) y 85 (trazos y puntos). El grado angular de los modos utilizados va de 1 a 25.

Dentro del grupo de trabajo FLAG (Fitting at Low Angular Degree) se ha completado y publicado un primer trabajo en el que ha podido introducir la asimetría observada en el perfil de los modos acústicos solares, en las series simuladas. Su posterior análisis a ciegas ("blind test" o "hare & hounds") permite evaluar los errores sistemáticos asociados a las distintas técnicas de análisis. El

pruebas previstas para la caracterización del instrumento pero un serio problema de electrónica ha hecho que hasta finales de septiembre-octubre no se pudiera poner definitivamente a punto. A mediados de octubre empezaron las pruebas para establecer los límites del detector y comprobar el funcionamiento correcto de todo el sistema. A principios del 2007 se van a empezar las campañas de observación.

MAGNETOMETRÍA SOLAR (3I1502)

J. Sánchez Almeida.

I. Domínguez Cerdeña.

Colaboradores del IAC: J.A. Bonet e I. Márquez.

F. Kneer, K. Puschmann (Univ. de Göttingen, Alemania); H. Socas Navarro (HAO, EEUU); V. Domingo, I. Cabello (Univ. de Valencia); F. Berrili, B. Viticchiè, Silvia y D. Del Moro (Univ. Tor Vergara, Roma, Italia); L. Teriaca y S. Udo (MPI for Solar System Research, Alemania); D. Spadaro (Obs. Astrofisico di Catania, Italia); P. Suetterlin, 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, plagas, 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

La existencia de un mecanismo de intensificación magnética permite explicar la abundancia relativa entre estructuras con campo fuerte y campo débil observada en el "Sol en calma". Si este tipo de mecanismo opera en el Sol es inevitable que una fracción importante del flujo magnético se encuentre en forma de estructuras con kGs.

Evolución del Proyecto

La intensidad del campo magnético del «Sol en calma» presenta un rango de valores que van desde cero hasta 2 kG. Para caracterizar este amplísimo rango es necesario recurrir a una función densidad de probabilidad (PDF), que describe qué fracción de atmósfera solar tiene un determinado campo magnético. Domínguez Cerdeña et al. (2006, *Astrophysical Journal*, 636, 496) presentan la primera medida completa de la PDF, que está caracterizada por un máximo en campo débil (~100 G), una larga cola exponencial que llega hasta los kG, y un máximo local justo antes de caer hasta cero en 1.8 kG. Se ha demostrado que todas estas propiedades resultan de forma natural si un mecanismo de intensificación magnética opera en el "Sol en calma". El plasma emerge y desaparece de la superficie solar transportado por movimientos convectivos. Mientras permanece en la fotosfera el mecanismo de intensificación se encarga de aumentar la intensidad del campo magnético en el plasma. La velocidad de intensificación necesaria para explicar las observaciones ($\sim 2 \text{ G s}^{-1}$) es compatible con los mecanismos de intensificación existentes en la bibliografía (ej. Spruit, 1979, *SPh*, 61, 363; Sánchez Almeida, 2001, *Astrophysical Journal*, 556, 928).

Las estructuras magnéticas del "Sol en calma" contienen 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

En este mismo telescopio se llevó a cabo la decimoquinta campaña de la Red STEPHI, en colaboración con el Obs. de San Pedro Mártir (México) y el de Beijing (China), sobre la estrella pulsante Delta Scuti de las Pléyades V624Tau cuyos datos se encuentra actualmente en proceso de reducción.

En relación al catálogo EXODAT de las estrellas del rastreo para exoplanetas, se tomaron al inicio del año las últimas observaciones en el INT. Estas observaciones completan de modo definitivo este catálogo cuya elaboración se inició en 2003.

Para verificar las estrategias de detección y análisis de curvas de luz de tránsitos a obtener por CoRoT, el equipo participó en el 'CoRoT Blind Test 2'. Dentro los 6 equipos que participaron, el nuestro llegó al segundo número más alto de detecciones, y a la mejor caracterización de los candidatos, con una estrategia de clasificación casi automática.

Se ha desarrollado un nuevo algoritmo de detección de tránsitos con la técnica de "wavelet", llamado TRUFAS, que destaca por su rapidez y fiabilidad.

A lo largo del presente año se han elaborado dentro de los equipos involucrados en la búsqueda de exoplanetas con CoRoT las estrategias para el seguimiento observacional desde telescopios terrestres. Estas observaciones serán necesarias para descartar alarmas falsas en detecciones del CoRoT, y para la mejor caracterización de planetas descubiertos. Observaciones rutinarias en el telescopio IAC-80 de unas variables de baja amplitud verificaron que unas secuencias temporales de muy corta duración bastarían por un primer seguimiento fotométrico del gran número de detecciones, unas 200 al año, esperadas con CoRoT.

En enero se presentó la tesis doctoral de R. Alonso Sobrino bajo el título «Detección y caracterización de exoplanetas mediante el método de tránsitos». En ella se han recogido los resultados obtenidos en cinco años de trabajo en una línea tan novedosa como es el campo de los exoplanetas y su detección mediante el método de tránsitos, incluyendo el descubrimiento tras una ardua labor de seguimiento de TRES-1, el primer planeta descubierto con esta técnica.

A lo largo de 2006, 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. Las mejoras introducidas en el sistema de control y archivo de datos en 2005, han dado el resultado previsto en el sentido que minimizar los problemas instrumentales.

- GONG: Funcionando normal y continuadamente a lo largo del año. Se concluyó el desarrollo de los protocolos para proporcionar 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/.

- STARE: se procedió a la actualización del telescopio STARE en el OT. Estas mejoras de la cámara, la montura y el sistema de guiado debieran permitir un funcionamiento óptimo del dispositivo en los tres años en que se espera que la red TRES, de la que STARE forma parte, siga funcionando.

- PASS: Un segundo sistema de PASS, con una cámara de repuesto del instrumento SuperWASP, fue puesto en marcha en el mes de julio en la cúpula de este instrumento en el ORM. Este segundo sistema sirve para cubrir las zonas polares, los cuales no son accesibles con el instrumento principal del SuperWASP. En relación al instrumento PASS en el OT, después de haber sido parado desde el paso de la tormenta Delta en 2005, en mayo se reiniciaron las observaciones con una cámara prestada por la Universidad de St. Andrews (Escocia), lo cual permitió el inicio de las observaciones con poco retraso, y se llegó a tomar datos ininterrumpido durante el resto de este año.

- TELAST: En octubre se instaló la nueva montura con el pilar del LOI, y se alineó la montura. En diciembre se hicieron pruebas con el autoguiado del telescopio concluyendo la existencia de diversos problemas mecánicos que impiden alcanzar las especificaciones del seguimiento por parte de la montura.

- TON+ (EAST): Durante el 2006 empezaron las

EL SISTEMA SOLAR

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, se han llevado 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 se encuentran aún en proceso de análisis, y en el trabajo colaboramos con Teriaca, Udo, Spadaro, Suetterlin, y Rutten.

Junto a Bonet, Márquez, Cabello, Domingo y Domínguez Cerdeña, se llevan cuatro años midiendo, con el telescopio SST del ORM, la variación centro-limbo de los puntos brillantes que caracterizan a los campos magnéticos intensos del "Sol en calma". El propósito del grupo es determinar si el magnetismo del "Sol en calma" podría jugar algún papel relevante en las variaciones de irradiancia solar. El trabajo ha continuado también este año.

RELACIÓN SOL-TIERRA (3I1003)

M. Vázquez.

J. Vaquero y M.C. Gallegos (Univ. de Extremadura); J.J. Curto (Obs. del Ebro); F. de Ory (Inst. Nacional de Meteorología, Tenerife); R. Casas (Obs. de Sabadell).

Introducción

Iniciar una línea de investigación sobre relaciones Sol - Tierra.

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.

Algunos resultados relevantes

Firma de dos contratos con la editorial Springer para la publicación de sendos libros.

de la importancia de su estudio por el Consejo 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

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 y L. Bellot-Rubio (IAA, Granada); H. Campins e Y. Fernandez (Univ. de Arizona, EEUU); J. Fernández, G. Tancredo y N. Sosa (Univ. de la República, Uruguay); H. Rickman (Obs. de Uppsala, Suecia); L. Jorda (Lab. d'Astrophysique de Marseille, Francia); E. Dotto y M. Di Martino (Obs. de Torino, Italia); G.P. Tozzi (Obs. de Arcetri, Italia); R. Gil-Hutton (CASLEO, Argentina); D. Lázaro y A. Alvarez, (Obs. Nacional de Rio, Brasil), R. Duffard (MPI, Alemania), 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. 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 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

en la superficie, a pesar de que este es un volátil a las temperaturas superficiales de estos objetos, parecen ser comunes en los TNOs grandes, a pesar de que las órbitas de estos 3 cuerpos, y por tanto las condiciones de irradiación y temperatura son bastante diferentes. Posiblemente, al igual que Plutón, 2005 FY9 tenga una atmósfera ligada al planeta, siendo este el único caso conocido aparte del de Plutón. El estudio detallado de este objeto permitirá comprender mucho mejor los procesos internos y de la superficie que tienen lugar en los cuerpos helados gigantes que pueblan el cinturón trans-neptuniano y, en particular, estudiar los mecanismos que dan lugar a posibles atmósferas. La importancia de este trabajo se puede comprobar por el hecho de que tiene ya 11 citas en el ADS.

Se publicó una letter en *Astronomy & Astrophysics* (Licandro, J. et al.) donde se demostró, a través de observaciones espectroscópicas en el visible con el telescopio WHT, que la superficie del mayor de los planetas enanos 2003 UB313 (Eris), presenta además de metano, una abundante cantidad de hielo de Nitrógeno. Como en Plutón, el metano está diluido en Nitrógeno lo cual se evidencia por un desplazamiento de las bandas de metano observadas respecto a las del metano puro medidas en el laboratorio. Asimismo, se muestra que la abundancia de N₂ disminuye con la profundidad lo que sería coherente con un escenario donde la atmósfera de este TNO, dado que este está próximo a su afelio a 97UA, ha colapsado casi completamente sobre la superficie, primero los materiales menos volátiles (CH₄) y finalmente los más volátiles (como el N₂).

Evolución del Proyecto

Durante 2006 el grupo ha publicado 12 artículos en revistas con árbitro, hay uno en prensa y dos enviados, y al menos cuatro en un estado muy avanzado de preparación.

Se asistió a cinco congresos y dos talleres internacionales. Se presentaron un total de 16 trabajos orales y tres pósters. J. Licandro impartió dos conferencias invitadas, y hubo una tercera a la que finalmente no pudo asistir.

Para el caso del programa de propiedades superficiales y rotacionales de NEOs:

- Se completó el análisis de la base de datos del grupo con el de los espectros de NEOs disponibles en la literatura utilizando el método de Gaffey y se está finalizando el análisis detallado utilizando el MGM. Se publicó un artículo con resultados de una muestra restringida (de León et al.) y se presentaron resultados en el DPS 2006 (de León et al.)

- Se obtuvieron nuevos espectros que amplían la

muestra 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.

Para el caso del programa de propiedades superficiales y rotacionales de los objetos transicionales asteroide-cometa:

- Se publicó un artículo con resultados preliminares sobre los asteroides en órbitas cometarias (Licandro, J. et al.) y está prácticamente finalizado el artículo con el análisis de la muestra completa de estos objetos (Licandro, J. et al.). Visitaron el IAC A. Alvarez-Candal del grupo de D. Lázaro (Brasil) y H. Campins, quienes estuvieron trabajando en este tema.

- Está aceptado en *Astronomy & Astrophysics* un artículo (Licandro, J. et al.) donde se presentan evidencias de la naturaleza asteroidal de un caso paradigmático de objeto transicional, el 3200 Phaethon. Estos resultados se presentaron en el DPS 2006 (Licandro, J. et al.)

- Se publicó el análisis de la distribución de tamaños de los asteroides en órbitas cometarias, comparativo con la de los posibles objetos progenitores (Alvarez-Candal y Licandro, J.).

- 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.

- Se presentaron los resultados obtenidos para dos casos paradigmáticos de asteroides transicionales, Hidalgo (Campins et al.) y Phaeton (Licandro, J. et al.) en el ACM 2005 y el DPS 2005. En ambos casos hay artículos en avanzado estado de preparación.

- Asimismo, se han realizado avances en la utilización de los modelos de scattering superficial aplicado a asteroides. Visitó el IAC R. Brunetto (Obs. de Catania, Italia) con quien se está colaborando en este y otros temas relacionados.

- Se publicó un artículo en colaboración con el grupo H. Campins, en el que se aplicaron modelos de scattering al estudio de los espectros de dos asteroides en órbitas cometarias (Zhiffer et al.).

- Se publicó un artículo con las propiedades espectrales de familias de asteroides Troyanos (Dotto et al.) y se envió a Icarus un artículo donde se presentan las propiedades espectrales de una serie de asteroides Troyanos en órbitas inestables

que afectan y modifican la superficie de los objetos helados del Sistema Solar y relacionarlos con las 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 los telescopios TNG, 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 telescopio 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, C₂, C₃). 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 1996-2000 durante la tesis de J. 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 el Obs. de La Silla, Chile (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 (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 (Granada) y G. P. Tozzi del Obs. de Arcetri (Italia).

Algunos resultados relevantes

Se publicó una letter en *Astronomy & Astrophysics* (Licandro, J. et al.) donde se ha demostrado, mediante observaciones espectroscópicas en el visible e infrarrojo, que la superficie de uno de los grandes TNOs recientemente descubiertos, 2005 FY9, presenta una abundante cantidad de hielo de metano. El espectro de este objeto es muy similar al de Plutón, lo que implica que su composición superficial es parecida, y que, dado su brillo, su tamaño debe ser del orden de 0.7 veces el de Plutón. Junto con el TNO 2003 UB313, cuyo espectro fue publicado casi simultáneamente por Brown et al (2005), 2005 FY9 aparece como un objeto similar a Plutón, tanto en tamaño como en composición. Plutón ha dejado de ser un caso anómalo también en lo concerniente a su composición superficial. Los mecanismos que mantienen hielo fresco de metano

(Melita, Williams y Lisandro, J.). Este último artículo está en proceso de revisión avanzada.

- Se realizaron observaciones con el telescopio espacial Spitzer de uno de los casos paradigmáticos de asteroide en órbita cometaria, Hidalgo. Se obtuvieron espectros, los que combinados con los que ya se tenía en el rango 0.35-5 micras, permitirán un estudio detallado de su mineralogía. Los datos están en fase de reducción.

- J. Licandro fue invitado a dar una charla invitada de revisión sobre el tema de los objetos transicionales asteroide-cometa en el marco de la IAU General Assembly.

9- J. Licandro se ha integrado en el grupo científico liderado por Barucci que presentó una propuesta a ESA para realizar una misión a un NEA primitivo (probablemente un objeto transicional, siendo Wilson-Harrington un potencial candidato). Esta propuesta se presentará oficialmente en 2007 en el marco del COSMIC VISION 2015.

Para el caso del programa de propiedades superficiales de TNOs, Centauros y núcleos cometarios:

- Se publicó un artículo donde se muestra que la superficie del planeta enano 2005 FY9 es muy similar a la de Plutón, con una gran abundancia de hielo de metano (Lisandro, J. et al.)

- Se publicó un artículo donde se muestra que el planeta enano 2005 UB313 Eris, cuya superficie es similar a Plutón, contiene además una notable proporción de hielo de Nitrógeno (Lisandro, J. et al.)

- Se publicó un artículo donde se muestra que el TNO 2002 TX300 tiene una superficie con una enorme abundancia de hielo de agua muy similar a la superficie de Caronte. Se obtuvo además el espectro de otro TNO que tiene similares propiedades superficiales y se mostró que, salvo por el caso de Caronte, hay un grupo de 5 objetos con similares propiedades superficiales a TX300 (entre los que está el planeta enano 2003 EL61) y muy similares elementos orbitales. Esta población está siendo estudiada para determinar si se trata de una población que originalmente carece de orgánicos o si es el resultado de un evento colisional reciente. Hay dos artículos en avanzado estado de preparación.

- Se han obtenido espectros de varios TNOs y

Centauros.

- Se publicaron dos artículos con el análisis de los espectros del núcleo del cometa 162P/Siding-Spring donde se determina además su tamaño y albedo (Campins et al. y Fernandez et al.).

- Se continuó con la colaboración establecida con el grupo de G. Strazzulla del Obs. de Catania (Italia), N. 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.

- J. Licandro es parte del grupo científico liderado por Win que presentó una propuesta a ESA para realizar una misión a la heliosfera (RAMA) que haría un vuelo rasante a un «planeta enano». Esta propuesta se presentará oficialmente en 2007 en el marco del COSMIC VISION 2015.

En lo relativo al programa de propiedades nucleares de cometas:

- El artículo sobre la distribución de tamaños de los cometas de la FJ (Tancredi et al.) fue publicado en ICARUS.

- Se participó en un programa de observación con el telescopio Spitzer (Fernandez et al.) que ha recibido 105 hr. de tiempo de telescopio que se están ejecutando.

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 por J. Licandro, que implicó el uso simultáneo entre el 2 y el 10 de julio de los telescopios WHT, TNG y NOT. Se presentaron resultados preliminares en el Workshop «Deep Impact as a World Observatory Event (Lisandro, J. et al.) en el que J. Licandro fue miembro del SOC. Hay varios de artículos en preparación.

- Se concluyó en el análisis de las propiedades de la coma del cometa Schwassmann-Wachmann

HISTORIA DE LA ASTRONOMÍA

ARQUEOASTRONOMÍA (P7/93)

J.A. Belmonte.
C. Esteban, C. González García y N. Miranda.

Colaboradores del IAC: A. Aparicio y R. Génova.

L. Costa Ferrer (Madrid), J.L. Escacena (Univ. de Sevilla); M. Fekri (Univ. Minufiya, Egipto); C. González (Univ. Autónoma de Madrid), 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, 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 2005 y 2006, la reducción y análisis de la mayoría de los datos y la publicación parcial de los mismos (ej. Belmonte y Shaltout, 2006) 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. Se han encontrado algunos casos en que estas orientaciones se manifiestan mediante hierofanías espectaculares. Un buen ejemplo es la orientación a la salida del Sol en el solsticio de invierno del templo principal de la antigua ciudad de Dionisias (hoy Qsar Qarum) dedicado al dios Sobek-Ra, donde, como se puede apreciar en la Figura 1, los primeros rayos del Sol naciente iluminan de forma espectacular los sucesivos

accesos al santuario, concentrando su luz en la iluminación de la capilla que habría contenido la estatua de la divinidad.































Hierofanía sagrada a la salida del Sol en el solsticio de invierno en el templo de Sobek-Ra en Qsar Qarum (Oasis de Fayum, Egipto). "Sacred hierophany at winter solstice sunrise in the temple of Sober-Re in Qsar Qarum" (Fayum Oasis, Egypt).

(© Juan A. Belmonte, 21/12/2006).

En este mismo marco de investigación sobre la astronomía del Egipto antiguo, también se debe destacar la identificación de una serie de estrellas y constelaciones egipcias (Figura 2) en la que, por primera vez, un astrónomo y un egiptólogo, trabajando de forma independiente, se han puesto de acuerdo para unificar criterios y llegar a un consenso (Lull y Belmonte, 2006). Esto ha permitido proponer soluciones realistas para cerca de un 70% de los cielos del Egipto antiguo.

Evolución del Proyecto

Este ha sido un año especialmente denso en actividades en el que se han realizado más de media docena de campañas de trabajo de campo; la primera a mediados de invierno en Galicia, seguida de una campaña en Libia. En primavera se llevaron

		<i>Name</i> Nombre	<i>Translation</i> Traducción	<i>Identification</i> Identificación
1		Sopdet	<i>Triangle</i> Triángulo	<i>Sirius & its companions</i> Sirio y sus vecinas
2		Sah	<i>Sah</i> Sah	<i>Parts of Orion. Head at the Belt.</i> Partes de Orión. Cabeza en el Cintio
3		Aret	<i>Jaw</i> Mandíbula	<i>Hyades Cluster, with Aldebaran</i> Cúmulo de las Híades, con Aldebarán
4		Khau	<i>Myriad or Flock</i> Miriada o Rebaño	<i>The Pleiades Cluster</i> Cúmulo de las Pléyades
5		Qed	<i>Sheepfold</i> Corral	<i>Head of Cetus</i> Cabeza de Cetus
6		Seba en Sar	<i>Star of fire</i> Estrella de Fuego	<i>Capella</i> Capella
7		Aped	<i>The Bird</i> El Ave	<i>Triangulum & Perseus</i> Triángulo y Perseo
8		Aryt	<i>(The 2) Jaw(s)</i> Mandíbula(s)	<i>Cassiopeia</i> Casiopea
9		Nekhet	<i>The Giant</i> El Gigante	<i>From Aquila to the Square of Pegasus</i> Desde Águila al Cuadrado de Pegaso
10		Chemes en Khentet	<i>Red One of Prow</i> Roja de la Proa	<i>Antares</i> Antarés
11		Sebau Ashau	<i>Many Stars</i> Muchas Estrellas	<i>Coma Berenices</i> La Cabellera de Berenice
12		Reret	<i>She-Hippo</i> Hipopótama	<i>From Lyra to Bootes</i> Desde Lira al Boyero
13		Ta Nefer	<i>Beautiful Child</i> Hermoso Chaval	<i>Spica</i> Espiga
14		Menit	<i>Mooring Post</i> Punto de Amarre	<i>Area of Bootes, including Arcturus</i> Área de Boyero, incluyendo Arturo
15		Meskhietiu	<i>Bull's Foreleg</i> Pierna de Toro	<i>The Plough</i> El Carro (en UMa)
16		An(w)	<i>Hor Anu</i> Horus Anu	<i>From Lynx to Canes Venatici</i> Desde Lince a Canes Venatici
17		Ipedjes	<i>Bright Star</i> Estrella Brillante	<i>βCen (Hadar)</i> βCen (Hadar)
18		Sebshesen	<i>Sage's Star</i> Estrella Sabia	<i>αCen (Rigel Kent or Toliman)</i> αCen (Rigel Kent o Toliman)
19		Washty Bekaty	<i>Twins + 2 Ladies</i> Gemelos + 2 Sras.	<i>Southern Cross</i> Cruz del Sur
20		Djat	<i>The Ferryboat</i> El Ferry	<i>Area of Argo Navis.</i> Área del Navío Argos
21		Hetep Reduy	<i>Lying on His Feet</i> Sobre sus Pies	<i>Hydra</i> Hidra
22		Mai	<i>The (Divine) Lion</i> El León (Divino)	<i>Leo</i> Leo
23		Hequ en Saq	<i>The Plunderer</i> El Saqueador	<i>Leo Minor</i> Leo Minor
24		Sebau nu Mu	<i>Stars of Water</i> Estrellas de Agua	<i>The Praesepe Cluster (M44)</i> Cúmulo del Pesebre (M44)
25		Tepya Sebawy	<i>Before Two Stars</i> Previo 2 Estrellas	<i>Alhena, in Gemini</i> Alhena, en Gemini
26		Sebawy	<i>Pair of Stars</i> Pareja de Estrellas	<i>Castor and Pollux</i> Cástor y Póllux
27		Setuy	<i>The 2 Tortoises</i> Las 2 Tortugas	<i>Procyon and Gomeisa</i> Proción y Gomeisa
28		Kenmet	<i>Cow?</i> ¿Vaca?	<i>Canis Major & Puppis</i> Can Mayor y Popa

a cabo sendas campañas en Bulgaria, Andalucía y Micronesia. Finalmente, en coincidencia con los dos solsticios, el de verano y el de invierno, se realizaron la cuarta y la quinta campaña de la Misión Hispano-Egipcia sobre la Astronomía del antiguo Egipto en el propio país del Nilo.

En este sentido, sigue en marcha el Proyecto para el estudio arqueoastronómico de los monumentos de la civilización faraónica en Egipto, en colaboración con el astrónomo egipcio M. Shaltout (IP de la Misión), Profesor Emérito del Obs. de Helwan, y su compatriota el epigrafista M. Fakri de la Univ. Minufiya, bajo el auspicio del Consejo Supremo de Antigüedades de la República Árabe de Egipto, dirigido por Z. Hawass. En el año 2006 se realizaron dos campañas arqueoastronómicas en el país. La primera en el mes de junio nos llevó al Oasis de Siwa, al Delta y a las montañas del Sinai donde se recogieron una gran cantidad de datos que completan las series obtenidas en campañas anteriores en el Alto y el Medio Egipto y en los oasis del Desierto Occidental. Parte de los resultados de esta campaña serán publicados en sendos artículos que ya ha sido aceptados por la revista *Journal for the History of Astronomy*. La segunda se acaba de llevar a cabo en coincidencia con las fechas del solsticio de invierno y aun no ha habido tiempo ni siquiera de organizar los datos pero es importante afirmar que ha sido una campaña complementaria que ha permitido realizar trabajo de campo en algunos lugares aislados de los desiertos oriental y occidental y completar algunas series en lugares ya trabajados. Igualmente ha servido para tratar de responder a ciertas preguntas que quedaron abiertas tras los resultados de las campañas preliminares. Con esta quinta campaña se completa más del 90% del trabajo de campo en el propio Egipto y es de esperar que su análisis, en conjunción con los datos de las cuatro campañas anteriores, permita llegar a conclusiones certeras sobre las hipótesis de partida del Proyecto.

Sin salir del antiguo Egipto, se ha profundizado en dos aspectos interesantes de los conocimientos astronómicos de esta antigua civilización. En uno de ellos, en colaboración con el egiptólogo J. Lull se ha completado un mapa de las constelaciones del antiguo Egipto. El otro ha sido el desarrollo y consolidación de la línea de trabajo que ha de conducir a la tesis doctoral de N. Miranda. Este trabajo se centra en el estudio de la diosa egipcia de la escritura y del cómputo, Seshat. La incorporación de N. Miranda al Proyecto ha marcado un hito no sólo para éste, sino para todo el IAC, pues su formación de base es egiptológica y no astronómica. Su tesis se realizará bajo la dirección conjunta del profesor de egiptología de la Univ. de La Laguna M.A. Molinero, que supervisará las cuestiones de epigrafía e iconografía egipcias, y del IP de este Proyecto que se encargará de

supervisar las cuestiones astronómicas. Esta suma de esfuerzos desde varias disciplinas ya está redundando en beneficio del Proyecto y está abriendo nuevas vías de investigación para el futuro.

Parte de este beneficio se pudo apreciar durante la celebración del III Congreso Ibérico de Egiptología celebrado en La Laguna entre el 11 y el 14 de septiembre bajo los auspicios de la Asociación Internacional de Egiptólogos. Grandes esfuerzos se dedicaron a la organización de este congreso pues dos de los miembros del Proyecto, J.A. Belmonte como Vicepresidente y N. Miranda como vocal, se involucraron activamente en su organización. Asimismo, es de destacar la importante participación de los investigadores del grupo en el programa científico, pues se presentaron al congreso tres comunicaciones orales. Todas ellas serán publicadas en un número especial de la revista *Trabajos de Egiptología* que está en proceso de edición. Dos de ellos en particular fueron la presentación ante la comunidad egiptológica de los resultados iniciales de las campañas arqueoastronómicas en Egipto y del trabajo preliminar desarrollado para su Memoria de Investigación por parte de N. Miranda, que debe presentar su DEA durante el próximo año.

En esta misma línea y con el fin de estrechar lazos y de trabajar conjuntamente en la interpretación de los resultados de las campañas de Egipto y en la preparación de planes para el futuro, en febrero se recibió la visita M. Shaltout. De esta visita surgió la idea de continuar el trabajo de campo en el norte de Sudán una vez se haya finalizado en Egipto (entorno a 2008) y de iniciar la preparación de una monografía sobre arqueoastronomía del Egipto antiguo largamente deseada. Igualmente, como complemento al Proyecto en Egipto, se realizó una campaña arqueoastronómica en Libia en el mes de marzo donde se estudiaron parcialmente los yacimientos de la Cirenaica, región ésta que en la antigüedad tuvo lazos culturales importantes con el antiguo Egipto. Los datos obtenidos están actualmente en proceso de análisis.

Cambiando de continente y de fenómeno cultural, en abril de 2006 se realizó una primera campaña de toma de medidas de orientaciones de los monumentos megalíticos del sureste de Bulgaria pertenecientes a la cultura Tracia y que son datados en la primera mitad del primer milenio antes de Cristo, en colaboración con D. Kolev del Instituto de Astronomía de la Academia Búlgara de Ciencias. Esta primera campaña fue planteada como una primera toma de contacto pero resultó todo un éxito, permitiendo obtener medidas de 30 monumentos megalíticos así como de otras estructuras funerarias y posibles templos de esta cultura.

En este mismo ámbito, el megalitismo, se ha continuado con la aplicación de programas informáticos *ad hoc* para elaborar nuevos modelos que expliquen las distribuciones de los azimut en los diagramas de orientación de diversos monumentos en varias áreas y para diversas épocas. Además se han implementado nuevos programas a fin de realizar nuevos estudios estadísticos basados en la técnica de análisis de componentes principales. Esta técnica permite reducir el número de variables significativas en una muestra con numerosos parámetros para encontrar tendencias comunes entre poblaciones distintas. Esta técnica, ampliamente utilizada en estudios genéticos, se está comenzando a aplicar de forma novedosa en nuestro grupo para intentar ver si los patrones de orientaciones mostrados por diversos grupos de monumentos son compatibles con los mostrados por diversos fenómenos astronómicos de forma independiente y aplicando técnicas diferentes al modelado anterior. De esta forma se puede corroborar o tal vez descartar ciertos patrones observados.

Por otra parte, este año se ha comenzado una colaboración con un grupo de arqueólogos del Instituto de Estudios Gallegos y la Universidad de Santiago de Compostela especializados en el arte rupestre de las Edades del Bronce y el Hierro de su región. Para ello se llevo a cabo una breve visita a Galicia en el mes de febrero que supuso una primera toma de contacto con estos investigadores y con los yacimientos de la región para determinar su potencial arqueoastronómico. Los datos obtenidos, sobre todo en el ámbito del arte rupestre, son muy prometedores y se espera que pronto comiencen a dar sus frutos. En un ámbito cultural similar, en mayo se llevó a cabo trabajo de campo en la provincia de Sevilla con el fin de medir las orientaciones de distintos santuarios y necrópolis de la cultura tartésica. Para este trabajo se contó con la colaboración de J.L. Escacena del Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Sevilla. Los datos están también en proceso de reducción y análisis.

Mucho más exótico, sin embargo, es el hecho de que en abril se realizó trabajo de campo en la isla de Pohnpei (Estados Federados de Micronesia), en pleno Océano Pacífico, donde, con la colaboración del R. Mauricio, del Historic Preservation Office del gobierno de esta minúscula nación insular, visitamos la espectacular ciudad megalítica de Nan Madol y el yacimiento de Sapwtakai donde

se pudo determinar las orientaciones de las tumbas principales, encontrando relaciones muy interesantes con el orto solar en los equinoccios y el solsticio de verano (u ortos de asterismos importantes para las culturas del Pacífico, como el Cinturón de Orión o las Pléyades). Un avance de los resultados se presentó en noviembre de 2006 en el VII Congreso Internacional de la Asociación Española de Estudios del Pacífico, celebrado en Barcelona.

Finalmente, en este año se culminó el trabajo en los monumentos megalíticos de Alemania y Holanda, "Hünenbetten" y "Großsteingraber", al ser publicados los resultados definitivos en el *Journal for the History of Astronomy*. También cabe destacar que tras varias iteraciones y arduas discusiones con los árbitros de la revista, este año también fue aceptado para su publicación el estudio realizado sobre la reforma juliana del calendario republicano romano. Este artículo aparecerá en el próximo número de la revista *Archaeoastronomy, Journal for Astronomy in Culture*, que está en prensa. Durante el próximo año se espera también culminar el análisis de los datos de los templos y las necrópolis fenicio-púnicas de la islas de Ibiza y Cerdeña, que complementa al que se está realizando o ya se ha realizado en la Península Ibérica y el norte de África, con el fin de preparar una monografía sobre el tema, cuyo comienzo estaba planeado para 2006 pero no se pudo acometer por falta de tiempo del personal del Proyecto al tenerse que trasladar a Madrid uno de sus pilares durante los últimos años, C. González.

Igualmente, como cada año, se participó en la XIV reunión anual de la Sociedad Europea para la Astronomía en la Cultura, SEAC, celebrada en Rodas, Grecia, entre los días 6 y 11 de abril. El IP del proyecto como Presidente de la sociedad, era miembro del SOC. A continuación de este congreso se llevó a cabo una brevísima visita de reconocimiento a los yacimientos de la isla de Creta que no ha deparado resultados excepcionales más allá de lo esperado gracias al trabajo de campo llevado a cabo con anterioridad por otros investigadores.

Para finalizar, comentar que este año se ha podido comprobar *in situ*, gracias al colaborador del grupo O. González, uno de los descubrimientos más interesantes que realizado en conjunto en los años noventa. Se trata de la observación del orto de la luna llena siguiente al solsticio de verano (lunasticio mayor) en contacto con el Roque Nublo, desde el

ÓPTICA ATMOSFÉRICA Y ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL

CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS (7I2301)

C. Muñoz-Tunón.

A.M. Varela Pérez, B. García Lorenzo y P. Bonet Márquez.

Colaboradores del IAC: J.J. Fuensalida, M. Collados y L.F. Rodríguez.

Jean Vernin (Univ. de Niza, Francia), René Rutten (ING, La Palma), Sergio Ortolani (Univ. de Pádua, Italia) y Marc Sarazin (ESO, Alemania).

Introducción

Durante el año 2006 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. La novedad ha sido la incorporación e instalación de una nueva estación de sondeo en la zona de las Lajitas, cerca de los helipuertos, que consiste en el primer Differential Image Motion Monitor completamente automático (DIMMA) y una estación meteorológica automática (AWS), todo ello alimentado con paneles solares. El DIMMA ha sido desarrollado por la empresa IMASDÉ (ahora INERZA, S.A.) según diseño y prototipo del IAC. Desde el año 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, vientos troposféricos, aerosoles, 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>).

La lista de paquetes de trabajos y tareas se describen en <http://www.otri.iac.es/files/na2/na2-9GsB0.PDF>. Los documentos correspondientes al primer Informe Anual 2006 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 de GTC, donde se trabaja desde 2002. Este lugar ha sido preseleccionado para la búsqueda del mejor enclave para albergar un futuro giga telescopio europeo (60-100 m) o ELT. Las medidas 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 Tabla 1 resume la estadística mensual obtenida en el 2006. Las principales conclusiones son:

- La DHV satisface las condiciones de excelencia ópticas obtenidas en otros lugares del ORM en años anteriores.
- El comportamiento estacional del seeing, menores valores del seeing se obtiene en los meses de verano debido a la semipermanencia del Alisio.
- La correlación existente entre el comportamiento nocturno del seeing y el régimen de viento a nivel de superficie.

La distribución del seeing * en abril, noviembre y diciembre 2006 muestra una función doble pico detectada especialmente en primavera en años anteriores (ej. mayo 2005) y atípicamente en agosto de 2006. Este efecto está asociado a un cambio drástico en el régimen de viento. Los principales síntomas son la elevada desviación estándar de la media y por tanto la discrepancia con el valor

Tabla 1

Month	Ndata	Mean (")	std (")	Median (")	Min (")	Max (")
1	5882	0.88	0.42	0.75	0.29	3.08
2	909	0.94	0.43	0.84	0.42	3.55
4	1416	0.67	0.23	0.62	0.32	1.64
5 *	1516					
6	4329	0.67	0.31	0.60	0.19	2.54
7	3356	0.55	0.15	0.52	0.23	1.61
8	6238	0.62	0.21	0.59	0.21	2.36
9	2811	0.69	0.48	0.49	0.23	3.84
10	111	0.56	0.13	0.54	0.31	1.13
11	2226	1.18	0.76	0.89	0.37	7.60

Estadística mensual del seeing en la DHV (ORM) durante el año 2006.

(próximo a los helipuertos) en el ORM.
A la derecha de la imagen está la torre de 5 m sobre la que se erige el DIMM y a la izquierda la AWS (Automatic Weather Station).

Calibración del uso de datos de satélites para caracterización de sitio

- Vientos troposféricos

Los datos de satélites se están convirtiendo en una herramienta de sondeo y caracterización de posibles enclaves para la observación astronómica. El equipo ha publicado varios trabajos donde se cuestiona esta posibilidad, especialmente en el estudio de aquellos parámetros que requieren una mayor resolución espacial de la que ofrecen en la actualidad la mayor parte de los satélites o que presenten una estratificación en altura

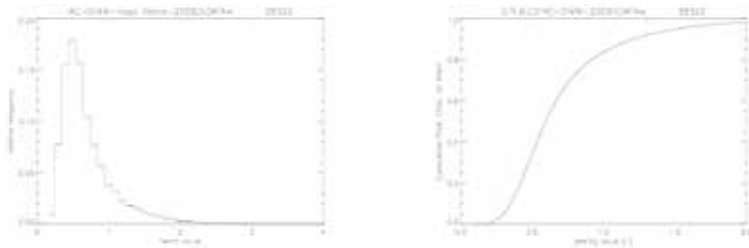
orografía con diferente comportamiento cuando separamos día y noche.

Existe una alta correlación entre la velocidad del viento en capas altas (200 mbar) y bajas (600 - 700 mbar) en el ORM, San Pedro

(como los aerosoles). Otro parámetro propuesto, por su posible relación directa con la turbulencia atmosférica, son los vientos troposféricos a la altura de 200 mbar (unos 12 km de altitud sobre el nivel del mar). Algunas conclusiones de estudios recientes ("*Troposphere wind regimes and site topography: importance for site characterization*", A.M. Varela et al, SPIE 2006) son:

La propagación de los flujos de viento en altura y su correlación con los vientos superficiales son cruciales para entender la influencia de los vientos alisios sobre la calidad de imagen astronómica.

La velocidad de vientos troposféricos y sus rosas de viento tienen un comportamiento fuertemente estacional y siguen el esperado escenario del alisio, no hay diferencias entre día y noche y dependen fuertemente del lugar de observación.



MEMORIA
2006 IAC
116

Año	Ndata	Mean	std	Median	Min	< 0.5"	< 1"	> 2"
2005	28794	0.77"	0.47"	0.64	0.19"	29%	81%	3%

Mártir (México), Paranal y La Silla (Chile), pero no en Mauna Kea (Hawai, EEUU).

Esta ausencia de correlación en Mauna Kea se explica a partir del patrón de propagación del viento en altura (ver Figura 3). En Mauna Kea aparece una componente orográfica dominante en dirección Este completamente opuesta a la existente a 200 mbar. Esto puede tener implicaciones importantes en la generación de capas de turbulencia.

Las rosas de viento superficiales dependen de la

Existe una alta correlación entre los vientos de alto

Tabla 3

AÑO	1995/96	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2005
Ndata	87978	55545	50661	53178	66348	48115	111561	75311	28794
Nhoras	806.5	509.2	464.4	487.5	294.9	213.8	513.6	334.7	319.9
Min (")	0.18	0.20	0.20	0.17	0.18	0.11	0.14	0.15	0.19
Media (")	0.75	0.66	0.71	0.78	0.84	0.62	0.88	0.69	0.77
std (")	0.40	0.30	0.34	0.40	0.52	0.41	0.44	0.43	0.47
Mediana (")	0.65	0.58	0.63	0.68	0.68	0.53	0.76	0.56	0.64

Estadística anual del seeing obtenida en el ORM entre 1995 - 2005. Cada dato del seeing se obtiene a partir de la varianza de la diferencia de centroides de 200 imágenes de 10 ms cada una. El número de horas de muestreo (Nhoras) ha sido calculado teniendo en cuenta el muestreo del seeing que realiza cada DIMM, muestreo que va de 1 a 2 datos por minuto.

de la mediana.

* Más información sobre el efecto del viento en la distribución del seeing en *New Astronomy Reviews* 42 (1998) 409-416 y en la página de Proyecto (<http://www.otri.iac.es/sitestesting/index.php?flash=1&pag=8-47>).

No hay datos de enero debido a condiciones meteorológicas adversas.



se transfieren los datos en una plantilla Web para ser utilizada en la miniview del ORM y a una base de datos. se recogen en <http://www.iac.es/proyecto/sitestesting/onlinepro/wstation.html>.

DIMM Automático (DIMMA)

En verano de 2006 se ha montado para calibrar el primer DIMM completamente automático 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. Los datos se transmiten en tiempo real. Este instrumento ha sido diseñado por miembros del IAC y construido por la empresa Inerza S.A. Actualmente está en fase de calibración y validación. El objetivo es que esté completamente operativo en la primavera de 2007. Más información en DIMMA en esta Memoria.

Imagen del DIMMA instalado en Las Lajitas

La Figura 1 muestra la estadística anual del seeing (función de distribución y frecuencia acumulada). El valor medio y mediana del seeing correspondiente al año 2006 es 0.71" y 0.60" respectivamente. El mínimo valor alcanzado del seeing es 0.15". Valores excelentes del seeing (menores que 0.5") se obtuvieron en un 34% de las medidas; valores buenos del seeing, ej. mejores que 1.0" se midieron en un 84% de los casos y valores del seeing superiores a 2.0" se alcanzaron en un 2% de las medidas.

Función de distribución (izquierda) y frecuencia acumulada del seeing (derecha) medido en la Degollada del Hoyo Verde (ORM) durante el año 2006. Los resultados de esta estadística se resumen en las Tablas 2 y 3.

Tabla 2

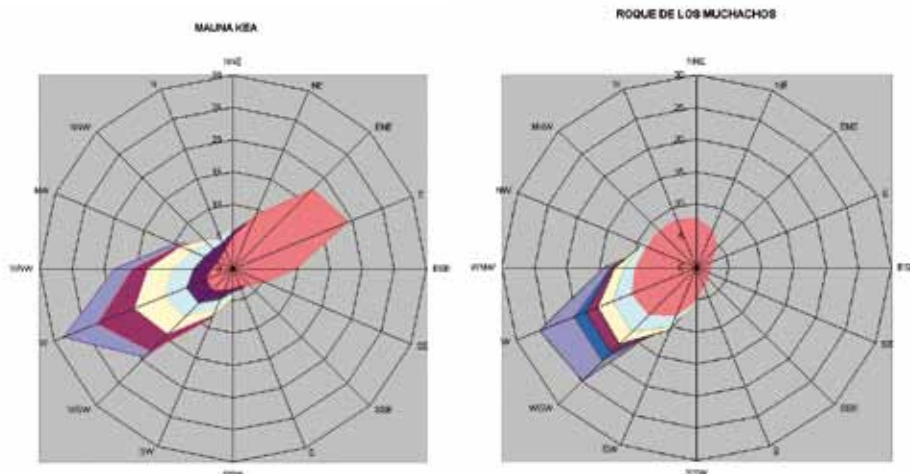
Estadística del seeing obtenida en la DHV (ORM) en el 2006.

En la Tabla 3 comparamos los resultados estadísticos del seeing obtenidos en el ORM entre 1995 - 2005 en diferentes enclaves y utilizando diferentes DIMMs operados por el Grupo de Calidad del Cielo del IAC. IAC (ver <http://www.otri.iac.es/sitestesting/index.php?flash=1&pag=7-19>).

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, se han registrado continuamente a razón de un dato por minuto.

Ficheros de datos, gráficas y estadísticas están disponibles en <http://www.iac.es/project/sitestesting/site.html> en "Statistics and Data" - "Meteo Results". Un enlace Web permite obtener un display de las medidas de meteorología en tiempo y a su vez,



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.

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 las reuniones de seguimiento del WP12000 Site Selection for the European ELT – FP6 celebradas en Madrid, los días 19 de enero y 2 de mayo; y en Marsella (Francia) el 30 de noviembre (<http://www.otri.iac.es/na2/>).

Participación en las reuniones del ELT ESO Working Group celebradas en Garching (Alemania) los días 12-14 de enero; 6-7 febrero y 26-27 de abril (<http://www.otri.iac.es/na2/>).

Participación en el SPIE: Astronomical Telescopes and Instrumentation 2006, celebrada en Orlando, Florida, (EEUU) los días 24-31 de mayo (http://www.otri.iac.es/na2/documents.php?id_proyecto=3)

Organización y participación en las reuniones de los subcomités del CCI para Caracterización de los Observatorios (SUCOSIP) celebrada en Friburgo (Alemania) el 1 de junio (<http://www.otri.iac-es/na2/>) y en las de Operaciones en los Observatorios (SOC) celebradas el 8 de marzo y el 6 de septiembre.

Otros

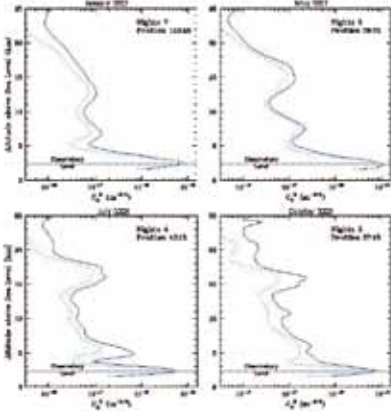
Se ha respondido a consultas requeridas por grupos externos relacionados con la caracterización de sitio y se ha dado apoyo y respuesta a otros colectivos y medios de comunicación.

Se ha obtenido el mismo comportamiento estacional del seeing de años anteriores. La presencia del Alisio y de una capa de inversión más baja bien definida en el periodo estival justifica una tendencia a obtener mejores valores de seeing en este periodo.

El promedio del valor medio del seeing en la última década es de 0.74" y el de la mediana es 0.63". Concluimos que valores de seeing excelentes (<0.5") se alcanzan en torno al 30% de las medidas y valores buenos de seeing (>1.0") se alcanzan en porcentajes superiores al 80%.

Se ha instalado el primer DIMM completamente automático o DIMMA en una zona conocida como Las Lajitas, en el ORM. Se espera que esté completamente operativo y proporcionando datos en tiempo real en primavera de 2007.

Estudios recientes afirman que existe una relación directa entre los vientos troposféricos, en particular a 200 mbar, y la turbulencia atmosférica. Por otra parte se sabe que el relieve y la topografía de un lugar pueden jugar un papel importante en la generación de componentes orográficas de viento y repercutir en la calidad de la imagen astronómica. Se han utilizado datos de satélites y de los archivos de diagnóstico climatológico para el estudio de los vientos troposféricos y su correlación con los vientos superficiales obtenidos en estaciones meteorológicas in situ. Se ha demostrado que en el ORM, en San Pedro Mártir (México), Paranal y La Silla (Chile) existe correlación entre los vientos a 200 mbar y los vientos a nivel superficial, por tanto sólo en estos casos se pueden utilizar los vientos a 200 mbar como diagnóstico para caracterización de sitio. Sin embargo en Mauna Kea (Hawai, EEUU) no existe tal correlación, por tanto en este caso no basta el viento a nivel troposférico para la caracterización de la turbulencia atmosférica.



nivel y los medidos a 10 m de altitud en La Palma. Si existe una relación entre la turbulencia global y el viento a 200 mbar, ésta debería ser similar en Páranal y la Silla, San Pedro Mártir y La Palma.

Estructura vertical del viento en Mauna Kea y en La Palma, desde 200 mbar (contorno externo) hasta 700 mbar (contorno interno).

- Aerosoles y extinción atmosférica

Se ha realizado un estudio del uso de datos de satélites para caracterizar la extinción atmosférica de un lugar. Para calibrar los datos de satélites se ha utilizado la base de datos del coeficiente de extinción atmosférica que proporciona el CMT (Carlsberg Automatic Meridian Circle Telescope) en el filtro V de Jonson (551 nm) y r (625 nm) desde 1984. Este trabajo se ha realizado bajo el marco de financiación de OPTICON y en colaboración con C. Bertolin y S. Ortolani, de la Universidad de Padua (Italia).

Tras utilizar una base de datos de más de 30 años del TOMS (Total Ozone Mapping Spectrograph) a bordo del Nimbus 7 y del Earth Probe, se comprueba que el índice de aerosoles que proporciona TOMS (nivel 3, que es lo comúnmente utilizado por estar disponibles gratuitamente en Internet) no correlaciona con el coeficiente de extinción atmosférica. Esto se debe a que la resolución del TOMS, de $1^\circ \times 1.25^\circ$, abarcando una isla entera, es insuficiente para caracterizar la presencia local de polvo sobre el ORM y porque los canales utilizados, centrados en el UV, pueden incluir otro tipo de aerosoles limpios (cloruros o sales procedentes del Atlántico) y de poco interés en la calidad astronómica.

Se pretende que los datos del satélite solapen con el área del ORM: por esta razón se recurrió al nivel 2, que tiene la misma resolución espacial que el Instantaneous Field of View (IFOV) del satélite y se han explorado otros satélites que proporcionan parámetros relacionados con la extinción atmosférica, tales como el índice de aerosoles o el espesor óptico de aerosoles. El inconveniente es que los datos de nivel 2 no están

disponibles en Internet y requieren de un software específico para extraer de ellos variables como: latitud, longitud, reflectividad a diferentes canales, ozono, índice de aerosoles, espesor óptico de aerosoles, fracción de nubes en tierra y océano, SO_2 , radiación solar, etc.

Asimismo se han seleccionado sólo aquellos satélites con base temporal adecuada y que utilicen canales centrados en longitudes de onda de interés astronómico (UV cercano, óptico e infrarrojo cercano), esto llevó a MODIS en Terra y Aqua y OMI en AURA, pertenecientes a la NASA; y a SEVIRI en MSG1 (Met8) y Sciamachy en ENVISAT. Estos datos están en análisis.

Acciones conjuntas para medir los perfiles de turbulencia y de viento

- Medidas con SCIDAR (Scintillation Detection and Ranging) en el ORM y en el OT

Se está trabajando aún en la mejora del algoritmo para obtener medidas de los perfiles de turbulencia a partir de las observaciones del G-SCIDAR prácticamente en tiempo real (con un retraso de unos minutos). El análisis de los perfiles obtenidos con G-SCIDAR en el ORM durante 2004 y 2005 (más de 10.0000 perfiles individuales de turbulencia) está en progreso.

El software automático para determinar la velocidad de las capas de turbulencia a partir de los datos de G-SCIDAR ha sido mejorado, incluyendo los efectos de proyección del vector de velocidad de viento en la línea de las observaciones. El algoritmo propuesto y la primera aplicación a datos reales están publicadas en el artículo "Processing of turbulent-layer wind speed with Generalized SCIDAR through wavelet analysis", García-Lorenzo & Fuensalida 2006, Monthly Notices of the Royal Astronomical Soc., 372, 1483.

Promedio (línea continua) y mediana (línea punteada) de las medidas de los perfiles de turbulencia medidos en cuatro meses diferentes durante 2005 en el ORM. El seeing de cúpula ha sido sustraído del perfil individual. Los números de la esquina derecha corresponden al total de perfiles utilizados para calcular los perfiles estadísticos.

Algunos resultados relevantes

Los resultados de la campaña de site testing 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.

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 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 banda 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

Desarrollo de un nuevo método, basado en *wavelets*, para la obtención de perfiles de viento a partir de medidas de centelleo con la técnica SCIDAR (García-Lorenzo, B. & Fuensalida, J.J. 2006, *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, 372, 1483 "Processing of turbulent-layer wind speed with Generalized SCIDAR through wavelet analysis"). Esto es especialmente importante porque permite extraer el perfil de viento a partir de los mismos datos con los que se obtienen los perfiles verticales de turbulencia.

Seguimiento continuado en el ORM y el OT del perfil vertical de turbulencia con frecuencia de 4-6 noches/mes.

Instalación y primeras medidas de perfiles de viento en capas bajas con un SODAR en el OT.

Evolución del Proyecto

Se ha completado el desarrollo de un nuevo método, basado en *wavelets*, para la obtención de perfiles de viento a partir de medidas de centelleo con la técnica SCIDAR (García-Lorenzo, B. & Fuensalida, J.J. 2006, *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, 372, 1483 "Processing of turbulent-layer wind speed with Generalized SCIDAR through wavelet analysis"). Esto es especialmente importante porque permite extraer el perfil de viento a partir de los mismos datos con los que se obtienen los

Se ha impartido un curso de 20 horas de Iniciación a la Astronomía en el programa Universidad para Mayores del Vicerrectorado de Extensión Universitaria de la Univ. de La Laguna.

DESARROLLO DE SISTEMAS PARA ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL (P35/86)

J.J. Fuensalida.

B. García Lorenzo, Á. Rodríguez Hernández, C. Högemann, J. Castro Almazán y E. González Mendizábal.

Colaboradores del IAC: Á. Alonso, J.M. Delgado, L.F. Rodríguez Ramos, M. Barreto, J.L. Rasilla, T. Viera y A. Fragoso.

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

por tanto de las óptimas condiciones para su desarrollo.

El Proyecto tiene, asimismo, una vertiente espacial. Observar fuera de la atmósfera terrestre tiene la ventaja de evitar las turbulencias que se generan en ella por convección y consecuentemente la degradación que de ellas se deriva. Se está involucrado en el desarrollo y construcción del magnetógrafo IMAx (Proyecto SUNRISE) que volará en globo estratosférico en trayectoria circumpolar alrededor de la Antártida. Además, existen grandes perspectivas para participar en el proyecto SOLAR ORBITER que consiste en un satélite que circundará el Sol a una distancia de 0.2 Unidades Astronómicas.

Algunos resultados relevantes

Mediante dos técnicas independientes (una fotométrica y la otra espectroscópica) se han detectado flujos verticales de ~200 m/s en la penumbra de las manchas solares. Los flujos ascendentes están asociados a estructuras brillantes y los descendentes a estructuras oscuras. Este resultado sugiere la presencia de convección en la penumbra e incide directamente en un tema ampliamente debatido en la literatura sobre la naturaleza del transporte de energía en la penumbra para justificar el brillo de sus estructuras.

Es conocido que alrededor de las manchas se observan fuertes flujos horizontales que arrastran a la granulación, así como a los puntos brillantes en banda G. La estructura que se forma se denomina "mota" y muchos autores le atribuyen naturaleza supergranular. Sin embargo se aporta un nuevo dato al respecto de este fenómeno. La estructura de "mota" no está presente en aquellas zonas de la mancha en que no hay penumbra (es decir la transición umbra-granulación es directa) lo cual asocia inequívocamente el fenómeno de la "mota" con la penumbra.

Evolución del Proyecto

Se ha estudiado una secuencia de imágenes de penumbra con alta resolución aplicando técnicas de correlación local para derivar sus movimientos propios. A parte de los esperados movimientos radiales (paralelos a los filamentos) se han detectado flujos trasversales convergentes que concentran trazadores pasivos en cadenas a lo largo de los filamentos penumbrados oscuros. Bajo la hipótesis de que estos movimientos correspondan a desplazamientos de plasma, se han detectado flujos descendentes de materia en las partes oscuras de la penumbra con velocidades de ~200 m/s. La asociación de flujos descendentes con estructuras oscuras es sugerente de transporte convectivo en penumbra.

En base a una secuencia de espectros (0.2" de resolución espacial) obtenidos con el telescopio SST y su espectrógrafo Littrow se han estudiado los desplazamientos Doppler en una amplia zona de la penumbra de una mancha regular. Del estudio de estas velocidades se ha deducido una correspondencia entre flujos ascendentes y estructuras brillantes así como entre flujos descendentes y estructuras oscuras. Esta correlación sugiere de nuevo, aunque utilizando diferente técnica, que el transporte de energía por convección desempeña un papel importante en la penumbra.

Una secuencia de imágenes (70 minutos) con alta resolución ha permitido estudiar los movimientos horizontales en una región activa consistente en una mancha de configuración δ rodeada de granulación anormal con gran densidad de puntos brillantes en la banda G (ver Figura). En la granulación de zonas próximas alrededor de las manchas se han observado los esperados fuertes flujos hacia fuera, la llamada "moat" de la mancha. Sin embargo se ha detectado un aspecto no mencionado en previas investigaciones y es el hecho de que la "mota" es un fenómeno asociado a la penumbra de forma que no hay "mota" alrededor de la mancha en aquellas zonas en que no existe penumbra.

OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES TELESCÓPICAS DEL IAC (3I1101)

A. Osoz.

G. Gómez, J.M. González, L. López, A. Rosenberg, L. Chinarro, S. Fernández, S. López, A. Pimienta, D. López, M. Núñez y A. de la Nuez.

Colaborador del IAC: F. Martín.

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.

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

perfiles verticales de turbulencia.

Está en proceso de desarrollo la adaptación del instrumento cute-SCIDAR para el Observatorio Paranal (ESO-Chile) dentro del paquete de trabajo WP12000 del European Community's Framework Programme6 "European Extremely Large Telescope Design Study". A partir de la instrumentación desarrollado en los años anteriores (cute-SCIDAR, Híbrido Shack-Hartmann+SCIDAR), se aprobó, dentro del mencionado Proyecto de la UE, desarrollar una copia del cute-SCIDAR para

completar las campañas comparativas entre los sitios seleccionados para la instalación de un futuro ELT europeo. Paralelamente, la campaña de medidas de perfiles verticales de turbulencia en el ORM y en el OT se ha continuado con una frecuencia de 4-6 noches cada mes. La instalación de un SODAR y las primeras medidas se han realizado en el OT.

Propuesta de una plataforma de ensayo para el desarrollo de un espectrógrafo 2-D ecualizado y limitado por difracción. A partir de la información de la estructura de la turbulencia obtenida en años pasados y de la instrumentación disponible para tal efecto, se ha analizado la viabilidad de un instrumento compuesto de un espectrógrafo 2-D ecualizado y alimentado por un sistema de Óptica Adaptativa capaz de adecuarse a las condiciones de la turbulencia del momento, lo que ha llevado a proponer una plataforma de ensayo de diversas técnicas y procedimientos dentro del desarrollo de un instrumento prototipo.

Tabla 1

TELESCOPIO	INSTRUMENTO	DESPLIEGADO	PERÍODO OPERATIVO	NUMERO AÑOS
TCS	CAIN	1999	1999 -	8
	FIN	2004	2004 -	3
IAC-80	CCD	2005	2005 -	2
	TCP	2006	2006 -	1
OGS	CCD	2001	2001 -	6
MONS				
VTT	TIP	1999	1999 -	8
	TIP-II	2005	2005 -	2
WHT	LIRIS	2004	2004 -	3
	INTEGRAL	1998	1998 -	9
NOT	IACUB	1992	1992 -	15
STARE		2001	2001 -	6
CMB	VSA	1999	1999 -	8
	COSMOSOMAS	1998	1998 -	9
Laboratorio Solar	MARK-I	1977	1977 -	29
	TELAST	2004	2006 -	1
	PASS	2005	2005-2006	2
	EAST	2005	2006.-	

Listado de todos los ITE e intervalo de tiempo en el que ha estado funcionando cada uno de ellos.

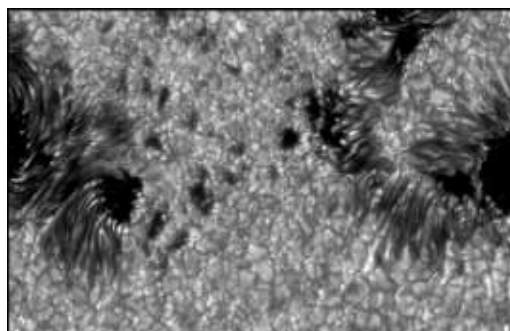


Imagen en banda-G tomada el 9 de julio de 2005 con el telescopio SST y restaurada con la técnica MOMFBD. Se muestra una región activa de configuración δ con un campo de visión de 57.8"x 34.4".

ALTA RESOLUCIÓN EN FÍSICA SOLAR (311403)

J.A. Bonet.
S. Vargas.

Colaborador del IAC: M.I. Márquez Rodríguez.

Introducción

La interpretación de los fenómenos solares requiere del estudio de estructuras a pequeña escala y consecuentemente observaciones con alta resolución espacial son imprescindibles para entender la física del Sol. Afortunadamente, telescopios solares de nueva generación con grandes aperturas, requeridas para satisfacer estas necesidades, están ya funcionando o en fases avanzadas de construcción, en nuestros observatorios de las Islas Canarias. En este contexto se enmarca este Proyecto que dispone

MEMORIA
IAC 2006

123

y experimentos del OT. Sus funciones se han ampliado durante 2006 debido a la incorporación de nuevos experimentos, como EAST (Tabla 1, página anterior). La tendencia que se está apreciando es que aumenta la dedicación de su tiempo a los experimentos (STARE, PASS, etc.), tanto de noche como de día.

Desde 2006 se dispone de un nuevo tipo de personal de apoyo a las ITE, los Técnicos en Operaciones Telescópicas (TOT). Los TOT son licenciados recientes con un contrato en prácticas que ejercen una labor intermedia entre los Oper y los AS. Los TOT, tres nuevos cada año con contrato por dos años, tendrán la oportunidad de realizar el Máster en Astrofísica al mismo tiempo que ejercen sus tareas en el OT. Esto permitirá ofrecer un servicio más eficiente tanto de día como de noche.

La llegada de los tres primeros TOT ha servido para comprobar que este sistema funciona perfectamente y para encargarles una serie de responsabilidades, como creación de manuales y procedimientos, descargando de trabajo a otros colectivos.

TCP (<http://www.iac.es/telescopes/TCP/TCP.htm>)

La cámara Tromsoe CCD Photometer (TCP) es un instrumento portátil optimizado para fotometría
Tabla 2

AÑO	IAC-80	TCS	INTEGRAL	SER. INT	IACUB	LIRIS	SER. NOT	TIP
2006	91	81	20	9	1	2	15	5

Jornadas en las que los AS han permanecido en los observatorios durante 2006.

Fotómetro Infrarrojo FIN (<http://www.iac.es/telescopes/tcs/FIN.htm>)

El mayor problema que ha tenido el Proyecto durante 2006 ha sido el funcionamiento de FIN. Desde hace unos meses se viene detectando que en todo momento se alcanza la saturación del detector, independientemente de la impedancia empleada. Por ello, se está realizando una revisión total del sistema, lo que de paso ha servido para corregir una serie de problemas que se venían arrastrando y para incluir mejoras que han surgido debido al uso del instrumento. Adicionalmente, se ha cambiado el PC de control de FIN por otro nuevo y se han comenzado a dar los pasos necesarios para migrar de Solaris a Linux el PC interfaz de usuario.

FastCam

FastCam ha sido el instrumento estrella durante 2006, con el permiso del TCP.

de lectura rápida (sistema *Windowed*) basado en tecnología CCD. El TCP incorpora la posibilidad de reducción de los datos sobre la marcha, es decir, la producción de curvas de luz conforme llegan las imágenes del telescopio y el cálculo de las transformadas de Fourier de los datos obtenidos hasta ese momento. El TCP utiliza un chip SiTe 1kx1k con tamaño de píxel de 24 µm.

El IAC ha firmado un acuerdo con el Instituto de Física y la Universidad de Tromsøe, (Noruega), para utilizar el TCP como segundo instrumento de uso común del telescopio IAC-80. Este instrumento ya se usaba anteriormente en el telescopio IAC-80, aunque a partir de ahora todos los grupos que lo soliciten podrán emplearlo para sus observaciones. Debido a su capacidad para registrar cortas variaciones de tiempo en un objeto celeste, este instrumento aumenta las prestaciones del telescopio en numerosos campos de estudio.

Las solicitudes de tiempo del TCP para el telescopio IAC-80 durante el último semestre de 2006 han correspondido a más de un 20% del total. Con el fin de ofrecer el mejor servicio posible, en estos últimos meses se ha completado el conjunto de manuales de observación y reducción y se ha incluido el modo multi-filtro, de manera que se ha añadido la posibilidad de realizar macros de observación.

FastCam, Proyecto que nació en marzo de 2006 en colaboración con la Universidad Politécnica de Cartagena, consiste en un prototipo de cámara L3CCD de lectura muy rápida (varios cientos de imágenes por segundo) que permite obtener un *seeing* teórico del límite de difracción del telescopio. Con esto se podría conseguir resolución tanto temporal como espacial, algo crucial para muchos proyectos.

Tras la creación del grupo de trabajo, con personal de las Áreas de Instrumentación e Investigación, se comenzó con el estudio y desarrollo del prototipo. Como cámara para la primera versión se ha utilizado la L3CCD de instrumentación gemela a la empleada en el Proyecto SCIDAR: una cámara de 128x128 píxeles, con un tamaño de 24 µm por píxel, lo que ofrece un campo bastante pequeño.

FastCam vio la primera luz en el telescopio TCS el 17 de mayo. Las primeras pruebas ofrecieron resultados espectaculares, incluso bajo malas condiciones atmosféricas, de *seeing* 0",16 en la

operación en este momento: LIRIS e INTEGRAL en el telescopio WHT, TIP o TIP-II en el VTT e IACUB en el telescopio NOT. Los telescopios incluyen el TCS, el IAC-80, el MONS, el tiempo reservado para España en la OGS y las noches de servicio CAT en instalaciones extranjeras, 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

Evaluación de las instalaciones, telescopios y experimentos españoles por parte de un comité internacional.

Primeros dos números de *GAS-News*, el boletín de noticias del Grupo de Astrónomos de soporte, y primer seminario impartido por el grupo.

Incorporación de los Técnicos en Operaciones Telescópicas al personal del grupo.

La cámara Tromsoe CCD Photometer (TCP) ya es instrumento de uso común del telescopio IAC-80.

FastCam, cámara L3CCD de lectura muy rápida, ve la primera luz. Se obtiene una resolución de 0",16 en la banda I de Johnson-Bessell.

Numerosas actividades de divulgación además de la "Imagen Astronómica del Mes".

Financiación de las observaciones mediante el Programa de Accesos a Grandes Instalaciones Científicas del Plan Nacional de I+D+i.

Evolución del Proyecto

El número y la calidad de las actuaciones que se han llevado a cabo durante 2006 han sido ciertamente elevados, con resultados en una gran diversidad de instalaciones y con modificaciones en la estructura del personal.

Comité de Evaluación de las Instalaciones

Uno de los puntos críticos del Proyecto durante 2006 ha sido, sin duda, la visita del Comité de Evaluación de las Instalaciones españolas en los Observatorios de Canarias.

En la reunión del Comité Científico Internacional (CCI) de octubre de 2005, las instituciones usuarias acordaron llevar a cabo una evaluación de sus telescopios, instrumentos e instalaciones. En el IAC se decidió que la misma se realizaría durante 2006. Esta evaluación comprende las actividades del IAC relacionadas con los diferentes ITE bajo su cargo en ambos Observatorios.

El Comité, formado por los cuatro expertos P. Charles, S. Eikenberry, F. Comerón y T. Rimmele, visitó el IAC entre el 13 y el 17 de noviembre. Además de las visitas a la sede central y a ambos Observatorios, entrevistaron a numeroso personal del centro, representantes de todas las Áreas.

Dado que el IAC está fuertemente ligado a los Observatorios, sus instrumentos e instalaciones, esta evaluación tendrá un impacto directo muy importante en esfuerzos y desarrollos futuros.

Astrónomos de soporte (AS), Operadores de Telescopio (Oper) y Técnicos de Operaciones Telescópicas (TOT)

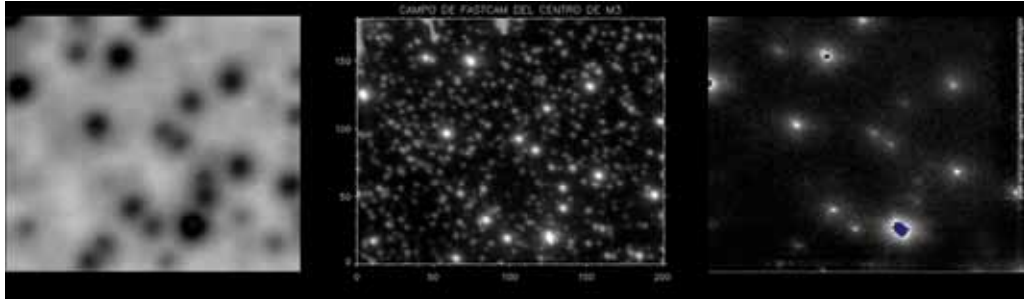
Los AS tienen a su cargo toda la instrumentación española y las noches de servicio del CAT en telescopios del ORM. Se intenta que estén presentes en la primera noche de observación de los nuevos astrónomos de los telescopios TCS, IAC-80 y de IACUB en OGS, así como en el primer día de TIP.

Entre las novedades que el Grupo de Astrónomos de Soporte (GAS) ha llevado a cabo está la creación de un "boletín de noticias" que vio sus dos primeros números durante 2006. En él se pretende informar de las actividades realizadas por el grupo, así como de datos útiles acerca de los Observatorios, tales como la instalación de nueva instrumentación, observaciones de servicio y rutinarias, etc.

Asimismo, se impartió el primero de los seminarios que se ofrecerán de forma periódica para informar en profundidad sobre algunos temas. En él se indicó cómo se realiza el procedimiento de selección y observación para las noches de servicio ofrecidas en el ORM, así como un análisis de la filosofía de este tipo de observaciones y sus limitaciones.

Finalmente, los AS también están colaborando activamente con el Máster de Astrofísica. Varios alumnos del Máster han acompañado a los AS en sus observaciones, en los telescopios del OT y en los telescopios WHT y el NOT del ORM.

Los Oper se encargan de diversos telescopios



En el telescopio TCS las modificaciones más importantes, aparte de las ya comentadas de FIN y FastCam, son la instalación de una GPS en el telescopio para las observaciones y la colocación de un nuevo suelo en el edificio principal. En junio se rompió la araña



del secundario, reparándose a los pocos días.

Finalmente, en octubre se aluminizaron los espejos del telescopio MONS, con el consiguiente alineado de los mismos.

Documentación de apoyo a las observaciones

Unos 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 2006 se han finalizado los siguientes documentos (aparte de los ya citados manuales del TCP):

- 126
- Procedimienot de mantenimiento preventivo de los Telescopios Nocturnos (TTNN)
 - Manual de uso la WFC
 - Manual de STARE
 - Manual de uso de INTEGRAL para AS
 - Manual de EAST

Asimismo, se han agrupado todas las macros de CAIN en un mismo directorio, creándose macros para cada tipo de objeto y cada observación.

Astrofotografía y divulgación

El personal del Proyecto está involucrado en numerosas actividades de divulgación, impartiendo charlas, ayudando en visitas a los observatorios o mediante la Astrofotografía.

El Proyecto de Astrofotografía ha continuado con la obtención de imágenes espectaculares durante 2006, lo que se ha reflejado en la Imagen Astronómica del Mes (http://www.iac.es/telescopes/IAM/main_astrofoto_esp.html). La bondad de este Proyecto y la calidad de sus imágenes se reflejan en el hecho de que parte de las mismas se han incluido en el audiovisual de los observatorios creado por OPTICON y en los carteles que se han hecho para los diferentes telescopios del OT. Asimismo, se ha escrito un artículo sobre el grupo de Astrofotografía para la revista *IAC Noticias*.

Las visitas más relevantes en las que se ha colaborado son (aunque hubo muchas más) la Winter School en el OT, con tres personas del grupo, o las Jornadas de Puertas Abiertas (JJPPAA) de julio. En estas últimas, con asistencia de 1.530 personas, ayudaron seis personas del Proyecto.

Otras actividades de divulgación son la creación de una página Web con imágenes del eclipse parcial de Sol del mes de marzo (<http://www.iac.es/telescopes/Novedades/Eclipse%20Marzo%202006/Eclipse-29-03-06.htm>) o la página con las imágenes de uno de los fragmentos del cometa Schwassmann Wachmann 3 - 73P pasando cerca de M57, nebulosa anular en la constelación de Lira (Figura 1, 2 y 3).

Además del seminario ya indicado, se impartió una charla invitada en la reunión de la Sociedad Española de Astronomía en la que se hablaba sobre el presente y el futuro de la astronomía en el OT.

Mosaico de imágenes obtenidas con el telescopio IAC-80 dentro del programa de Astrofotografía y la Imagen Astronómica del Mes.

banda I de Johnson-Bessell, algo jamás visto en el OT. Durante 2006 ha habido tres períodos de pruebas en los que se han observado multitud de objetos con separaciones tan pequeñas como 0",20.

Existe un punto crucial en el Proyecto que tiene que ver con el análisis y estudio científico de los datos. La cámara L3CCD puede leer hasta 400 FPS (Frames per second). Se espera obtener del orden de 200 Gb de datos por noche. Esta cantidad de datos, abrumadora, no se puede transferir al IAC para su almacenamiento. Por tanto, ha de analizarse sobre la marcha en el mismo telescopio, seleccionando simplemente las imágenes útiles y descartando el resto. Esta es una de las partes del Proyecto en las que más se está trabajando.

Este instrumento, que no se hubiese podido desarrollar sin disponer del telescopio TCS, se exportará en el futuro cercano a otros telescopios de mayor tamaño, como el WHT o el NOT.

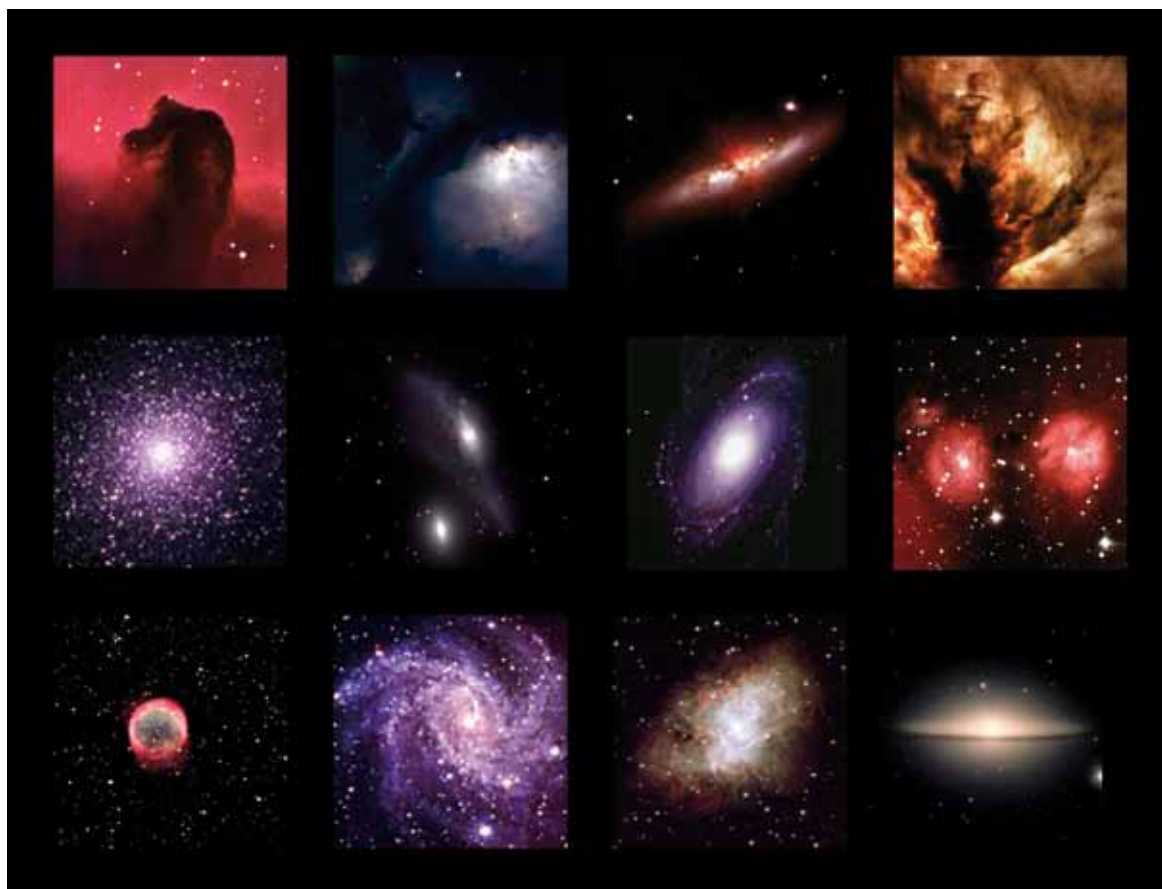
El cúmulo M3 observado con el telescopio Wyin, de 3,5 m de diámetro con visibilidad de 0",5 (izquierda), con el telescopio HST (centro) y con el telescopio TCS y FastCam (derecha). Aunque

Prototipo de FastCam instalado en el telescopio TCS durante uno de los períodos de pruebas.

Telescopios IAC-80, TCS y MONS

El telescopio IAC-80 ha sufrido una serie de problemas en los últimos 12 meses, el más importante de los cuales fue la pérdida del vacío en la CCD. Esto motivó que no se pudiera usar durante más de dos meses, período en el que estuvo instalado el TCP. Otro de los problemas ha sido la existencia de holguras en ambos ejes del telescopio, aunque se ha conseguido solucionar el más grave, correspondiente a las holguras en declinación.

Por otro lado, durante 2006 se han comenzado los preparativos para las reformas que se pretenden realizar en el telescopio: nueva caja de A&G, cambio de soportes del espejo primario e inclusión de un espectrógrafo comercial como tercer instrumento de uso común. El material para la caja de A&G (cámara, carros, etc.) ya está adquirido y se han sentado las bases para la contratación de un ingeniero que ayude con las reformas. Por último, el espectrógrafo también está encargado y llegará en el primer trimestre de 2007.



la visibilidad esa noche era mala, se consiguió una resolución de 0",15, mejorando con mucho la obtenida por el Wyin, que tiene una superficie colectora 5 veces mayor. También se aprecia que el telescopio HST llega más profundo, pero no tiene mucha mejor resolución.

Formación

La formación continua del personal del Proyecto ha tenido cuatro actuaciones concretas.

Uno de los operadores del OT ha viajado al telescopio WHT del ORM con los AS para observar con INTEGRAL y ver cómo se trabaja en otros telescopios.

Tres personas del Proyecto han asistido a un curso sobre fundamentos ópticos e instrumentación, impartido en el IAC.

Se ha organizado una sesión de aprendizaje de conducción de vehículos en condiciones desfavorables.

Uno de los Oper del OT ha asistido a un curso sobre Astrofotografía en Madrid.

Varios

Tabla 3

Información		Excelente	Buena
Mala Pésima			
Sobre la isla y el Observatorio	6	13	
Sobre el viaje y el acceso OT	4	7	
Climatología	5	10	1
Manuales	2	14	1
Petición tiempo	3	12	1
Utilidades	2	15	
Telescopios	2	14	1
Instrumentación	4	12	1
Calendarios	5	13	
JOT	8	10	
Astrónomos de Soporte (AS)	7	12	
Operadores de Telescopio (Oper	12	8	
Valoración equipamiento		4	14

Como ya resulta habitual, durante 2006 se han realizado numerosas actualizaciones informáticas, tanto al nivel de hardware como de software. Además de eso, se han llevado a cabo modificaciones en las páginas Web del Proyecto: la principal de las ITE <http://www.iac.es/telescopes/ten.html> y la de la estación meteorológica <http://www.iac.es/telescopes/tiempo/weather.html>. En la primera, se han incluido las 10 publicaciones con más citas entre las originadas por los TTNN del OT, el enlace al estado de las carreteras y a diferentes estaciones meteorológicas, aparte de otros cambios. En cuanto a la segunda, se han añadido nuevos datos meteorológicos, así como enlaces a imágenes de Meteosat 8.

En este año también se ha comenzado con la recuperación de los datos históricos de las observaciones con los telescopios TCS e IAC-80. En la actualidad se tienen más de 1.000 exabytes y dats con las copias de seguridad desde hace más

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 no se han llevado a cabo observaciones con IACUB en el telescopio NOT. Lo que sí se ha hecho es proporcionar la cámara CCD del instrumento para las observaciones llevadas a cabo con la misma en la OGS.

OSIRIS: OPTICAL SYSTEM FOR IMAGING LOW RESOLUTION INTEGRATED SPECTROSCOPY (411700, 4E5101)

J. Cepa-Nogué.
M. Aguiar, S. Becerril, H. Castañeda, V.G. Escalera, A.B. Fragoso, J.V. Gigante, M.B. Hernández, A. Herrera, G. Herrera, E. Joven, J.C. López, R. López, L. Peraza, A. Pérez de Taoro, J.L. Rasilla, P. Saavedra, C. Tejada, A. Calcines, C. Montanillo y R. Sánchez. Gabinete de Delineación Técnica, Taller de Electrónica y Taller de Mecánica.

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 y cuya primera luz técnica está prevista para mediados de julio de 2007.

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 en cualquier longitud de onda entre 365 y 1.000 nm dentro de un campo de $8.5' \times 8.5'$. 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 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

fundamentales del proyecto se centraron en la recepción y pruebas de aceptación en el IAC de los subsistemas y elementos cuyo suministro fue contratado a empresas externas (Figuras 1 y 2).

Figura 1 arriba: Cámara durante las pruebas de ensamble en el IAC. Figura 2 abajo: Colimador durante las pruebas de aceptación en el IAC.

En total y hasta fin de 2007 se firmaron contratos para OSIRIS con catorce empresas suministradoras, entre nacionales y extranjeras. La preparación y el seguimiento de esta cantidad de contratos requieren una dedicación elevada de tiempo y recursos, no sólo del equipo de ingeniería asignado al Proyecto sino también de toda la Administración del IAC (Figura 3) sin cuyo eficiente trabajo sería imposible llevar a buen término proyectos de la envergadura de OSIRIS.

Figura 3. Uno de los despachos de Administración del IAC.

La especificidad y dificultad técnica de prácticamente todos los subsistemas del instrumento hace que sea fundamental invertir un esfuerzo importante en la definición y planificación de las pruebas de verificación de los elementos, ya que cualquier problema o desviación de las especificaciones debe ser detectado, y en su caso corregido, antes de ensamblar cada pieza en el conjunto (Figura 4). Requieren un cuidado especial los planes de pruebas que involucran a compañías externas, puesto que lo que no sea acordado previamente a la firma del contrato difícilmente podrá ser realizado a posteriori. Por tanto la aceptación de los suministros supone muchas horas de trabajo y normalmente requiere ingenieros de varias áreas debido a la multidisciplinariedad de los subsistemas.

Figura 4: Criostato, pruebas y puesta a punto.

El sistema selector de longitud de ondas, la cámara, los espejos colimador y *fólder* y el criostato fueron los subsistemas fabricados por compañías externas y entregados en el IAC en el transcurso de 2006.

Ensamble, integración y alineado del Sistema

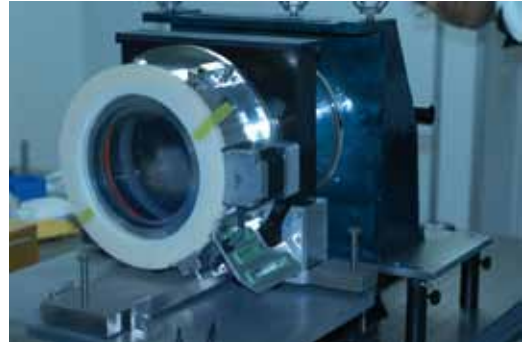
Durante el período correspondiente a la segunda mitad del año los esfuerzos del equipo de OSIRIS se focalizaron, primero en el ensamble de todos los subsistemas y la mayoría de los elementos que forman parte del sistema (Figura 5), y posteriormente en la integración mecánica y óptica del instrumento (Figuras 6 y 7).

Figura 5: Ensamble, estructura de OSIRIS sobre el banco de integración.

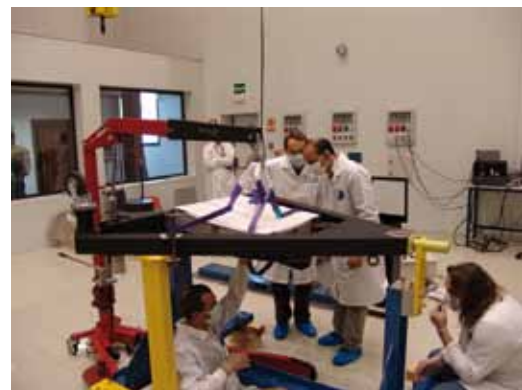
Figura 6 arriba: Integración mecánica del sistema selector de longitud de ondas. Figura 7 abajo: Integración óptica, colocación del espejo colimador.

elementos ópticos. El siguiente paso fue integrar los elementos ópticos reales y

Esta fase del Proyecto genera una gran cantidad de tareas paralelas: rectificaciones, ajustes y el diseño y fabricación de útiles específicos para pruebas y tareas de montaje y desmontaje de algunos elementos. Todas estas tareas unidas al trabajo concreto de ensamble e integración de los subsistemas fueron ejecutadas no sólo con los recursos humanos del Proyecto sino también gracias al trabajo realizado con celeridad y



precisión por el personal del Taller de Mecánica, del Gabinete de Delineación Técnica y del Taller



de Electrónica del IAC.

La fase de ensamble se realizó en dos partes, un primer ensamble para realizar los ajustes planeados y las rectificaciones que pudieran ser necesarias, y un segundo y definitivo montaje de verificación. A continuación se procedió a la integración de los subsistemas, que consiste en el posicionado y alineado mecánico de los mismos, utilizando en un primer lugar maquetas de los



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

Enero: Entrega en el IAC del barril y la óptica de la Cámara, fabricada e integrada en el IA-UNAM (México).

Febrero: Aceptación en el IAC del Sistema Selector de longitud de Onda (WSS) fabricado por NTE S.A., Barcelona.

Marzo: Aceptación en fábrica (SESO, Francia), recepción y pruebas de aceptación en el IAC de los espejos Colimador y Fólder.

Mayo: Recepción en el IAC del Criostato (TTM S.L., Valencia).



Julio:



Recepción en el IAC del último de los grismas de baja resolución (Richardson Grating Lab., EEUU) Diseño y fabricación de los útiles de montaje y alineado.

Septiembre: Se termina el ensamble del instrumento y comienza la integración mecánica de los subsistemas.

Octubre: Comienza la fase de alineado del instrumento, empezando por el alineado puramente mecánico (sin óptica integrada) y seguido de la integración de los elementos ópticos y alineado óptico del sistema.

Noviembre: Primera luz técnica del sistema con los detectores de ingeniería.

Diciembre: Contratación del útil de volteo e instalación en telescopio de OSIRIS.

Evolución del Proyecto

Recepción de subsistemas, aceptación y pruebas



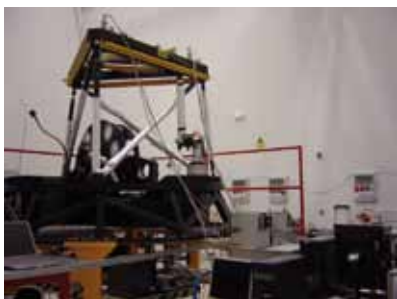
La primera mitad del año las tareas

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



Evolución del Proyecto

Se ha refinado el sistema de reducción de datos automático y se ha desarrollado un método para determinar la altura mediante el análisis de las trazas de las estrellas de campo en una exposición de la estrella artificial. Los datos de las campañas anteriores se están analizando de forma homogénea y sistemática y se está preparando la publicación con los resultados para una revista astronómica bajo el título "A laser beacon for monitoring the mesospheric sodium layer over Izaña Observatory. I. Experimental set-up and preliminary



Con el objetivo de mejorar y modernizar el monitor de seeing desarrollado results".

La instalación del sistema de lanzamiento en el banco norte se ha aplazado por necesidades del telescopio y carencia de personal: J.A. Castro abandonó el grupo y C. Högemann estuvo de baja maternal.

MEMORIA
2006 IAC

132

MONITOR DE SEEING AUTOMÁTICO "DIMMA"

C. Muñoz-Tuñón.
A.M. Varela, L.F. Rodríguez Ramos y J.M. Delgado Hernández.

Introducción

turbulencia exige la presencia de una estrella brillante cercana o en el propio campo (estrella guía).

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-octubre: Continúa la fase de explotación científica del Proyecto. Se han llevado a cabo observaciones sistemáticas dirigidas a caracterizar la abundancia columnal de capa de sodio en el OT, calibrando la sección eficaz iluminada de la línea con la lámpara opto-galvánica.

Enero-diciembre: Se ha implementado un sistema de reducción de datos sistemático. Se ha desarrollado un procedimiento de determinación de la altura de la capa basado en el análisis de las trazas de las estrellas de campo que aparecen en las imágenes de la estrella artificial, que permite refinar los datos obtenidos por triangulación.

Diciembre: Comienza el traslado del sistema del láser de colorante al banco norte. Se selecciona el expansor refractivo con óptica esférica para el lanzamiento fuera de eje.



en el IAC y que funciona regularmente desde

los detectores de ingeniería para poder alinear óptimamente todo el conjunto (Figura 8).

Figura 8: Alineado óptico, vista del láser a través de la diáfragma de la máscara de alineado.

Una vez integrado y alineado todo el sistema se pudo obtener la primera imagen con el mosaico de detectores de ingeniería, lo que llamamos primera luz técnica, que consistió en la imagen de una tarjeta de evaluación "USAF" (Figura 9). La imagen demuestra que el instrumento OSIRIS es capaz de resolver el grupo 2, elemento 1, de la tarjeta, lo que significa 4 pares de líneas por milímetro, o en términos astronómicos 0'15 segundos de arco.

Figura 9: Primera luz técnica.

Resumiendo, el transcurso del Proyecto durante el año 2006 concluyó con la visión de OSIRIS como sistema integrado (Figura 10) y con el éxito del resultado obtenido en su primera luz técnica. Aunque queda para el 2007 la ejecución de las pruebas estrictas de verificación de especificaciones, lo obtenido hasta la fecha apunta a un instrumento tan potente como fue planeado y por tanto digno de ser el instrumento de rango visible del Gran Telescopio CANARIAS GTC. Este resultado es fruto no sólo del esfuerzo y profesionalidad del equipo, sino también de su entusiasmo mantenido a lo largo de los años de trabajo en el Proyecto OSIRIS.

Figura 10: OSIRIS integrado durante el alineado óptico en la Sala Limpia del IAC.

SCIDAR (SCINTILLATION DETECTION AND RANGING) Y SENSOR DE FRENTE DE ONDA TIPO SHACK-HARTMANN

J.J. Fuensalida.

C. Högemann, B. García, E. Hernández, J.M. Delgado, M. Reyes y J.M. Rodríguez González.

Introducción

La caracterización de la calidad de los Observatorios del Teide (OT) y del Roque de Los Muchachos (ORM) se ha convertido en uno de los objetivos prioritarios del IAC, de cara a la selección de los emplazamientos de los grandes telescopios (ELTs - Extremely Large Telescopes) y al futuro del centro. El SCIDAR es un instrumento que permite medir perfiles de turbulencia atmosférica, mediante la observación de estrellas binarias. Esto permite obtener la información de localización en altura de las capas de turbulencia, y el movimiento de las capas turbulentas y, por lo tanto, las velocidades de las mismas.

La incorporación de un sensor Shack-Hartmann, permite la detección de la estructura del frente de onda simultáneamente con la estructura vertical

de la turbulencia (WFS: Wave Front Sensing). Su importancia estriba en la capacidad de medir la estadística del frente de onda horizontalmente en distintos planos conjugados (distintas alturas de la propagación del haz) y por tanto estimar el tamaño de la escala externa de la turbulencia.

La utilización de un Sodar (sound detection and ranging), para medir perfiles de turbulencia atmosférica, viento y dirección del viento en las capas más bajas (hasta unos 5 km), complementa el estudio que se viene realizando estos años con los instrumentos Scidar y Shack-Hartmann.

Algunos resultados relevantes

29 julio: Instalación y pruebas del SODAR en el OT.

Evolución del Proyecto

En el primer trimestre del año, se continúa con el desarrollo de los algoritmos de reducción de datos para el sensor de frente de onda Shack-Hartmann.

En el segundo trimestre, sale a concurso público la compra e instalación del SODAR y el 29 de julio se lleva a cabo su aceptación.

En el tercer trimestre, se realizan medidas de prueba de los perfiles viento y se solventa un fallo en la electrónica del SODAR.

En el último cuatrimestre, se continúa con el desarrollo de los algoritmos de reducción de datos y se realizan las compras necesarias para realizar los cambios de los posicionadores lineales que han sufrido averías.

Imagen del SODAR instalado en el OT.

LGS (LASER GUIDE STAR) CON OGS (OPTICAL GROUND STATION)

J.J. Fuensalida.

A. Alonso S. Chueca, J.A. Castro, C. Högemann y A. Hernández.

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.

Identificación, selección y adquisición de los componentes necesarios para las pruebas.

Seguimiento de las tareas de desarrollo de la cámara y electrónica.

Asistencia a la reunión de revisión de diseño de la cámara y electrónica.

Organización de una reunión de seguimiento del trabajo del JRA2 en el IAC.

Organización de una reunión de trabajo para planificar la participación del IAC en el FP7 como ampliación de la colaboración en el JRA2 del FP6.

SIDE: SUPER IFU DEPLOYABLE EXPERIMENT

J. Casares, J.J. Díaz, F. Gracia, E. Joven, J.C. López, C. Martín, H. Moreno, y J.L. Rasilla.

F. Prada y M. Azzaro (IAA, Granada), F. Castañary J. Campa (Institut d'Estudis Espacials de Catalunya), M. Martínez, L. Cardiel (Institut de Física d'Altes Energies), J. Torra y D. Conejero (Univ. de Barcelona), J. Gallego (Univ. Complutense de Madrid), I. Aretxaga, E. Carrasco (INAOE, México), L. Georgiev (UNAM, México) y S. Eikenberry (Univ. de Florida, 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

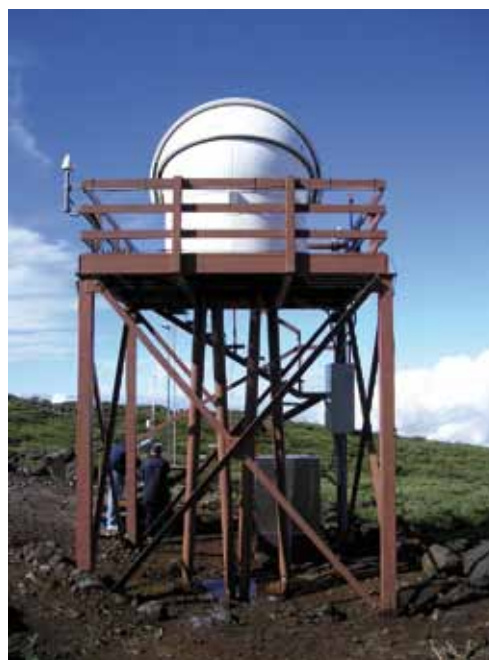
intermedia en el rango óptico e infrarrojo cercano alimentado por fibras ópticas mediante un robot posicionador (modo multiobjeto) y por una unidad de campo integral (modo 3D).

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.

El instrumento se encuentra en una etapa incipiente y está sujeto a posibles cambios, no obstante, el propósito inicial es que el instrumento tenga las siguientes características:

- Localización: Foco Nasmyth del telescopio GTC
- Robot posicionador de fibras: ~1.000 fibras ópticas (1.0" por fibra). Campo de patrulla de 20' de diámetro
- Unidad de campo integral: ~1.000 fibras ópticas (1.0" por fibra). Campo de visión de 0,5'x0,5'
- 3 Espectrógrafos visibles de baja resolución: Resolución espectral 2.000 a 5.000
- 1 Espectrógrafo visible de resolución media: Resolución espectral 15.000/20.000
- 1 Espectrógrafo infrarrojo de baja resolución: Resolución espectral 2.800 a 5.000 (rango espectral hasta 1,7 micras)
- Modos de observación: Nod&shuffle y Nod&read

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.



DIMMA instalado en su torreta en el ORM. Puede observarse la situación del armario de potencia (a ras de suelo) y del control electrónico (a media altura).

1995, incorporando una serie de prestaciones que suponen un salto cualitativo importante en su utilidad científica, se acudió a una empresa comercial para la realización de un sistema a medida, del cual se espera producir un cierto número de unidades.

La idea más significativa consiste en la determinación de que se convierta en un instrumento completamente automático, o robótico como a veces se le denomina, es decir, que sea capaz de desarrollar regularmente sus funciones sin la necesidad de que un operador esté presente. Deberá además alimentarse con fuentes de energías renovables y ofrecer la supervisión y permitir la obtención de datos desde lugares remotos. Es la primera vez que los observatorios astrofísicos pueden dotarse de un sistema con estas características.

Algunos resultados relevantes y desarrollo del Proyecto

En el mes de junio de 2006 se comenzó la instalación en el ORM del DIMMA, una vez completados los trabajos de instalación de la torreta en el mes de mayo, en el lugar denominado "Cueva del Fraile", término municipal de Garaffa (La Palma).

El día 11 de octubre de 2006 tuvo lugar en la isla de La Palma la reunión de aceptación del DIMMA, en la que pudo constatarse la satisfactoria conclusión de los trabajos, en términos generales, habiendo generado un listado de asuntos pendientes de naturaleza leve, los cuales fueron solventados en meses posteriores. El sistema DIMMA funciona regularmente desde entonces.

Durante el resto del año la empresa trabajó en la realización de una segunda unidad para su instalación en el OT, habiéndose firmado el contrato al efecto en el mes de octubre. En el mes de diciembre se realizó una aceptación parcial en las instalaciones de la empresa, quedando pendiente para principios de 2007 la instalación propiamente dicha en el Observatorio.

Planificación para 2007

Además de completar la instalación del DIMMA en el OT se concluirán las labores de calibración y verificación comparativa con los otros sistemas de medida de seeing existentes, dando por finalizado el Proyecto.

Se realizarán acciones encaminadas a la divulgación y publicación del sistema, único en

el mundo en su género, mediante la realización de charlas internas y externas, así como presentaciones en congresos.

JRA2 (JOINT RESEARCH AGREEMENT) - OPTICON

J.J. Díaz García.

R. Kholey (GTC).

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. Las tareas de diseño y contratación han sido finalizadas y en este momento se encuentra en un avanzado estado de fabricación. En el IAC, en previsión de las necesidades para la caracterización de dicho detector, se ha comenzado a montar un laboratorio de caracterización que ha sido dotado de sus elementos básicos e infraestructura a lo largo del 2006.

Algunos resultados relevantes

Realización de los informes anuales de progreso requeridos por OPTICON.

Contribución a la definición final de las pruebas del detector propuestas para su realización en factoría y revisión de los documentos contractuales para su aprobación.

Elaboración de un plan de pruebas en el IAC.

Identificación de la infraestructura y componentes requeridos para las pruebas.

Preparación de las infraestructuras requeridas para montar el laboratorio de caracterización del detector.

MEMORIA

IAC 2006

135

INSTRUMENTACIÓN INFRARROJA

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

Pruebas grisma de zafiro de resolución intermedia.

Integración doble prisma Wollaston (WeDoWo) para realizar espectro-polarimetría.

Modificación ganancia de la placa preamplificadora.

Firma del contrato para las redes de inmersión de R=3000 con la empresa fabricante.

Comienzo programa estrellas débiles de calibración polarimétrica.

Concluye la utilización de Tiempo Garantizado al equipo de LIRIS.

LIRIS se ha seguido usando como instrumento de tiempo común, siendo uno de los más solicitados en el telescopio WHT.

Evolución del Proyecto

Durante el año 2006 LIRIS desarrollo sus operaciones científicas con gran éxito en el telescopio WHT.

Una vez por semestre se realizaron integraciones de máscaras para realizar espectroscopia multi-objeto.

Integración máscara multirendija en LIRIS.

En noviembre de 2006 se realizó la integración de un Doble Wollaston (WeDoWo), en la rueda de filtros 1, que será utilizado para espectro-polarimetría. Esta integración se realizó paralelamente al desarrollo de las tareas anuales de mantenimiento preventivo que requieren el calentamiento del criostato y junto a la integración de máscaras multiobjetos para el

semestre 06B.

Vista interior de LIRIS.

Arriba: Diagrama del WeDoWo de espectroscopia.

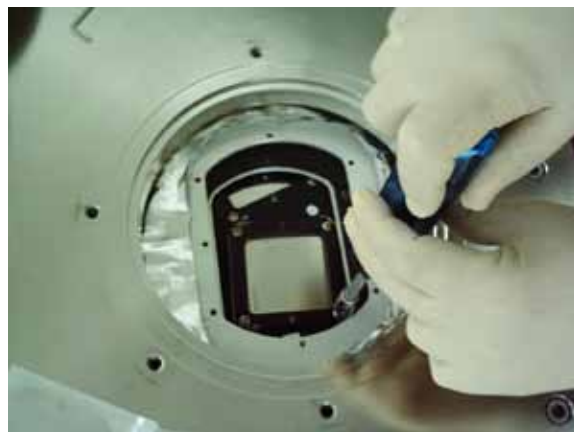
Abajo: WeDoWo integrado en la rueda de filtros 1.

Modificación ganancia en la placa preamplificadora

A partir de noviembre 2006 se comenzó a utilizar una placa preamplificadora modificada para proporcionar una nueva conversión de electrones a unidades digitales, resultando en un valor de 3.5 e/ADU. Anteriormente se utilizaba un valor de 5.5 e/ADU. De esta manera se consigue un mejor muestreo del rango dinámico del detector.

Ajuste de foco de las máscaras de rendija larga

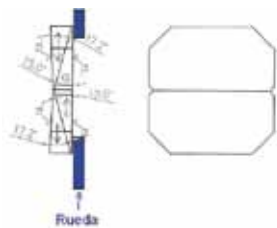
Se realizó una prueba colocando una máscara inclinada para determinar la posición de mejor foco. Se concluyó que el plano focal del instrumento se encontraba elevado alrededor de 1 mm con



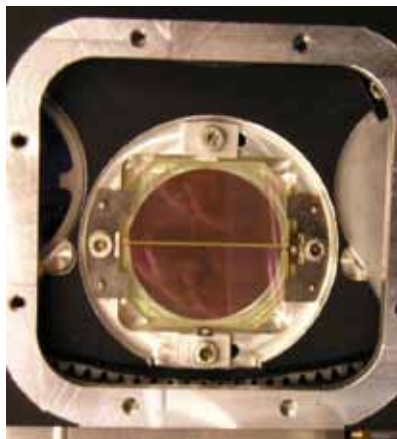
respecto a su posición anterior. Se procedió a colocar de nuevo todas las máscaras con un soporte elevado para conseguir un mejor enfoque, lo cual se tradujo en unos perfiles de las máscaras más estrechos de los que se habían obtenido hasta la fecha. A su vez esto conlleva una mejora en la resolución espectral.

Adquisición de nuevos grismas para resolución intermedia





EXPLOTACIÓN CIENTÍFICA DEL



ESPECTRÓGRAFO IR LIRIS (3I1202)

A. Manchado.

J. Acosta Pulido, M. Barreto, R. Barrena, E. Cadavid, A. Frago, F. García, E. Hernández, H. Moreno, J. Olives y P. Ayala.

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 de 4.2'x4.2' (0.25 "/píxel). 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

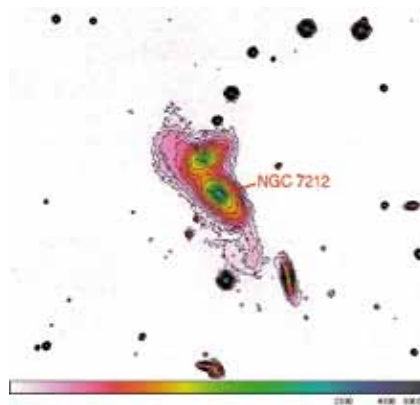
Se ha propuesto una forma de obtener espectroscopia con mayor resolución usando una técnica llamada redes de inmersión o pseudo-grismas. Esta técnica consiste en colocar una red de difracción en medio de dos prismas para conseguir aumentar la dispersión. La eficiencia de este tipo de dispositivos es muy alta comparada con otras técnicas. Se firmó el contrato para la adquisición de tres redes con $R=3000$. La fecha de entrega está fijada para finales de 2007.

Explotación tiempo garantizado

Se continuó con la explotación científica del tiempo garantizado al equipo de LIRIS.

La mayor parte del tiempo se dedicó 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. Hasta el momento se ha conseguido detectar la emisión de la línea $H\alpha$ en alrededor de 30 galaxias.

También se observaron galaxias de tipo Seyfert para determinar las condiciones de excitación del gas y a su vez la influencia de la radio emisión.



Una de las galaxias observadas es NGC 7212, que forma parte de un grupo de galaxias en fuerte interacción. La morfología perturbada por las interacciones se puede apreciar en la imagen presentada aquí.

Imagen en banda J de la galaxia NGC 7212, obtenida con el instrumento LIRIS.

Estrellas débiles de calibración polarimétrica

Se inició un programa de observación destinado a la obtención de un catálogo de estrellas débiles para calibración polarimétrica. Se obtuvieron seis noches de observación repartidas en tres campañas, de las cuales se perdieron cuatro por

del Proyecto EMIR, el grupo EAST (EMIR Associate Science Team), que reúne a los investigadores

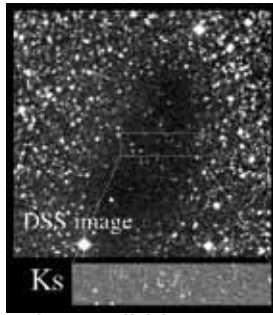


Imagen del DSS en rango visible, la parte central corresponde al campo observado por LIRIS. Se marcan los objetos candidatos a estrellas de calibración.

Se ha recibido y probado el prototipo de la CSU de 3 barras elaborado por Janssen Precision Engineering.

Se han iniciado

los procesos de licitación para los contratos siguientes:

- Fabricación de la Unidad Configurable de Rendijas (CSU). Se han recibido 2 ofertas y queda pendiente la adjudicación final del contrato
- Fabricación del Banco Óptico de EMIR. Convocatoria a resolver a principios de 2007

Se han recibido los filtros de banda ancha Z, J, H y K_{short}, comprados a Research Electrooptics.

Se ha lanzado la compra de los prismas de Seleniuro de Zinc de los elementos dispersivos a la empresa II-VI.

Se dispone de un diseño detallado de todos los subsistemas del instrumento, salvo el periscopio y los elementos de soporte (estructuras de anclaje entre el instrumento y el telescopio).

Actualmente están listas para fabricar las monturas de las dos primeras lentes (las de mayor tamaño).

El prototipo de la rueda de grismas se ha montado con un sistema de fricción que, al mismo tiempo, permite la conducción térmica. Aunque se han llevado a cabo pruebas funcionales satisfactorias, queda pendiente la verificación de las prestaciones.

Se llevaron a cabo con éxito las pruebas definitivas de caracterización del detector de ciencia Hawaii-2 con el sistema de control final.

Evolución del Proyecto

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 observacional, 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

En marzo de 2006 tuvo lugar la Revisión de Diseño Avanzado (ADR) la cual se pasó con éxito.

malas condiciones meteorológicas. La estrategia que se ha seguido consiste en observar regiones del cielo cuya extinción es muy alta debida a la gran cantidad de polvo. Esto ocurre en unos objetos llamados nubes de Barnard. Debido a la extinción dicróica que sufre la luz proveniente de estrellas más lejanas que esas nubes se introduce polarización en la luz.

Porcentaje de polarización medido para dos estrellas en el campo Barnard 64. Se puede apreciar como la polarización decrece hacia bandas más rojas.

Uso del instrumento por la comunidad astronómica

Durante el año 2006 LIRIS fue el segundo instrumento más utilizado en el telescopio WHT. Hay una distribución equilibrada entre las observaciones en modo imagen y espectroscopía. Se han publicado hasta la fecha cerca de diez artículos basados en observaciones obtenidas con LIRIS. Se pueden destacar dos resultados importantes: la identificación de las enanas marrones menos masivas en el cúmulo abierto de Las Pléyades (Bihain et al, 2006); la detección de la contrapartida infrarroja de una explosión muy energética en altas energías (GRB) (de Ugarte Postigo et al, 2006).

EMIR: ESPECTRÓGRAFO MULTIOBJETO INFRAROJO PARA EL GTC (P5/01)

F. Garzón.

D. Abreu, M. Balcells, S. Barrera, S. Becerril, L.M. Cairós, J.J. Díaz, A.B. Fragoso, F. Gago, C. González, M. Insausti, J.C. López, L. López, P. López, J. Patrón, J. Pérez, M. Prieto, J.L. Rasilla, P. Redondo, R. Restrepo, P. Saavedra, J. Sánchez, V. Sánchez, F. Tenegi y M. Vallbé.

R. Guzmán (Univ. de Florida, EEUU); J. Gallego, N. Cardiel, S. Pascual, J. Gorgas y J. Zamorano (UCM, Madrid); R. Pelló, F. Beigbeder, S. Brau-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 multirendija 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 μm 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 μm . 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:

- Estación Focal Nasmyth
- Rango espectral: 0.9 - 2.5 μm
- 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, sin filtro ni detector
- Calidad de imagen (ϵ_{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

MEMORIA
IAC 2006

139

elaboración de una serie de probetas para probar la resistencia y supervivencia a ciclos térmicos de la unión composite-acero planteada para los support trusses que unen y aíslan térmicamente la estructura fría (banco óptico y resto de subsistemas) de la parte caliente del instrumento (criostato y estructura de soporte). Se han realizado las pruebas de ciclo en el IAC con resultados satisfactorios. Queda pendiente la fabricación de un prototipo a escala uno a uno de los trusses.

Se llevaron a cabo con éxito las pruebas definitivas de caracterización del detector de ciencia Hawaii-2 junto con el sistema de control final.

Pruebas de pegado y resistencia a ciclos térmicos de la unión "composite-acero".

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.

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.

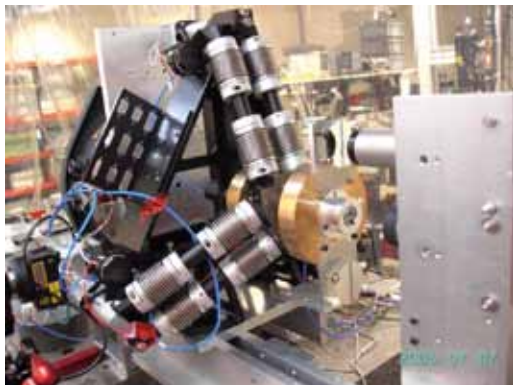
ESPECTRÓGRAFO PARA GREGOR

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



adquirido el ordenador de control de las etapas de rotación y traslación.

- Verificación de todos los elementos ópticos,

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 relacionados con la fabricación del espejo primario del telescopio. Se espera que el telescopio esté operativo en la segunda mitad de 2009.

Evolución del Proyecto

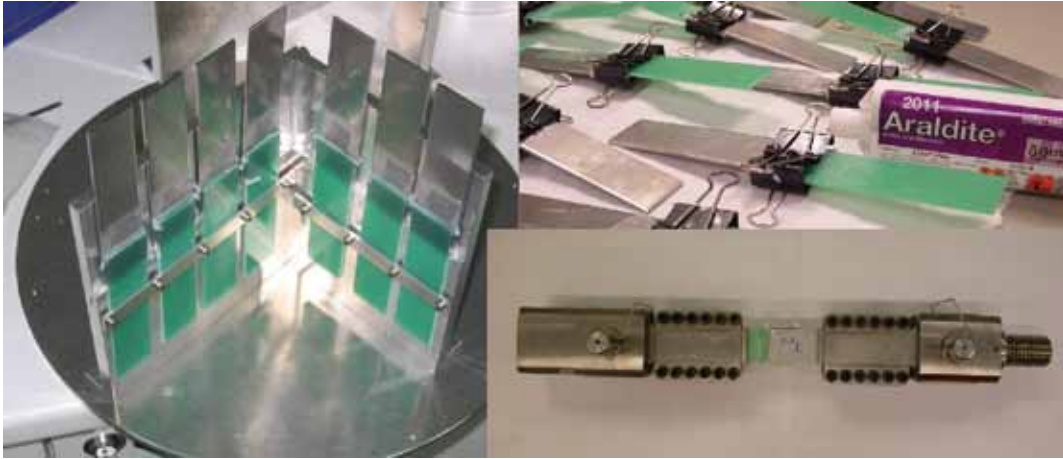
- Compra de todos los elementos ópticos, mecánicos, electrónicos y de control necesarios. Durante 2006, se han adquirido todos los elementos ópticos, mecánicos y electrónicos necesarios para la integración del espectrógrafo: rendija de entrada, espejos planos, lentes, etapa de rotación para la red de difracción y etapas de traslación para los espejos colimador y de cámara, con su correspondiente controlador. Igualmente, se ha



mecánicos y electrónicos adquiridos. Tras instalar el espectrógrafo en la sala de AIV, primero, y en el laboratorio de óptica, después, se ha verificado que todos los componentes adquiridos cumplen las especificaciones requeridas. En el caso particular de las etapas de traslación y rotación, se ha desarrollado el software correspondiente para su control en un entorno Linux.

- Diseño de todas las monturas optomecánicas. Las monturas y soportes mecánicos de todos los elementos han sido diseñados. Algunos de ellos ya han sido fabricados por los talleres del IAC y han sido utilizados en las tareas de verificación. A modo de ejemplo, la Figura muestra el despiece de la montura que alberga la red de difracción.

- Desarrollo parcial del software definitivo de



El desarrollo de EMIR durante 2006 se ha basado en el avance en las tareas de diseño empresa CSEM (Suiza) con un retraso considerable y fecha de entrega prevista en el segundo trimestre de 2007. La unidad está fabricada y lista para el AIV definitivo, habiendo pasado una primera fase de pruebas tanto en caliente como en frío.

Unidad de traslación del detector (DTU), durante las primeras pruebas funcionales.

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 fabricado un prototipo de la misma.

Se ha trabajado concienzudamente en el cierre de las especificaciones y documentación relativa a la contratación externa de la Unidad Configurable de Rendijas y el Banco Óptico, y se ha conseguido lanzar las correspondientes licitaciones antes de fin de 2006.

También, a finales de 2006, se ha lanzado la compra de los prismas de Seleniuro de Zinc (ZnSe), últimos componentes ópticos pendientes para completar los elementos dispersivos de EMIR.

Como parte del plan de prototipos planteado, se ha completado la optimización del prototipo de la rueda de grismas, montándose un sistema de fricción que, al mismo tiempo, permite la conducción térmica. Aunque se han llevado a cabo pruebas funcionales satisfactorias en frío, queda pendiente la verificación final de las prestaciones.

El Criostato de pruebas (EMCTS) se ha instalado definitivamente en la nueva Sala de AIV. Ya está operativo aunque aún se han de realizar tareas de optimizado del sistema de enfriamiento y el sistema de verificación (que permite el uso del mismo en distintas orientaciones en un rango de 360°).

EMCTS en la nueva sala de AIV junto con todo el instrumental accesorio (pruebas de la rueda de grismas de EMIR en esta ocasión).

Se ha contratado con la empresa INASMET la

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. Los subsistemas principales en los que queda aún pendiente el diseño final son el periscopio y los elementos de soporte (estructuras de anclaje entre el instrumento y el telescopio).

Se completó la fase de Diseño Avanzado, teniendo lugar con resultado satisfactorio la revisión de la misma (ADR) en marzo de 2006, donde se presentaron tanto los resultados de los prototipos desarrollados como el estado del resto de diseño de subsistemas.

Finalizó el programa de demostración, adjudicado a la empresa Janssen Precision Engineering, consistente en la fabricación y pruebas del prototipo de 3 rendijas de la CSU. Se realizaron pruebas en fábrica más o menos satisfactorias, pero no se logró reproducir las mismas en el IAC. En la actualidad el prototipo se encuentra en la sede de la empresa y se le están realizando más pruebas y reparaciones para asegurar su funcionalidad.

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 2007. 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 recibido por parte del fabricante. Esto no sólo ha motivado un alto nivel de dedicación del grupo del óptica sino también del grupo de mecánica, al tener que adaptar en varias ocasiones los diseños mecánicos de los subsistemas principales (banco óptico, cámara de vacío, y gran parte de las interfases del resto de subsistemas).

Prosigue el trabajo de fabricación y pruebas de la Unidad de Traslación del Detector por parte de la

Abajo: Imagen de conjunto del diseño final de esta montura.

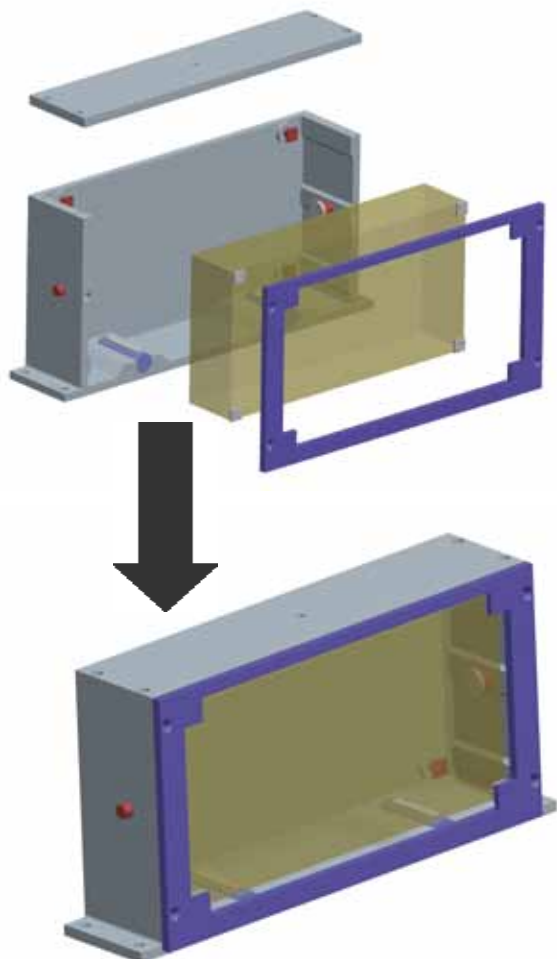
NAHUAL – ESPECTRÓGRAFO INFRARROJO ECHELLE DE ALTA RESOLUCIÓN (4E2206)

E. Martín Guerrero.
M. Amate, E. Sánchez, J. Fuentes y L. Valdivieso.

P. Esparza (Universidad de La Laguna).

Introducción

NAHUAL se propone como uno de los instrumentos



MEMORIA
2006 IAC

142

científicos.

- Decidir entre varias opciones disponibles en el diseño conceptual óptico.
- Terminar el diseño conceptual óptico.
- Realizar la revisión externa del diseño conceptual óptico.

de segunda generación para el telescopio GTC. Este instrumento es un espectrógrafo infrarrojo de alta resolución basado en redes «Echelle», la alta resolución permitirá medir velocidades radiales con precisiones en torno a ± 3 m/s.

En principio NAHUAL está pensado para ser fabricado por un consorcio de instituciones, actualmente existen ofertas de participación por parte de: Thüringer Landessternwarte Tautenburg (Alemania), INAF-Obs. Astrofisico de Arcetri (Italia), SIM-Universidad de Lisboa (Portugal), Univ. Nacional de Irlanda (Irlanda), Inst. de Estudios Avanzados de Dublín (Irlanda), y Inst. de Tecnología de Nueva Jersey (EEUU).

Algunos resultados relevantes

- Asignación de Gestor de Proyecto.
- Estudio de viabilidad.
- Facilidades para espectrofotometría de muestras gaseosas.
- Planificación de infraestructura de gestión.
- Control de la documentación.
- Diseño óptico conceptual.
- 2ª Reunión Internacional de NAHUAL.
- Definición de modelo para la ingeniería de sistemas.
- Solicitud de ofertas para diseño conceptual mecánico.
- Asignación de Ingeniero Mecánico.
- Análisis del estado actual del Proyecto.

Evolución del Proyecto

Estado actual del diseño

- El diseño óptico conceptual se encuentra terminado a falta del análisis de luz difusa y el análisis de tolerancias (presupuesto de errores).
- Se prevé una revisión para la primavera de 2007.
- Se están analizando las ofertas recibidas para la realización del diseño conceptual mecánico.

Estado actual de la gestión

- Se está trabajando en el desarrollo de la documentación de control, planes y procedimientos conforme al modelo de diseño de sistemas.
- Aún no se ha acabado el desarrollo de toda la infraestructura de gestión.

Situación actual (puntos pendientes)

- Realizar la primera revisión de los requerimientos

ASTROFÍSICA DESDE EL ESPACIO

control de los motores. Se ha diseñado el software definitivo que servirá para controlar la sintonización y enfoque del espectrógrafo en el telescopio. En el diseño se ha incluido 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 de GREGOR. En interacción con el equipo de GREGOR que está definiendo las comunicaciones entre los diferentes sistemas de GREGOR (telescopios, instrumentos, posicionador de barridos, óptica de calibración, etc.), se ha definido la estructura de los comandos que necesita TIP-II en GREGOR.

- Comprobación de la forma de las comunicaciones internas en GREGOR. Las comunicaciones entre los diferentes sistemas de GREGOR se realizará a través de la red Ethernet de comunicación entre los ordenadores. Para ello, el Kiepenheuer Institut nos entregó una unidad de conversión de una señal Ethernet a una señal de puerto serie, con el correspondiente protocolo de comunicaciones con esa unidad. Se ha comprobado que esa conversión funciona de manera adecuada y que se puede controlar dispositivos serie a través de la red informática.

Arriba: Explosión del diseño final de la montura para la red de difracción.

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

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: Aprovechamiento 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 a cabo su mantenimiento.

Algunos resultados relevantes

Los principales objetivos alcanzados en el año 2006 son las entregas a los Consorcios LFI y PACS de los equipos de vuelo REBA y SPU así como la versión de vuelo 2.0 del software de a bordo del LFI.

En concreto los hitos conseguidos son:

Abril:

Entrega del modelo de vuelo REBA-N.

Entrega del modelo de vuelo REBA-R.

Mayo:

Preparación para las pruebas de aceptación ASW-TRR.

Revisión de la entrega ASW-DRB.

Entrega del software de vuelo.

Junio: Entrega del modelo de vuelo SPU.

Noviembre: Revisión de la entrega a la ESA del instrumento LFI-DRB.

Evolución del Proyecto

El estado del progreso de la participación del IAC en el LFI y PACS es el siguiente:

Equipo del Proyecto

M. Sánchez, que participaba en la realización del compresor de abordaje, dejó el Proyecto en septiembre al finalizar el objeto de su contrato.

Contratación industrial

Finalmente se resolvió la NC-67 pendiente. Se implementaron las reparaciones acordadas sobre las tarjetas CPU. Se procedió con los montajes de los equipos y se llevó a cabo la campaña de ensayos de aceptación para el vuelo de REBA-N y de REBA-R, así como la campaña de ensayos de aceptación para el vuelo de SPU. Por otra parte, se realizó la aceptación y entrega al IAC de REBA-N y de REBA-R. Además se hizo la aceptación y entrega al IAC de SPU.

La campaña de aceptación contó de pruebas iniciales (puesta a tierra, aislamiento, pruebas eléctricas y funcionales), medidas físicas (dimensionales y planitud, centro de gravedad, inercia y masa), pruebas de vibración, de vacío térmico, de compatibilidad electromagnética (conducidas, de emisión y de susceptibilidad) y pruebas finales.

Quedaría para 2007 finalizar los cambios sobre las CPUs de PACS debido a la NC-67 y realizar el delta de pruebas de vibración correspondiente. Debido a que esta unidad se encuentra en integración y pruebas del instrumento PACS estas actividades no se han podido realizar.

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 LABEN (Italia), como equipo de apoyo y de reserva para la integración del LFI. El modelo de ingeniería REBA-EM se encuentra en el IAC para servir de soporte al mantenimiento del software de vuelo. El modelo de calificación REBA-QM se

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

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 abordaje, procesamiento 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 procesamiento 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.

y el cómo trabajar con el instrumento (reducción de datos, manejo de librerías, el uso de HSPOT, etc.). Esta página estará disponible próximamente.

También se ha estado desarrollando una labor



Figura 1: modelo de vuelo del equipo REBA, sección redundante, del instrumento LFI del satélite Planck. (Foto CRISA).



Figura 2: modelo de vuelo del equipo SPU del instrumento PACS del satélite HERSCHEL. La sección nominal se encuentra en la parte superior del equipo y la redundante.

la organización de dicha reunión.

Se ha participado en la organización del workshop de la red ASTROCAM "Observing Opportunities with the Herschel Space Observatory: a window to the far-Infrared Universe", que tuvo lugar el 14 y 15 de diciembre de 2006 en ESAC (Villafranca del Castillo, Madrid). También se ha impartido conferencias sobre HERSCHEL-SPIRE en la reunión científica de la Sociedad Española de Astronomía celebrada en Barcelona en septiembre.

de investigación sobre el Medio Interestelar, para preparar actividades científicas con PACS que permitan conocer la extinción y cuáles son los agentes causantes de ella tanto en nuestra Galaxia como en las galaxias de alto desplazamiento al rojo.

Desarrollos para el centro de control y procesado (ICC) de SPIRE y actividades científicas del consorcio Herschel-SPIRE

En 2006 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 desarrollando el paquete de trabajo sobre apuntado ("Pointing"). Este paquete de trabajo cubre los aspectos del procesado de datos que necesitan información sobre el apuntado del satélite para reconstruir el apuntado absoluto de las observaciones con SPIRE, es decir asignar coordenadas astronómicas precisas a cada detector para cada observación. También cubre el tratamiento del apuntado durante las observaciones del telescopio para mapear zonas del cielo. Además del desarrollo de software, se proporciona la documentación técnica y de ayuda al usuario. Se está trabajando en colaboración con los grupos de SPIRE que desarrollan otros módulos de software relacionados, no solamente en el desarrollo de software sino también en el diseño del producto y su entrega. El grupo es responsable del mantenimiento y pruebas en el IAC del Herschel Common Science System (HCSS).

Durante 2006 los científicos del IAC que participan en el Consorcio SPIRE han participado en varias reuniones del ICC, en reuniones generales del Consorcio, de su equipo directivo y del Comité de Asignación de tiempo de observación SPIRE y en numerosas tele-conferencias de los grupos científicos SPIRE. Se ha participado activamente en la definición de los proyectos científicos para utilizar el tiempo garantizado SPIRE, principalmente en los grupos de trabajo (SAGs) sobre universo lejano y sobre galaxias cercanas. Asimismo, se ha contribuido a la definición de varios proyectos clave de "Tiempo Abierto" que serán propuestos a la ESA en 2007 en respuesta a la primera convocatoria de propuestas.

En 2006 se ha contribuido a la difusión a nivel nacional e internacional de las nuevas oportunidades de proyectos científicos en el infrarrojo lejano y submm que ofrece el Observatorio Espacial Herschel y el instrumento SPIRE. En marzo de 2006 tuvo lugar en el Puerto de la Cruz la primera reunión del Herschel Science Ground Segment, en el que participan el Herschel Science Centre y los tres consorcios que construyen los instrumentos de HERSCHEL (SPIRE, PACS y HIFI). El grupo HERSCHEL del IAC contribuyó a

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.

encuentra en LABEN pendiente de ser devuelto al IAC. Este modelo se utilizará durante la fase de operaciones en vuelo para mantener el software de vuelo. A finales de diciembre los modelos de vuelo (Figura 1) se encontraban en LABEN listos para ser enviados a Alcatel Espacio (Francia).

El modelo SPU-EM se encuentra en la Universidad de Viena (Austria) y se viene utilizando para el desarrollo del software de procesamiento 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 (Figura 2) se encuentra integrado en el instrumento de vuelo de PACS.

Software de la aplicación de a bordo

Terminado el software de vuelo a finales de abril, se procedió el 5 de mayo de 2006 con la celebración de la reunión de preparación y autorización para proceder con las pruebas de aceptación. A continuación se realizaron las pruebas y se editaron los documentos de resultados. El 11 de mayo se anuncia la finalización exitosa de las pruebas y la disponibilidad de los resultados. El 12 de mayo se celebra la reunión de revisión de los resultados y se da el consentimiento para su envío a Alcatel Alenia Space (Italia), si bien se acepta que la documentación se entregase días después. Ese mismo día se realiza el envío con su correspondiente certificado de conformidad. A partir de entonces, se ha venido manteniendo el software.

Posteriormente se ha participado activamente en la integración del LFI-FM dando soporte en todos los aspectos relacionados con el control, procesamiento y análisis de los datos.

REBA EGSE y REBA EOL (EGSE Off-Line)

Durante 2006 se ha realizado el mantenimiento del REBA EGSE y REBA EOL. Se han introducido 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 instalado y se ha puesto en funcionamiento el software SCOS-2000 v3.1 de ESOC-ESA. Para su instalación se ha contado con la ayuda de S. Valera de ESTEC, ESA.

Integración y pruebas del LFI

La integración y pruebas del LFI-FM se realizó en LABEN y concluyó satisfactoriamente a finales de año por lo que se da por finalizada esta fase y se inicia la siguiente: de integración en PLANCK.

Montaje, integración y verificación del sistema de

microondas del LFI

Durante 2006 se ha continuado realizando labores de asesoramiento técnico en todas las actividades relacionadas con la ingeniería de microondas del LFI. En particular ha coordinado el grupo "30GHz and 44GHz tiger team", formado para ayudar en la fase del montaje y pruebas de los FM con el propósito de obtener los mejores resultados posibles. Se participó, con LABEN (Italia), en la integración y pruebas del LFI-FM.

Actividades DPC del LFI

Se ha participado activamente en los grupos de ciencia de la misión PLANCK, especialmente en el grupo de estudios de técnicas de separación de componente, el de estudios de gaussianidad, el de anisotropías secundarias y el de ciencia de la galaxia. Cuatro investigadores del IAC forman parte del "core team" del LFI responsable del procesamiento y análisis científico de los datos del IAC. Se ha participado en varias reuniones del Consorcio del LFI y se colabora en el desarrollo del software junto al DPC del instrumento.

Desarrollos para el centro de control y procesamiento ICC de PACS

Durante este año se ha continuado la familiarización con los métodos de calibración propuestos por los diferentes grupos de trabajo del ICC y con los paquetes de software del ICC, en particular para la calibración del instrumento y los procesos de descompresión y procesamiento de datos. Igualmente se ha continuado la familiarización con la herramienta HSPOT, diseñada para que el observador prepare sus observaciones y con las AOTs propuestas tanto para el espectrómetro como para el fotómetro.

Además se ha asistido a las reuniones del ICC realizadas durante los meses de febrero y julio-agosto en MPE (Alemania), a la reunión Herschel Science Ground Segment Meeting celebrado en el Puerto de la Cruz, Tenerife, los días 25-27 de marzo 2006.

Como trabajo para el ICC se ha realizado en este año, dentro del grupo de desarrolladores de software de Análisis Interactivo (IA), varias funciones jython para el tratamiento numérico de los arrays y matrices multidimensionales de más de tres dimensiones.

Igualmente se ha diseñado una amplia página Web 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

realizar búsquedas de nuevas fuentes de rayos gamma de alta energía.

Algunos resultados relevantes

- Renovación del proyecto financiado por el Plan Nacional de Espacio para la participación del IAC en AMS.
- Fabricación de gran parte del modelo de vuelo de la caja de electrónica para RICH y ECAL.



- Incorporación como miembros de pleno derecho a la Colaboración MAGIC.

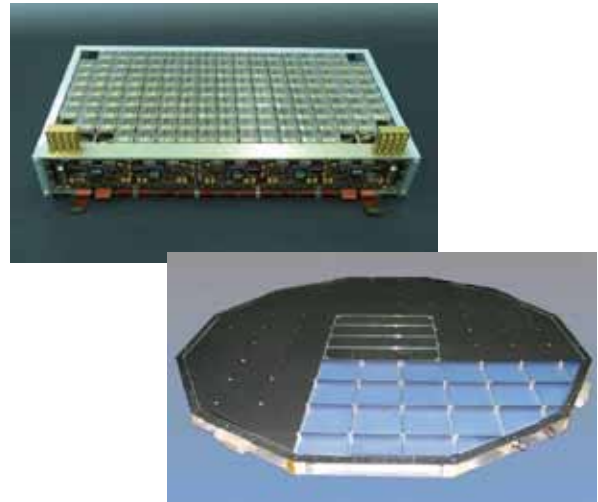
Evolución del Proyecto

Participación en AMS

El Plan Nacional de Espacio aprobó con fecha de octubre de 2006 el proyecto titulado "Participación del IAC en el Experimento AMS", durante el período 2006-2009. Este Proyecto es continuación del que había sido aprobado por el mismo Plan Nacional en 2004.

A lo largo de 2006 se ha continuado con la caracterización del detector RICH de AMS y el desarrollo de software del mismo. En particular

para confirmar que las supernovas son el origen de éstos a las energías correspondientes. Paralelamente a estas colaboraciones, un miembro del grupo ha comenzado a trabajar también en un nuevo experimento denominado GAW, consistente en el desarrollo de un tipo diferente de telescopio Cerenkov de gran apertura con el objetivo de

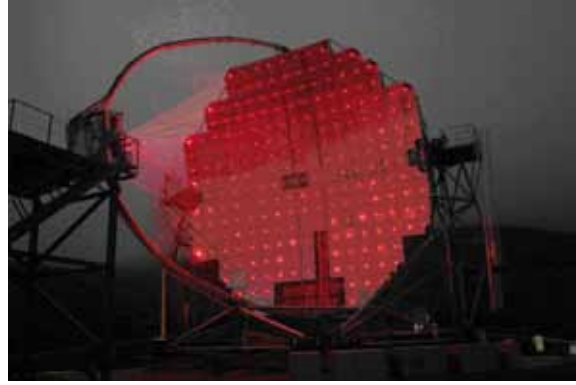
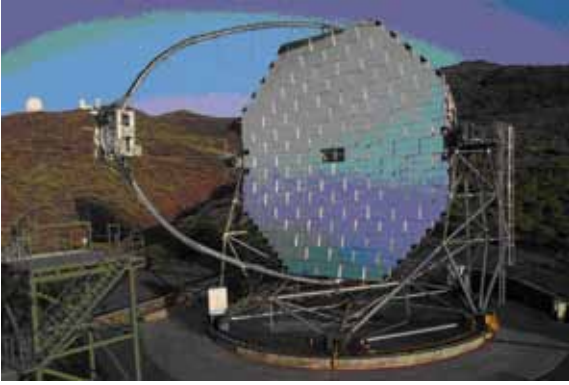


se han comenzado los trabajos de diseño e implementación de algoritmos de reconstrucción de la velocidad independientes del TRACKER (otro de los detectores del experimento), y se ha preparado el código de simulación para acomodar el conjunto de nuevas medidas de caracterización óptica y geométrica del radiador llevadas a cabo por la colaboración en Grenoble (Francia). También se ha comenzado el diseño de algoritmos de calibración destinados a la toma de datos durante las pruebas de integración, previstas para finales de 2007.

Con el fin de llevar a cabo estas y otras tareas, miembros del grupo han acudido a varias reuniones de coordinación del software del RICH en el CIEMAT. En particular, durante el mes de noviembre C. Delgado, M. Panniello y M.T. Costado asistieron a una reunión donde, además de las labores de coordinación, se comentaron las bases de colaboración con M. Mollá con el objetivo de trabajar en modelos de propagación de rayos cósmicos relevantes para el experimento AMS.

Por otra parte, en julio de 2006, R.J. García López y M. Costado asistieron al "Technical Interchange Meeting" de AMS celebrado en el CERN, Ginebra (Suiza).

En el Taller de Mecánica del IAC se ha procedido durante 2006 a la fabricación de un amplio conjunto de piezas correspondientes al modelo de vuelo de la caja de electrónica de los detectores RICH y ECAL. La primera remesa de estas piezas se entregó al CIEMAT durante el mes de julio para proceder a su tratamiento superficial, llevándose a



Fotografías del telescopio MAGIC I en el ORM durante el día (izquierda) y durante el proceso de calibración de la posición de los segmentos que forman el espejo primario (derecha).

S. Ting (MIT, Cambridge, EEUU); M. Aguilar Benítez de Lugo, J. Berdugo Pérez, C. Díaz Guinzo, C. Mañá Barrera y A.S. Torrentó Coello (CIEMAT, Madrid); E. Verdugo y J. Cortina (IFAE, 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. Deberá estar integrado y listo para comenzar la toma de datos de calibración en el CERN (Ginebra, Suiza) a finales de 2007. El traslado a la base de lanzamiento Kennedy Space Center (Florida, EEUU) se realizará a finales de 2008, y el ascenso a la Estación a bordo del Trasbordador Espacial se llevará a cabo en 2009. Estará operativo 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.

Desglose de los diferentes detectores que conforman el experimento AMS y la forma que adoptará una vez que estén todos integrados.

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.

El Proyecto está interesado en la explotación de AMS como un espectrómetro de masas capaz de proporcionar información detallada acerca de la composición química y el espectro de energía

de los rayos cósmicos. Esta información pondrá nuevos límites a los modelos de evolución química de la Galaxia y de nucleosíntesis primordial. 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.

A la izquierda se observa una de las secciones rectangulares de la matriz de detectores del RICH montada en el CIEMAT. A la derecha se muestra parte del panel de aerogel (radiador) preparado para las pruebas de vibración.

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.

En el marco de la utilización de este telescopio, los miembros del Proyecto en el IAC colaboran con investigadores del Instituto de Física de Altas Energías de Barcelona (IFAE) en la búsqueda de emisión de rayos gamma en remanentes de supernovas, como señal de aceleración de rayos cósmicos hadrónicos en las mismas.

La comparación de abundancias en estos objetos con las abundancias en los rayos cósmicos que se medirán en AMS, puede proporcionar la clave

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 ($v \approx 10^{15}$ 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 2007, está previsto el lanzamiento del 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-diciembre: Entrenamiento anual del equipo de operaciones. Se han llevado a cabo experimentos para medir el patrón de campo lejano de los haces de la OGS.

Enero: Entra en vigor la extensión del contrato de la OGS hasta diciembre de 2010.

Marzo-junio: Operaciones ordinarias de enlace OGS-ARTEMIS 13 y 14 de marzo y 8 de junio con pruebas para validar el terminal LOLA y garantizar

la precisión de apuntado de ARTEMIS.

Agosto: Se ha ubicado definitivamente el láser de colorante con su bombeo en el extremo norte del banco Coudé.

Diciembre: Se ha instalado una mesa óptica con estructura de panal de abeja en el banco Coudé norte.

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 marzo y junio se realizaron enlaces con ARTEMIS en la órbita GEO 9 diurnos y 3 nocturnos para realizar pruebas en el proceso de validación del terminal aerotransportado LOLA, y se llevaron a cabo medidas del patrón de campo lejano en el haz ascendente.

Entre enero y diciembre se realizaron 6 experimentos de enlace óptico con SMART-1 en su órbita lunar, y un experimento adicional para estimar el offset de apuntado en lazo abierto.

Se evaluó la colaboración con INSA en un proyecto de comunicación óptica con un terminal a bordo de un dirigible estratosférico.

Prosigue la colaboración con el proyecto AOFPGA para probar un sistema de Óptica Adaptativa en el Telescopio de la OGS. En noviembre se probó satisfactoriamente el sistema de control de tip-tilt.

Izquierda: Esquema descriptivo de los experimentos de enlace en lazo abierto llevados a cabo durante la fase de órbita lunar de SMART-1. Derecha: En uno de los experimentos el satélite tomó imágenes de la Luna en la línea de visión OGS-SMART-1 para compararlas con imágenes simultáneas tomadas con la cámara Coudé de la OGS. El resultado indica offsets de apuntado del orden de 0.5 arcmin.

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 geostacionaria (GEO) y de transferencia (GTO) con el telescopio OGS ubicado en el OT y que pertenece a la Agencia Espacial Europea (ESA).

cabo el montaje de las mismas en el CIEMAT por personal del IAC en el mes de agosto. El resto del año se han seguido fabricando y caracterizando las piezas restantes, que serán enviadas para su tratamiento superficial durante el primer trimestre de 2007.

Participación en MAGIC

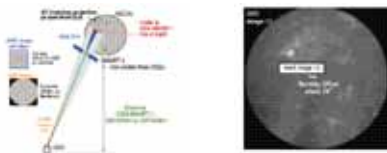
Dentro de la colaboración MAGIC, el grupo de Astrofísica de Partículas se ha incorporado como miembro de pleno derecho de la colaboración al grupo de trabajo de remanentes de supernovas y microcuásares.

Relacionado con este trabajo, M. Panniello y M.T. Costado han defendido sus correspondientes proyectos de tesis titulados "Búsqueda de fuentes de rayos cósmicos y su relación con la evolución química de la Galaxia" y "Búsqueda de evidencias de aceleración de hadrones en remanentes de supernovas", respectivamente.

Durante el año 2006, los miembros del Proyecto participaron en las siguientes reuniones relacionadas con MAGIC:

- "Second Mini-Workshop on SNRs and Microquasars", celebrado en Barcelona, enero.
- "VII Reunión científica de la Sociedad Española de Astronomía", Barcelona, septiembre.
- "Reunión General de la Colaboración MAGIC", Madrid, noviembre.
- "Magic Spring School 2006" celebrada en Lapland (Finlandia), abril.

Se ha



OPERACIONES DE COMUNICACIÓN ÓPTICA CON OGS (OPTICAL GROUND STATION – ESTACIÓN ÓPTICA TERRESTRE)

A. Alonso.
P.A. Ayala, L.F. Domínguez, J.E. García, J.J. González, J.M^a. de Leon, J.A. Morrison, M. Reyes.

Introducción

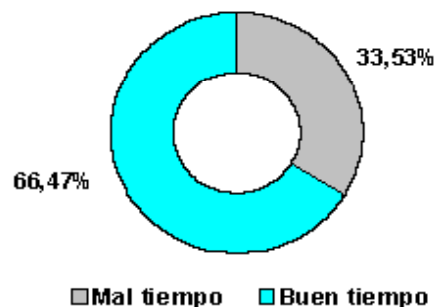
Actualmente las comunicaciones con satélites se basan fundamentalmente en el empleo de microondas ($n \approx 10^9$ Hz). El ancho de banda de las transmisiones usuales impone claras restricciones en el flujo de información manejable mediante estos sistemas. Es probable que la creciente limitación

finalizado el análisis de los datos de dos remanentes de supernova, W66 y W44, con resultado negativo en cuanto a la búsqueda de radiación gamma. Por otro lado se ha encontrado un exceso durante el análisis de los datos del remanente IC443, lo que ha precipitado la petición de tiempo de observación durante los meses de diciembre de 2006 y enero de 2007 que ha sido concedido. El análisis de estos nuevos datos dará lugar a una publicación en el año 2007.

Participación en GAW

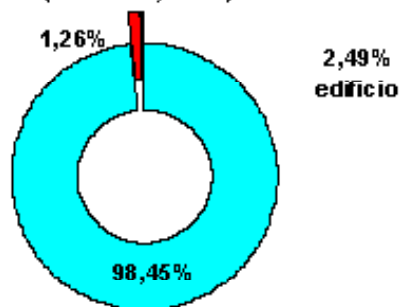
Se ha diseñado un conjunto de guías de luz para el plano focal del telescopio GAW (localizado en el Observatorio Hispano-Alemán de Calar Alto, Almería) con el objetivo de incrementar el área sensible del instrumento. Se ha establecido una colaboración con el CIEMAT con el fin de usar las guías de luz sobrantes del experimento AMS en el primer prototipo de GAW.

CAMPAÑA 2006
Distribución de horas (total 1.189,14 h.)



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

CAMPAÑA 2006
Distribución de horas de buen tiempo (total 861,43 h.)

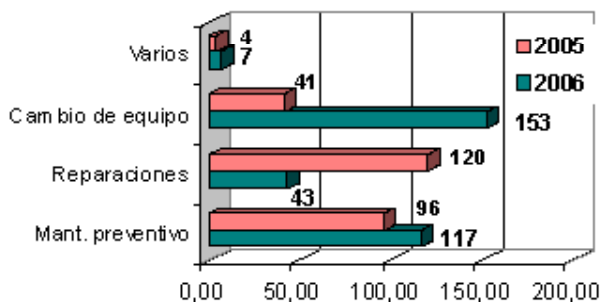


■ Observadas ■ Prob. software ■ Prob. edificio

que participan Estados Unidos (HAO y LMSAL), Alemania (KIS y MPS, el MPS siendo institución IP de SUNRISE) y España (con el Proyecto que aquí presentamos). IMAx proporcionará datos del campo magnético solar con una calidad sin precedentes: se combinarán una alta cadencia temporal y la precisión polarimétrica preservando la integridad bidimensional de las imágenes. IMAx permitirá, pues, estudiar la evolución y la dinámica de los campos magnéticos solares con unas resoluciones espaciales y temporales jamás alcanzadas desde la Tierra.

La construcción de IMAx está siendo realizada por un consorcio de cuatro instituciones españolas con amplia experiencia en la participación en proyectos espaciales como son el IAC (institución IP de IMAx), IAA (Granada), GACE (Univ. de Valencia) y LINES/INTA (Madrid). Este Consorcio está trabajando en la realización de IMAx íntegramente en España y en colaboración con la industria nacional. Está previsto que IMAx utilice retardadores ópticos basados en cristal líquido (ROCLIs), un desarrollo tecnológico que el IAC ha llevado a cabo en colaboración I+D con la empresa TECDIS Display Ibérica (Valladolid).

**Distribución de trabajos en OGS
2005-2006**



de subsanarlo, finalmente fue inevitable romper el contrato con el proveedor. Se activó el plan B en el que se empezó trabajar principios del 2006 cuando la situación de los detectores contratados amenazaba convertirse en un importante riesgo para el éxito del proyecto. Se finalizaron con máxima prioridad las pruebas de validación de un detector alternativo, una cámara comercial de DALSA. La decisión del consorcio de iniciar este importante e impactante cambio de configuración fue tomada a principios de octubre, y durante el último trimestre las actividades del proyecto se centraron en su implementación en todos los subsistemas.

Izquierda: ROCLI con cables de vuelo.

Izquierda: caracterización del prefiltro en el telescopio THEMIS, derecha: espectro en el plano focal de THEMIS con el prefiltro de IMAx.

Algunos resultados relevantes

Enero: Solicitud de financiación al PNE para finalización del proyecto con vuelo científico de SUNRISE en 2009. Aceptación final de los etalones.

Febrero: Presentación de la UDP Web del grupo de software, herramienta de desarrollo de software de test e integración de IMAx.

Marzo: Recepción de los dos prefiltros y verificación en el telescopio THEMIS. Se confirma la FWHM de 0.1 nm con una transmisión pico por encima del 60%.

Abril: Inicia la fabricación de un dummy de la caja presurizada para la electrónica de proximidad de IMAx.

Mayo: Recepción y caracterización de uno de los detectores de IMAx fabricado por PSL.

Junio: Reunión I/F térmicas con SUNRISE. Aprobación del proyecto solicitado al PNE a 3 años.

Julio: Recepción y caracterización del segundo detector de IMAx fabricado por PSL.

Septiembre: Se detectan importantes no-conformidades en los detectores.

Octubre: Decisión crítica de cambiar los detectores de IMAx.

Noviembre: Implementación de nuevos detectores. Reunión de planificación AIV.

Diciembre: Finalización de prototipos de la optomecánica, integración de ROCLIs con cables y conectores de vuelo.

Evolución del Proyecto

Durante la primera mitad del 2006 se realizaron los procesos de recepción verificación y aceptación de algunos componentes claves de IMAx: el prefiltro, fabricado por BARR Associates, (EEUU), y los etalones fabricados por CSIRO (Australia). En todas las disciplinas técnicas del Proyecto se progresó a buen ritmo hacia la finalización del diseño detallado. Se fabricaron primeros prototipos de elementos de opto-mecánica y cámaras presurizadas y los ROCLIs recibieron sus cables y conectores específicamente diseñados para la integración en IMAx.

La gran sorpresa durante el 2006 fue sin duda la situación a resolver con respecto a los detectores. Haber identificado importantes no-conformidades en las pruebas de aceptación y tras varios intentos

Evolución del Proyecto

Durante el año 2006 se finalizaron con éxito las campañas de observación de la órbita de transferencia y seguimiento de objetos catalogados (Subcontrato E/17825-01 del Contrato 17825/03/D/HKESOC-ESA "Space Debris Optical Observations and Análisis with ESA 1M Telescope"). 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 no ha sido tan bueno como en el año 2003 pero sigue la misma tendencia que el año 2005 como puede observarse en la figura 1 (porcentaje de buen tiempo en 2003-81,35%, 2004-50,19%, 2005-66,66%, 2006-66,47%).

Distribución de las horas de la campaña de observaciones de basura espacial del año 2006.

CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE OGS

E. Cadavid, J.A. Morrison, J.J. González, J.E. García y P.A. Ayala.

Introducción

El año 2006 está marcado por renovación del contrato de mantenimiento con la ESA hasta el año 2010. Este acuerdo finalizado el 31 de diciembre de 2005 se renovó en abril. En lo relacionado con las demás actividades se realizaron las labores normales previstas en el contrato.

Algunos resultados relevantes

El resultado más relevante fue la renovación de contrato hasta el año 2010.

Evolución del Proyecto

A las tareas relacionadas con el Contrato de Mantenimiento de OGS dedicamos un total de 319 horas distribuidas conforme se ve en el Gráfico.

En el apartado de reparaciones hay una fuerte

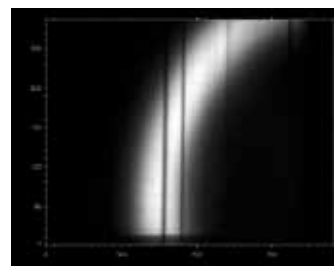


Módulo opto-mecánico de IMaX.

caída con relación al 2005. Esto se debe a que a finales de ese año se procedió a una revisión a fondo en el rack de control y en los conectores



de alimentación del foco, y



reparamos una serie de mal contactos y fuentes defectuosas.

En este apartado se debe hacer constar también la reparación de la Estación Meteorológica. En cuanto a esta última, en el pasado mes de diciembre una acumulación de hielo provocó la caída de la torreta. Esta quedó en muy mal estado y su sustitución está prevista para el primer trimestre de 2007.

En lo que se refiere a los cambios de equipo y configuración del telescopio, el uso del telescopio en proyectos diversos de la ESA generó un aumento del 270% en este apartado.

IMaX: UN MAGNETÓGRAFO PARA SUNRISE

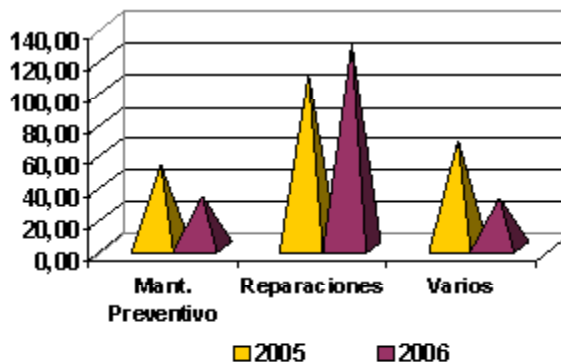
V. Martínez Pillet.

M. Collados Vera, J.A. Bonet Navarro, I. Rodríguez Hidalgo, B. Ruiz Cobo, J.L. Medina Trujillo, E. Ballesteros Ramírez, J.C. González Herrera y L. Jochum.

Introducción

IMaX (Imaging Magnetograph eXperiment) será uno de los instrumentos posfocales de SUNRISE. Este Proyecto consiste en el lanzamiento desde la Antártida de un globo estratosférico que albergará un telescopio solar de 1 m de diámetro y su instrumentación posfocal. El Proyecto SUNRISE

Horas empleadas por MI en las distintas tareas durante los años 2005 y 2006



ASTROFOTOGRAFÍA DESDE EL OT

L. Chinarro, D. López, F. Martín, P. Rodríguez Gil y A. Osoz.

El proyecto de Astrofotografía tiene como objetivo la creación de una base de datos de imágenes astronómicas de divulgación y promoción de este Observatorio. Como resultado, se incluye un objeto diferente cada mes en la página Web creada al efecto.

La imagen final de cada objeto es el resultado de la combinación de observaciones en varios filtros, acompañada por una ficha con información del objeto, además de datos acerca de la observación y reducción de las imágenes.

La excepcional calidad del cielo del Observatorio del Teide hace que los resultados de los programas científicos que se llevan a cabo en el mismo sean de notable importancia. El OT mantiene una actividad constante de obtención de imágenes astronómicas que sirven como referencia para la observación de distintos campos del cielo. Estos hechos condujeron a la creación, en 2004, de un proyecto que aprovechara la bondad del cielo astronómico del OT para disponer de un banco de imágenes de divulgación y promoción del Observatorio. El objetivo es ofrecer estas imágenes al público, fundamentalmente a través de Internet, incluyendo información adicional de los objetos observados.

En una primera fase del proyecto se elaboró una lista con 57 objetos de diversa naturaleza que cumplían con los criterios de selección iniciales: a) su espectacularidad, b) que tengan dimensiones, visibilidad y magnitudes adecuadas a la instrumentación disponible y c) el hecho de que muchos de ellos no fueran los "típicos objetivos perseguidos por los astrofotógrafos".

A partir de octubre de 2004 comenzaron las observaciones con el telescopio IAC-80, utilizando su cámara CCD con los filtros BVR, luz natural, hidrógeno, nitrógeno u oxígeno, entre otros, lo que permite construir una imagen en color mediante su combinación. Fundamentalmente se observa un objeto por noche aunque algunos de ellos sólo se pueden observar durante unas pocas horas por noche, por lo que se tuvieron que completar en noches adicionales. En cada noche de observación se selecciona el objeto más apropiado por horas de visibilidad y tamaño.

Esta primera fase del proyecto consistió en demostrar que se podían obtener imágenes de calidad con el telescopio IAC-80. La publicación y distribución de estas imágenes se realiza a

través de la página Web de las Instalaciones Telescópicas del IAC. Allí se inserta, desde abril de 2005, la sección "Imagen Astronómica del Mes" (IAM, http://www.iac.es/telescopes/IAM/IndexAstrofoto_esp.htm) que consiste en una ficha del objeto observado con una pequeña descripción de su historia y características. Se confecciona un póster mensual con los contenidos de dicha ficha. Con motivo del primer aniversario de la IAM, en abril de 2006 se publicó un mosaico con las doce primeras imágenes.

Sin embargo, a pesar de que el telescopio IAC-80 es excepcional, su relativamente pequeño campo de visión hace que una gran parte de los objetos astronómicos de interés queden fuera de la lista de objetivos.

La continuidad del proyecto dio lugar a una segunda fase más ambiciosa. De este modo, no sólo se utiliza el telescopio IAC-80 con la nueva CCD, sino también una cámara digital DSRL adaptada para la observación de objetos con emisión infrarroja que se encuentra acoplada a un telescopio Vixen lo que permite obtener imágenes de gran campo de los objetos. Las observaciones con el telescopio Vixen se llevan a cabo varias veces al mes, mientras que se sigue empleando el telescopio IAC-80 una noche al mes.

La tercera fase del proyecto consistirá en la



Póster con las 12 primeras imágenes del proyecto de Astrofotografía del Observatorio del Teide.

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 10 titulados superiores. La **Ingeniería** está estructurada en 4 Departamentos: Electrónica, Mecánica, Software y Optica; la componen 41 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 algún aspecto a resaltar de la actividad departamental.

Departamento de Electrónica. Durante el año 2006 la actividad del Departamento se ha centrado en el desarrollo de los sistemas de adquisición de datos para los instrumentos científicos del telescopio GTC, OSIRIS y EMIR, cada uno en diferente fase de evolución, y cuyo control automático también está siendo abordado. En el caso de OSIRIS se ha avanzado tremendamente, estando ya en sus etapas finales, mientras que el sistema de adquisición de datos de EMIR se considera completado, a la espera de la integración en el instrumento final. También se ha avanzado en el polarímetro IMAX, en la caracterización atmosférica con SCIDAR y en el Proyecto WEB para el telescopio supergigante ELT.

A lo largo de 2006 fueron adquiridos algunos equipos de medida de propósito general, incorporados para complementar la dotación del laboratorio, como el analizador de la calidad de red eléctrica FLUKE 43 B, o los multímetros digitales FLUKE 112. Se incorporó también al laboratorio un sistema de adquisición de datos de la marca National Instruments, dotado de drivers para su configuración y utilización en el entorno LABVIEW, el cual tiene como interfaz de salida la popular USB, permitiendo todo ello simplificar enormemente las tareas de adquisición de datos de propósito general. Como complemento a esto último se adquirió un extensor de bus USB capaz de alcanzar los 50 m.

También, como mejora a la dotación del laboratorio, se incorporó un segundo osciloscopio de entradas flotantes, operable con batería, debido al excelente rendimiento que ha venido proporcionando el que se adquirió hace tres años, lo cual le convertía en un recurso especialmente demandado.

Este año el Departamento ha continuado 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. Los logros y actividades en este tema se describen en el apartado correspondiente al proyecto de Óptica Adaptativa con FPGA y se están canalizando hacia los estudios de diseño del ELT.

El Departamento de Software. Ha seguido centrado en dos grandes proyectos OSIRIS y HERSCHEL/PLANCK y en menor medida en EMIR e IMAx. También se ha trabajado en TIP II y GREGOR y prácticamente ya se han terminado todas las pequeñas actividades que quedaban en LIRIS y FIN. Con la entrega del modelo de vuelo en HERSCHEL/PLANCK la actividad en este Proyecto disminuirá considerablemente.

Departamento de Óptica. Ha mantenido su gran implicación en los principales proyectos instrumentales como OSIRIS, EMIR y el espectrógrafo de GREGOR, y también se han realizado importantes tareas en proyectos como FASTCAM o el desarrollo de VPHs para su uso criogénico dentro de la línea JRA6 de OPTICON. Finalmente, este año se ha involucrado en la iniciación de la propuesta de un nuevo espectrógrafo de baja e intermedia resolución (SIDE) para el telescopio GTC.

En cuanto al equipamiento del Laboratorio de Óptica, ha habido una gran inversión en posicionadores de alta precisión motorizados, fibras ópticas, lentes, etc. y también se ha comprado un goniómetro.

Este año se ha realizado un estudio de requerimientos para una nueva red eléctrica del laboratorio más acorde con la utilización que se está demandando y más flexible a la hora de producirse fallos. Este trabajo se ha realizado conjuntamente con el Departamento de Electrónica.

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 y de GRANTECAN S.A. Los equipos utilizados fueron el interferómetro, el espectrofotómetro y la sala limpia.

Departamento de Mecánica. La mayoría de los miembros del Departamento han seguido involucrados en los grandes proyectos instrumentales de GTC, EMIR, OSIRIS y FRIDA, pero también han participado en LIRIS, GREGOR y SCIDAR, así como en APE y WEB, enmarcados

estos dos últimos en los proyectos relacionados con el ELT.

En cuanto a equipamiento, el Laboratorio de Mecánica ha mejorado su infraestructura para el almacenamiento y manipulación de componentes. Para la sala de criogenia, integrada en el Laboratorio de Óptica, aunque de propósito general, se ha ampliado la dotación de equipos, con la adquisición de una bomba seca tipo Scroll y de un sistema de alto vacío con bomba turbomolecular. Asimismo se han adquirido un espectrómetro de masas, para la identificación de gases residuales en los criostatos, y un nuevo ranger para nitrógeno líquido de 600 l de capacidad.

En la Sala de CAD/CAE, para un mejor aprovechamiento de las herramientas principales, se han adquirido otros dos nuevos PC de altas prestaciones para ejecutar Wildfire 3 y Ansys 11 (tanto en modo convencional como en Workbench) en 64 bits, que estarán operativos a principios del próximo año. Asimismo, por cuestiones de seguridad, se ha dotado a la sala de un sistema de climatización independiente.

Departamento de Gestión de Proyectos. Una importante novedad de este año en el Área es la creación del Departamento de Gestión de Proyectos. Este nuevo Departamento, dirigido por M. Reyes, tiene por finalidad mejorar las actividades de gestión de los proyectos y ayudar a la coordinación de recursos e infraestructuras entre ellos. A este Departamento están asignados los gestores de proyectos, que de esta forma tienen un mejor cauce para la comunicación entre ellos y con el resto del Área. El Departamento les proporciona un entorno donde pueden intercambiar ideas, poner en común sus problemas y buscar entre todos vías de solución; a corto y medio plazo fomentará las actividades formativas, tenderá a la estandarización o unificación de los métodos y a la mejora de las herramientas de gestión. Este año ya se han evaluado herramientas para la gestión homogeneizada de proyectos y la gestión centralizada de los recursos, y se ha comenzado a organizar la formación específica del Departamento.

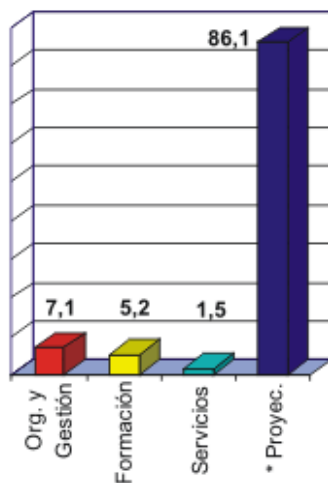
Conjuntamente con la creación del Departamento de Gestión de Proyectos y la desaparición de la figura del Jefe de Ingeniería, se ha establecido en el Área la llamada Coordinación de Ingeniería. A través de una reunión semanal con el Coordinador, todos los jefes de Departamento más J.L. Rasilla, ingeniero senior del Departamento de Óptica, coordinan las actividades de la Ingeniería en

ACTIVIDAD

Este apartado describe el desglose de las actividades de Ingeniería durante 2006.

El siguiente gráfico (Gráfico I) muestra la distribución del empleo del tiempo en la Ingeniería según el tipo de actividad, esto es, dedicación a Proyectos, Formación, Servicios, y Organización y Gestión Interna.

Distribución por actividad



En cuanto a la Formación, el 5,2% es el tiempo dedicado actividades formativas estándar, como cursos, congresos y no incluye la formación específica que se pueda adquirir durante el desarrollo de un proyecto instrumental. Este valor es 2,2 puntos superior muy al del año pasado en parte debido a la asistencia al Congreso de SPIE sobre Instrumentación.

El 1,5% 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 3 décimas superior al del año anterior.

Finalmente el 86,1% de toda la capacidad de la Ingeniería se ha dedicado a trabajar directamente en Proyectos. Este valor es 3,9 puntos inferior al año pasado debido al mayor tiempo dedicado a Formación y a la Organización y Gestión, pero demuestra claramente el gran esfuerzo en maximizar los recursos dedicados a Proyectos que se está haciendo en los últimos años.

En el Gráfico II se puede ver el reparto de tiempos entre los diferentes proyectos.

Gráfico I

* Ver Gráfico II

En Organización y Gestión, un 7,1%, 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 1,3 puntos superior al del año pasado.

Distribución por Proyectos

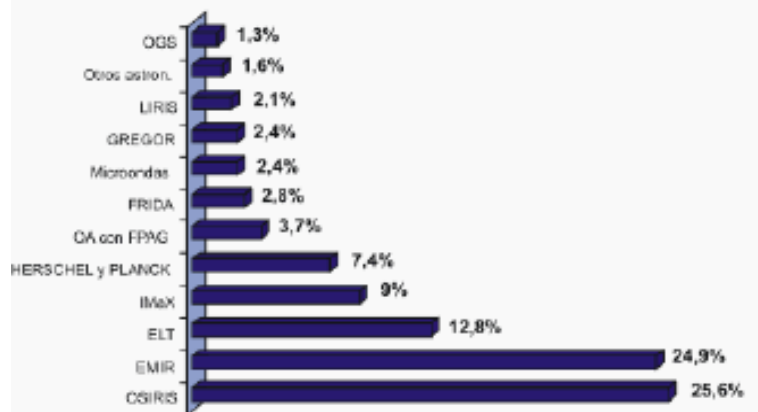


Gráfico II

Si siguiendo con la tendencia anterior, se han concentrado esfuerzos en los proyectos grandes para GTC. OSIRIS (25,6%) sigue con un valor similar al del año pasado y EMIR (24,9%) ha disminuido un poco (2,3 puntos) pero entre ambos emplean más de un 50% de la capacidad total.

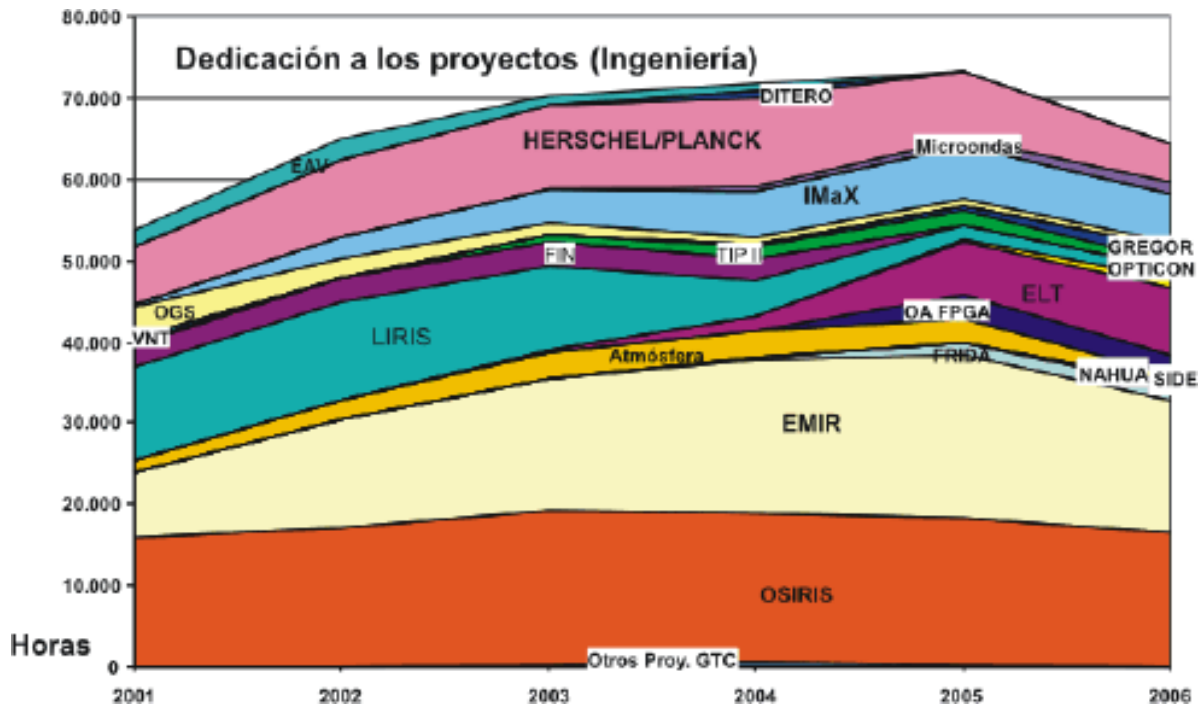
HERSCHEL/PLANCK con un 7,4% ha bajado más de 3,5 puntos respecto a 2005, en consonancia con la etapa final en la que ha entrado el Proyecto. LIRIS, con un 2,1% ha disminuido 5 décimas y ya se encuentra en operación rutinaria. También ha disminuido la dedicación a TIP II (de 2,4% a 1,3%) y la de los proyectos de caracterización atmosférica (DIMMA, LGS, OGS, SCIDAR y ALL) que han pasado de un 3,8% a un 1,3%.

IMaX (9,0%), OGS (1,3%), Óptica Adaptativa con FPGA's (3,7%) y FRIDA (2,8%) siguen este año con unos valores muy similares al anterior.

Bajo "Otros para GTC" se encuentran NAHUAL y SIDE que este año han empezado a tener una cierta actividad (1,3%), y dentro de "Otros astronómicos" se engloban principalmente las actividades "Joint Research Activities" de OPTICON (1,6%).

Finalmente, los proyectos que han aumentado significativamente su dedicación han sido ELT que ha pasado de 8,8% a 12,8%, GREGOR que aumenta 1,8 puntos y se pone en un 2,4% y los proyectos de Microondas que pasan a ser el 2,4%.

Gráfico III



Estos datos también pueden verse en el siguiente gráfico (Gráfico III), que muestra la evolución de la dedicación de la Ingeniería a los proyectos más significativos desde 2001. El aumento del número total de horas de 2001 a 2005 y su disminución en 2006, se debe principalmente a las incorporaciones y bajas de personal.

El gráfico (Gráfico III) muestra la gran dedicación a OSIRIS y EMIR, la finalización de proyectos como EAV, LIRIS y FIN, y el arranque de ELT, OA con FPGA, FRIDA, OPTICON y GREGOR. También se muestra el descenso de HERSCHEL/PLANCK y de las actividades de Caracterización Atmosférica, y la constancia de IMAx, OGS y de los proyectos de Microondas.

La siguiente tabla (Gráfico IV) muestra, esquemáticamente, la dedicación de los ingenieros a los principales proyectos durante 2006. El tono más oscuro de la casilla indica un mayor número de horas dedicadas a ese proyecto y la letra "G" indica que es el encargado de la gestión. Las líneas en blanco reflejan una baja por incapacidad laboral temporal durante todo el año.

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 general la asistencia a estas actividades formativas ha sido bastante numerosa cuando se ha organizado en el IAC y de una o dos personas cuando ha sido fuera, con la excepción del congreso de SPIE "Astronomical Telescopes and Instrumentation" que es el principal evento internacional en temas de instrumentación y al que asistieron varios ingenieros.

Finalmente, hay que mencionar que al igual que otros años, los presupuestos de formación también han permitido las visitas a los observatorios del IAC para que las personas recién incorporadas o becarios los conozcan.

En cuanto a los aspectos económicos, este año el IAC ha invertido unos 81.000 € en dar formación

		Participación de Ingeniería y Gestión en los proyectos (Año 2.006)		Proyectos																									
				Artemis Laser Link	Banco Pruebas Detectores	Coernoisomab	DIMMA	ELT	EMIR	LGS en OGS	FIN	FRIDA	GREGOR	HERSCHEL - PLANCK	MaX	LRIS	OA con FPGA	OA GTC	OGS Oper. & Mant.	OPTICON JRA's	OSIRIS	SCIDAR	TIP II	VSA Extension	CMD Polarimeter	NAHUAL	EDIFISE	SIDE	
Gestión	A. Alonso																												
	A. Pérez																												
	J. C. González																												
	J. M. Herreros																												
	J. Parrón																												
	L. Jochum																												
	M. Amate																												
	M. Berrato																												
	M. Reyes																												
	V. González																												
Electrónica	E. Ballesteros																												
	E. Joven																												
	F. Gago																												
	G. Herrera																												
	H. M. Chulani																												
	J. J. Díaz																												
	J. M. Dolgado																												
	J. V. Gigante																												
	L. F. Rodríguez																												
	M. Arzuaga																												
Mecánica	M. A. Núñez																												
	R. Hoyland																												
	T. A. Viera																												
	E. Hernández																												
	F. J. Fuentes																												
	F. Tenegi																												
	J. Pérez																												
	L. Peraza																												
	M ^a . B. Hernández																												
	P. Redondo																												
Óptica	P. Saavedra																												
	R. Restrepo																												
	P. Zuluaga																												
	S. Barrera																												
	S. Becerril																												
	S. Correa																												
	V. Sánchez																												
	A. B. Fraquoso																												
	F. Gracia																												
	J. L. Rasilla																												
Software	J. Sánchez-Capuchino																												
	L. M. Montoya																												
	M. Insausti																												
	R. López																												
	S. Chueca																												
	A. J. Herrera																												
	C. Martín																												
	E. Pérez																												
	H. Moreno																												
	J. C. López																												
J. L. Medina																													
M. Aguilar																													
M. Sánchez																													
M ^a . F. Gómez																													
P. López																													
R. Rodríguez																													

a sus ingenieros y gestores. La mayor parte de ese importe ha sido sufragado por el propio Área y el resto por los proyectos instrumentales y por la convocatoria de "Formación Continua" financiada por el Ministerio de Administraciones Públicas.

Este año se ha seguido aplicando el cuestionario de fin de formación. De esta manera se puede comprobar la adecuación de las actividades formativas concretas a los objetivos que se persiguen.

En general, las actividades de formación han sido bien valoradas por los asistentes. La estadística total muestra los siguientes valores:

Aspecto

Valoración*

5)

- Contenido 3,6
- Duración 3,5
- Profesor

(de 1 a

La comparación con los valores obtenidos en 2005 muestra un resultado ligeramente superior pero muy similar. En general todos los cursos y congresos estuvieron bien valorados.

La tabla completa con todos los detalles de las actividades de formación, sus valoraciones y los comentarios que algunos asistentes han hecho, se encuentra en la Secretaría del Área donde puede ser consultada para la organización y planificación de futuras actividades formativas.

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.

Estuvo en el Departamento de Software colaborando en la realización de la interfaz de ingeniería para el control de los Filtros Sintonizables de OSIRIS.

Supervisor: *J.C. López.*

- B. Domínguez (Estudiante de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria).

Desarrolló dentro del Departamento de Software una librería C de enlace con IDL.

Supervisora: *E. Páez.*

- R. Camporredondo (Estudiante del Instituto Tecnológico de Puebla, México).

Colaboró con el Departamento de Gestores en la evaluación del servidor de MS Project para la gestión de múltiples proyectos, y también estuvo analizando los datos del programa de gestión de tiempos (PGT) por proyectos.

Supervisor: *M. Reyes.*

- Y. Padilla (Licenciada en Ciencias Físicas por la Universidad de Guadalajara, México).

Estuvo en el Departamento de Óptica, realizando la caracterización de los grismas de baja resolución del instrumento OSIRIS y la caracterización espectral, a temperatura ambiente, de las VPHs del Proyecto OPTICON JRA6. Como resultado se obtuvo la dispersión angular real de dichos elementos y las curvas de eficiencia de los grismas de OSIRIS.

Supervisor: *J.L. Rasilla.*

Estancias en prácticas

- J. Santa María García (Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad de La Laguna).

Estuvo desde el 21 de septiembre realizando una estancia en prácticas de 6 meses gracias a una beca de la CEOE. En este tiempo se ha dedicado a

Gráfico V

Evolución de los contratos en Ingeniería



PERSONAL

Este año ha habido bastante movimiento de personal. Han causado baja en el Área J.V. Gigante (Dpto. de Electrónica), S. Correa (Dpto. de Mecánica), L.M. Montoya (Dpto. de Óptica) y M. Sánchez (Dpto. de Software). P. Redondo (Dpto. de Mecánica) se encuentra en excedencia en el ESRF (European Synchrotron Radiation Facility), en Grenoble (Francia).

Las altas han sido las siguientes: M. Azuaga, Ingeniera de Telecomunicaciones por la Univ. de Málaga, ha entrado en el Departamento de Electrónica. J. Sánchez-Capuchino, Dr. en Ingeniería Óptica por la UPC, F. Gracia, Dr. en Ciencias Físicas, Especialidad Óptica por el INAOE (México), S. Chueca, Dr. en Astrofísica por la Univ. de La Laguna y M. Insausti Licenciada en Ciencias Físicas por la Univ. de La Laguna, han entrado en el Departamento de Óptica. R.M. Rodríguez, Licenciada en Ciencias Físicas por la Univ. de La Laguna, ha entrado en el Departamento de Software.

C. Tejada, Ingeniero óptico del Instituto de Astronomía de la UNAM, estuvo en el Departamento de Óptica durante todo 2006 para colaborar en la integración y pruebas de la óptica de OSIRIS.

En gráfico siguiente (Gráfico V) se muestra la evolución de los contratos de Ingeniería y los becarios de proyectos desde el año 1998. Es de destacar el incremento desde el 2000 de los contratos en proyectos a cargo de financiación externa, y el resultado del proceso de consolidación que terminó en 2004, gracias al cual, muchos contratados temporales pasaron a ser fijos. El incremento de personal es de 2 personas/año, y es debido en su totalidad a la financiación externa de los proyectos, ya que los contratos con dinero propio del IAC no han crecido.

Dentro del programa de becas de verano, hemos recibido a 9 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.

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

Los 9 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*.

- E. Curras (Estudiante de la Universidad de Oviedo).

Desarrolló un conjunto de programas en el entorno LABVIEW para la comunicación con los sensores de borde del banco de pruebas del telescopio GTC, así como para el lazo de control del mismo.

Supervisores: *T. Viera y M.A. Núñez*.

A. Calcines (Estudiante de Astrofísica de la Universidad de La Laguna).

Colaboró en el Departamento de Óptica en la caracterización optomecánica del espectrógrafo GREGOR, obteniendo la calibración espectral de la red de difracción y las curvas de alineado y enfoque de todos los componentes ópticos del espectrógrafo.

Supervisor: *R. López*.

- T.M. Vaquero (Ingeniera aeroespacial por la Universidad de Saint Louis, Campus de Madrid). Colaboró en el montaje, integración y verificación de los prototipos criogénicos de la CSU (Configurable Slit Unit) y de la rueda de grismas. También participó en la puesta en marcha, en la nueva sala limpia de AIV, de los ciclos cerrados del EMCTS (EMIR Multipurpose Cryogenic Test System) así como en las pruebas criogénicas de las probetas del sistema de soportes radiales.

Supervisores: *S. Becerril, P. Redondo, R. Restrepo y V. Sánchez*.

- C. Montanillo (Estudiante de la Universidad de Salamanca).

Colaboró dentro del Departamento de Software, en el desarrollo de los Device Components para los dispositivos RS232 de OSIRIS.

Supervisor: *A. Herrera*.

- R. Sánchez (Estudiante de la Universidad de Salamanca).

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.

- A. Fernández y R. Iglesias colaboraron con el proyecto OSIRIS en las operaciones de alineado de la óptica y en las pruebas de la caracterización térmica de los filtros sintonizables
Supervisores: *R. López y G. Herrera*.

- J.A. Carballo y T. Felipe estuvieron montando y alineando en el Laboratorio de Óptica el espectrógrafo de GREGOR con sus controladores definitivos, y también participaron en parte de la calibración espectral de la red en su nuevo montaje.
Supervisores: *A. Calcines y R. López*.

- A. de la Nuez estuvo realizando programas de

comunicación para los sistemas de control de la óptica del espectrógrafo de GREGOR con E. Páez y el calibrado del control de los posicionadores directamente con la óptica.

Supervisor: *R. López*.

Proyectos Fin de Carrera

- J.C. Sanluis Leal (Estudiante de Ingeniería de Electrónica de la Universidad de La Laguna). Realizó su proyecto fin de carrera en el Departamento de Electrónica. El proyecto consistió en el desarrollo de un sistema codificador lineal basado en fotodiodos LEDs de utilidad en la medición de desplazamientos longitudinales con precisión del orden de micras.

Supervisor: *J.J. Díaz*.

Otras becas

- R. Restrepo Gómez (Ingeniero Mecánico por la Universidad EAFIT, Colombia).

Obtuvo una beca para continuar trabajando en los sistemas mecánicos del Proyecto EMIR.

PRODUCCIÓN

Producción se estructura en: Taller de Mecánica, Taller de Electrónica, Gabinete de Delineación Técnica y Servicio de Mantenimiento Instrumental.

del mismo.

el mes de junio la auditoria correspondiente de la entidad acreditadora.

ACTIVIDAD

La actividad desarrollada por el **Taller de Mecánica** durante el año 2006 ha estado relacionada con trabajos solicitados por Proyectos, Departamentos y Servicios del IAC. En el gráfico siguiente (Gráfico VI) se detalla la dedicación porcentual a los diferentes proyectos, así como a otras actividades del Taller.

El **Taller de Electrónica** se concentró en la realización de los cableados del instrumento OSIRIS, instrumento de primera luz del Gran Telescopio CANARIAS, lo que ocupó la práctica totalidad del tiempo de trabajo de un técnico y de un maestro de taller. No obstante, también se intercalaron trabajos de pequeña índole para los proyectos IMAX, EMIR y TIP-II, estimables estos últimos en un 5% del tiempo total.

Diseño y realización práctica posterior del cableado de los módulos de control de temperatura, dotado de tres sensores PT-100 en cada armario, leídos a través de una interfaz CAN.

El Laboratorio de Calibración realizó diversas calibraciones para empresas externas como BINTER Canarias, SYOCSA, Talleres Ansite, S.L. y Rodritol S.L., habiendo superado con éxito en

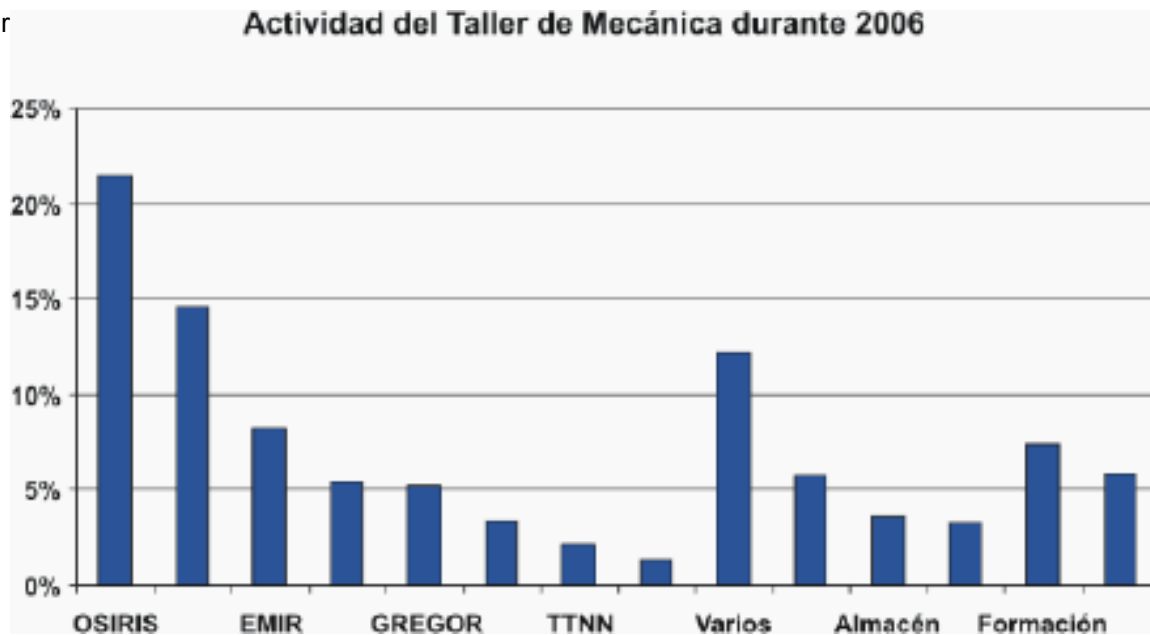
La dedicación del Gabinete de Delineación Técnica ha estado relacionada con las 210 solicitudes recibidas en el año 2006, lo cual ha generado un volumen de trabajo considerable.

Cabe destacar la experiencia y dominio adquirido en el programa "Pro-Engineer", concretamente en lo que respecta a 3D, sólidos, conjuntos y planos 2D. Esto ha hecho que la demanda de solicitudes por parte de Ingeniería se haya incrementado, siendo de vital importancia la involucración del Gabinete de Delineación en los proyectos. Asimismo, se continúa trabajando con el programa de Autocad, utilizado actualmente para el intercambio de planos con el Taller de Mecánica.

Los proyectos que más trabajo han requerido de este servicio han sido: OSIRIS (56,3 %), EMIR (20,1 %) y ELT/WEB (10,4 %).

Destacar también los diseños mecánicos realizados para: Sala AIV (soporte cuadro de distribución), Operaciones de las instalaciones Telescópicas del IAC (Thomsø CCD Photometer), LIRIS (armario para Lakeshore 340) y COSMOSOMAS (COSMO15 ampliación plato de 2 m a 2,5 m,

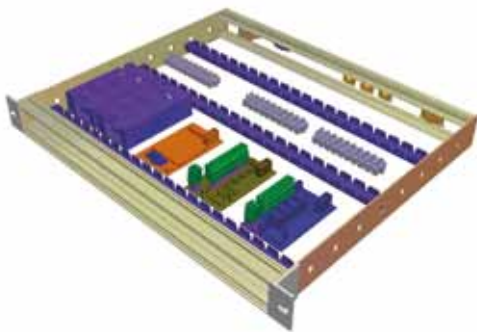
Gr



MEJORAS DE INFRAESTRUCTURAS

A lo largo del año 2006 se han adquirido una serie de equipos y realizado una serie de acciones encaminadas a mejorar la prestación de los distintos Talleres y Servicios que forman Producción en el Área de Instrumentación.

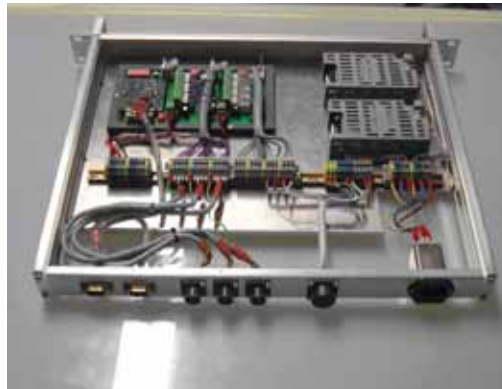
Durante el año 2006 las mejoras en infraestructura



de Metrología.

Se realizó la revisión, ajuste y verificación de las máquinas CNC del Taller de Mecánica. Para mejorar las condiciones de trabajo en el proceso de limpieza y preparación de pinturas se han instalado dos cabinas extractoras.

Las mejoras en infraestructura realizadas en



realizadas en el Taller de Mecánica se enfocaron hacia el aumento de las prestaciones de la maquinaria existente y así se ha incorporado: una roscadora neumática, una

máquina de soldar TIG portátil, seis pies de rey para taller, una plataforma elevadora móvil de personal (PEMP), accesorios para desintegrador de machos, una máquina fregasuelos, un polipasto para almacén y un dinamómetro electrónico con mando a distancia.

Se ha continuado con las acciones encaminadas a la implantación del sistema CAD/CAM en las máquinas CNC.

Se realizó la revisión, ajuste y verificación de la máquina de medir por coordenadas del Laboratorio

Delineación Técnica se enfocaron hacia la compra de potentes estaciones de trabajo.

El Servicio de Mantenimiento Instrumental realizó una serie de compras y mejoras que engloban la renovación de los carros de herramientas en los telescopios TCS e IAC-80, renovación del contrato de mantenimiento del software MICROMAINT, pintura del taller de la Sede Central, compra de tres sensores PIRANI TPR 010 para la evaporadora BALZERS BAK600, compra de un ordenador portátil para el taller, así como otros equipamientos

soporte Encoder y motor).

En el año 2006 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 y formación, y la participación bastante activa en las pruebas de FASTCAM.

de Neumática Industrial, de 18 horas lectivas e impartido por la empresa Olivera, S.L. ubicada en el Polígono Industrial de El Rosario (Tenerife) y del Responsable del Laboratorio de Calibración al III Simposium FELAB: Novedades Técnicas y Legales en el Marco de Actuación de los Laboratorios.

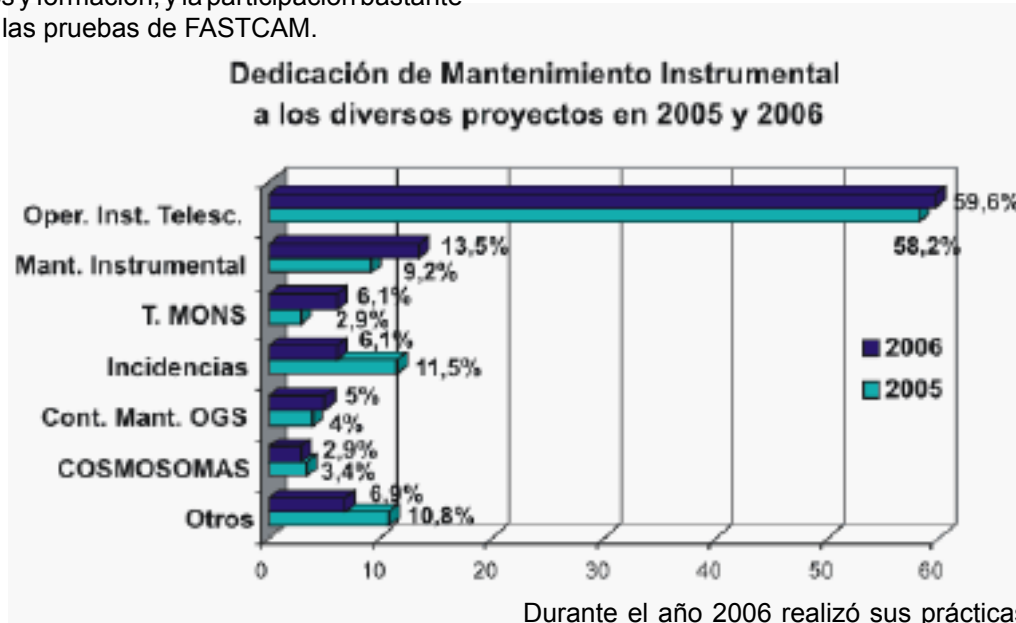
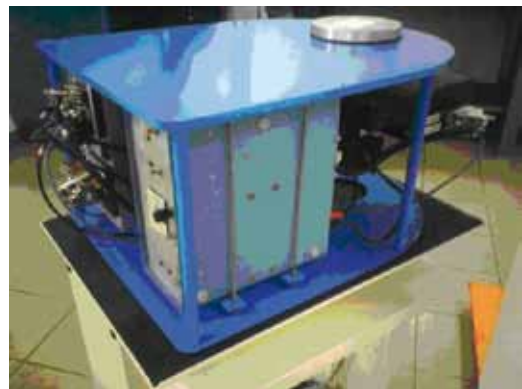


Gráfico VII

Las actividades se distribuyeron entre los diversos proyectos tal y como se muestra en el gráfico (Gráfico VII). Como se ve no hay grandes variaciones con relación al año anterior. Los únicos cambios relevantes fueron la disminución de las incidencias y el aumento de actividades en el telescopio MONS. Lo primero se debe a la reducción de bajas médicas, y lo segundo al aluminizado del espejo primario y una revisión a fondo en la transmisión de Ascensión Recta.

Durante el año 2006 realizó sus prácticas en el Taller de Electrónica el alumno de Universidad de La Laguna Z. Palomo Cano, del Departamento de Ciencias y Técnicas de Navegación. A lo largo de seis meses, tuvo ocasión de colaborar en las actividades del Proyecto OSIRIS, además de formarse en la fabricación de circuitos impresos en el entorno PROTEL y con técnicas de soldadura



de montaje superficial.

En el **Gabinete de Delineación Técnica** la autoformación se ha visto incrementada, realizando ejercicios prácticos de tipo interno, siendo esto de una gran ayuda.

En el gráfico (Gráfico VIII) se muestra cómo se repartió el tiempo dedicado a actividades internas en el **Servicio de Mantenimiento Instrumental** a lo largo del año. Es notable el incremento relacionado con la formación, en el que se invirtió un 45% del total. De este total los cursos relacionados con seguridad e higiene tuvieron un

Actividades de Mantenimiento Instrumental en las instalaciones telescópicas del IAC

Actividades	2006	2005
Cambios de equipo	28%	38%
Mantenimiento preventivo	29%	21%

En el apartado de "Modificaciones y desarrollos"
* cabe destacar dos hitos:

- Mejoras en el montaje del Tromsø CCD Photometer (TCP). Con apoyo del Gabinete de Delineación Técnica y del Taller de Mecánica se hizo una mejora en el montaje. Como puede observarse en la Figura, el nuevo montaje es mucho más compacto y sencillo de instalar ya que el instrumento se puede manejar como una pieza única. Otra ventaja es que todo el cableado queda fijo y sin necesidad de tocarlo durante los cambios de equipo. Falta realizar una prueba de funcionamiento en el telescopio para comprobar el cableado.

Tromsø CCD Photometer (TCP).

- Durante este año se participó en las reuniones, trabajos de instalación y pruebas de FASTCAM. Este instrumento necesita que el telescopio TCS esté muy bien alineado para trabajar al límite de difracción. Este trabajo lo hace conjuntamente Mantenimiento Instrumental con un ingeniero óptico utilizando un sensor de frente de onda. También se facilitó apoyo técnico durante las primeras pruebas nocturnas poniendo un técnico a disposición de los astrónomos en las primeras noches.

FORMACION

A lo largo de 2006 se ha continuado con un programa de formación variado pero ajustado a las necesidades de los diferentes Talleres y Servicios. Esta formación ha sido tanto de tipo interno (impartida en el IAC y por personal del mismo), así como externa. La formación interna está relacionada con la transferencia de los conocimientos de personas cualificadas en unos determinados temas al resto de sus compañeros. También incluye lectura de documentos, manuales, etc. Con la externa se trata de mejorar y ampliar conocimientos de procesos y uso de maquinaria, mediante cursos impartidos por personal no perteneciente a Producción.

El personal del **Taller de Mecánica** asistió a cursos, jornadas o ferias sobre:

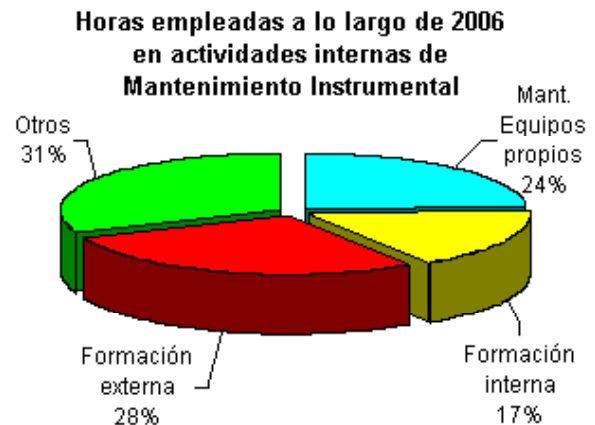
- Riesgos y medidas preventivas en manipulación manual de cargas.
- Riesgos y medidas preventivas en el puesto de operadores de carretillas elevadoras.
- Primeros auxilios.
- Trabajo en oficinas.
- Curso de informática de usuario (Microsoft,

Windows XP, Word, Excel).

- Riesgos y medidas preventivas en el puesto de soldador.
- Mecanizado de fresa con Pro/Engineer.
- Jornada sobre el Plan de autoprotección de medidas de emergencia y Jornada de Sistemas de gestión de prevención de riesgos laborales.
- Visita al observatorio del Roque de los Muchachos.
- Asistencia a la Bienal de Máquina Herramienta (Bilbao).
- Asistencia a la Feria de la Industria Complementaria (Sevilla).

En lo que a formación se refiere, la acción más significativa en el **Taller de Electrónica** consistió en la asistencia a un curso del entorno de diseño PROTEL (Altium Designer), realizado en Barcelona, en las instalaciones del distribuidor en España de la firma. Aprovechando el desplazamiento y estancia, se realizó una visita a la empresa de fabricación de circuitos impresos con la que habitualmente trabaja el Taller.

También en este apartado cabe señalar la



asistencia de algunos de los técnicos al curso

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**:

Para **BINTER CANARIAS**: Calibración de una Fuente GRELVO V305.

Para **SYOCSA**: Calibración de un Medidor de Tierra KYORITSU 4105A.

Para **TALLERES ANSITE, S.L.**: Calibración de una Pinza FLUKE 337.

Para **RODRITOL S.L.**: Calibración de un Medidor de Tierra MEGGER DET5/4R.

- Por parte del **Taller de Mecánica**:

Para **GRANTECAN S.A.**: realización de dos anillos soportes, fabricación de diferentes piezas en aleación de aluminio, alineado en Metrología de la cabeza de un detector, alineado y medición cabeza CCD. etc.

Para **THEMIS S.L.**: Fabricación diversas máscaras para observación, una rueda de filtros y un serpentín para refrigeración.

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: Lanzamiento contratos fase 1 de estudios de cúpulas.

Marzo: APE Science Meeting, ESO.

Abril: Entrega de la propuesta de diseño para el SCIDAR de Paranal.

Julio:

WEB Final Design Review, IAC.

Entrega de resultados de los contratos de fase 1 de estudios de cúpulas.

Septiembre:

Pruebas de prestaciones del sensor DIPSÍ (APE), IAC.

Cierre de especificaciones y lanzamiento de contratos para la fase 2 de estudios de cúpulas.

Octubre: Pruebas funcionales y entrega del sensor ZEUS (APE), IAC.

Noviembre:

3° Progress Meeting ELT, ESO.

Congreso ELT, Marsella.

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 (DIPSÍ) y otro basado en coronografía Mach-Zehnder (ZEUS). A lo largo de la primera mitad de año se llevó a cabo la fabricación y compra de los componentes de los dos sensores. La integración y pruebas completas de DIPSÍ se realizaron en agosto-septiembre, y la integración y pruebas funcionales de ZEUS en octubre. ZEUS fue entregado a nuestros socios en el sensor (LAM-Marsella) para completar las pruebas de prestaciones en sus laboratorios. En noviembre comenzó la integración de los algoritmos de cofaseo en el estándar de software de control de la ESO. Se trata de los dos primeros subsistemas completados de APE.

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.

Introducción

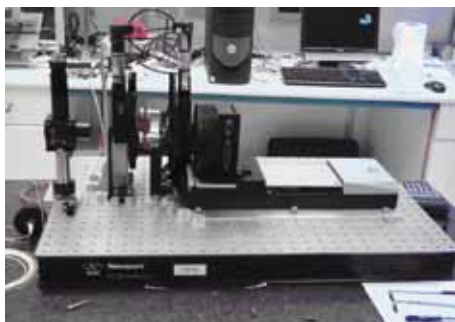
En el año 2006 se iniciaron las actividades en la nueva Sala de AIV. En lo que se refiere a la gestión de la misma se preparó un documento, pendiente de aprobación, con la propuesta de procedimiento de uso del local. También se realizaron algunas compras de mobiliario y se tomaron algunas medidas en lo que se refiere a la seguridad de las personas.

Evolución del Proyecto

En 2006 se realizaron las siguientes compras:

- Una traspaleta con plataforma capaz de elevar cargas de 1.000 kg de 80 mm hasta 800 mm de altura. Para uso exclusivo dentro la Sala 100.000. Está pensada para poder trabajar con palets y también poder subir elementos pesados a las mesas ópticas dentro de la Sala.
- Un carro con neumáticos para transportar hasta 500 kg.
- Cuatro armarios para almacenar materiales de proyectos en el altillo.
- Un armario con puertas para guardar material de seguridad utilizado en la Sala.
- Ocho sillas de sala blanca, cuatro altas y las demás bajas, para uso exclusivo dentro la Sala.
- Una escalera con peldaños planos de aluminio de tres escalones.
- Tres palets de plástico, superficie cerrada, carga estática 6.000 kg. Destinados a ser utilizados en exclusiva dentro la Sala.
- Un limpiador de calzados.

En el



aspecto de seguridad se instalaron algunos carteles de señalización de seguridad avisando del uso de láser, cargas suspendidas, trabajos con nitrógeno líquido y existencia de desniveles. También se instaló en la Sala 100.000, en un punto cercano a la salida de emergencia, un sistema de evacuación de vapores de nitrógeno líquido. Finalmente, como ya se comentó con anterioridad, preparamos una propuesta de manual de uso del local.

Un problema que se prolongó a lo largo de 2006 fueron las pérdidas de aceite en las grúas. En particular la de la Sala 100.000 obligó a instalar con carácter de urgencia un protector para evitar la caída de aceite de la grúa a los objetos que transporta.

ESTUDIOS DE DISEÑO DEL FUTURO TELESCOPIO GIGANTE EUROPEO - ELT (EXTREMELY LARGE TELESCOPE)

M. Reyes, C. Muñoz-Tuñón, L. Montoya, E. Hernández, S. Chueca, J.M. Delgado, M. Nuñez, P. Zuluaga, T. Viera, 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 (Florencia, 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

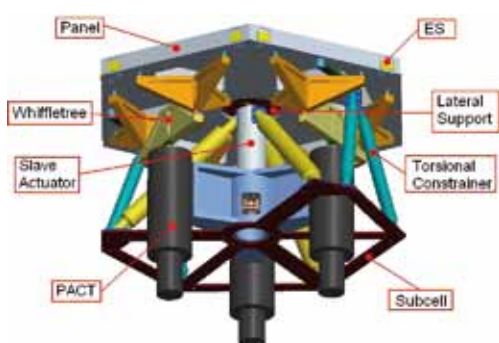


del sexto programa marco europeo (FP6), para realizar estudios de diseño y desarrollos tecnológicos orientados al futuro Telescopio Gigante Europeo (ELT), con el propósito de analizar la viabilidad de conceptos

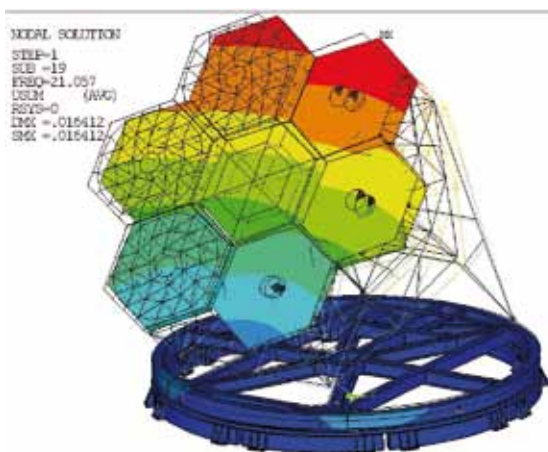
de Óptica Adaptativa de laboratorio, que como característica especial tiene la realización de la TOTALIDAD del procesado en el interior de un único chip FPGA.

Algunos resultados relevantes

Durante el año 2006 los trabajos en el Proyecto de Óptica Adaptativa con FPGA se encaminaron hacia la instalación y verificación en telescopio del sistema desarrollado en 2005. Inicialmente fue necesario proceder a un cierto número de adaptaciones nada desdeñables, originadas por el hecho de que la situación real en telescopio es, como es lógico, mucho más compleja que la que se reproduce en laboratorio. Cabe citar que



en el mes de noviembre se probó con éxito la corrección de tip-tilt (desplazamientos puros con espejo basculante), obteniendo una mejora de un factor 10 en la desviación típica del centro de masas de la estrella.



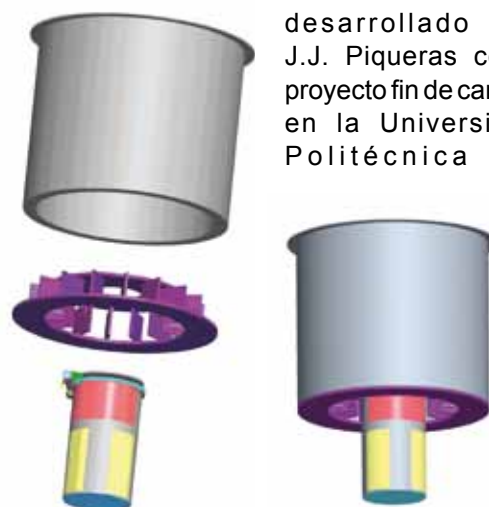
la Unión Europea, encaminada a dinamizar de una manera coordinada la utilización de lógica reconfigurable (FPGA) en instrumentación



astrofísica. Para ello instituciones con experiencia en instrumentación astrofísica se coordinaban con instituciones de computación, contando también con el apoyo del fabricante líder Xilinx, con el objetivo de desarrollar coordinadamente un conjunto de módulos que resuelvan los problemas de computación habituales en Astrofísica, los cuales quedarán a disposición de la comunidad científica para su utilización. Esta propuesta ha sido inicialmente tomada en consideración y se concretará en forma de paquetes de trabajo de las acciones de Óptica Adaptativa y de detectores rápidos.

Como demostración palpable de la flexibilidad que lleva implícita la lógica reconfigurable, a partir de los módulos desarrollados para el Proyecto de OAconFPGA se elaboró un sistema inicial de adquisición de datos para el Proyecto FASTACAM, el cual persigue la selección y recentrado de imágenes de corta exposición para obtener imágenes limitadas únicamente por difracción en telescopios de hasta 4 m. Con esta finalidad, en 2006 se completó un sistema de adquisición que envía a través de gigabit ethernet la totalidad de las imágenes que captura la cámara de 128x128 píxeles a 100 imágenes por segundo. Para principios de 2007 está previsto disponer de una versión mejorada del sistema que realizará en tiempo real la acumulación y el recentrado,

el cual está siendo desarrollado por J.J. Piqueras como proyecto fin de carrera en la Universidad Politécnica de



También durante 2006 se procedió a realizar comunicaciones de los trabajos y resultados en el campo de la Óptica Adaptativa con FPGA, debiendo destacarse la presencia en el congreso SPIE (Orlando, Florida, EEUU) y también en el congreso internacional de la sociedad FPL (Madrid).

Se realizó en este 2006 la propuesta de actividad de desarrollo de cara al programa marco VII de

Fotos del sensor ZEUS de APE, diseñado y fabricado por el IAC en colaboración con LAM (Marsella).

Izquierda durante sus pruebas de metrología; derecha durante sus pruebas de verificación óptica en el IAC.

El Wind Evaluation Breadboard (WEB) es otro experimento cuyo propósito es la prueba de tecnologías para el telescopio 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. A lo largo de la 'primera mitad de año, el IAC y MEDIA completaron el diseño detallado de toda la mecánica, control e infraestructura, pasando con éxito la revisión final de diseño en julio. A su vez el IAC participó en la revisión de diseño final de los sensores de borde también en julio, y en la revisión de diseño preliminar de los actuadores en noviembre de 2006. La revisión de diseño preliminar tuvo lugar en diciembre. También en diciembre el IAC participó en la revisión de diseño preliminar de los sensores de borde.

Arriba: Diseño mecánico detallado (3 dimensiones) de uno de los segmentos y su soporte activo.

Abajo: Modelo de elementos finitos de todo el WEB con los segmentos montados en la estructura, mostrando su primera frecuencia propia, cumpliendo con los requerimientos de diseño.

El IAC participa en los diseños de cúpula para el telescopio ELT y estudios de efectos del viento en su interior. En enero se lanzó la fase 1 de los estudios de diseño de cúpula, con 4 contratos para estudiar los 4 conceptos de cúpula seleccionados por el Proyecto como de mayor interés para el telescopio ELT. Los 4 contratos se resolvieron en julio, y su evaluación se terminó en septiembre con la decisión sobre los dos conceptos que pasaban a la fase 2. En septiembre se cerraron las especificaciones técnicas de la fase 2 y en octubre se lanzó la convocatoria para la contratación de los dos diseños, convocatoria que se resolvió en diciembre.

Imagen de los cuatro conceptos de cúpula diseñados en la fase 1 de los conceptos de cúpula para el telescopio ELT.

De izquierda a derecha cúpulas: avanzada de hojas, de párpados, tipo caja (poligonal) y deslizante.

Dentro de los paquetes de trabajo de Óptica Adaptativa, 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 el marco de la caracterización de sitios para el ELT, la actividad la primera mitad de 2006 se centró

en el rediseño del instrumento SCIDAR para su adaptación a los requerimientos de control y de interfase con el Observatorio de Páranla (Chile). Durante la segunda mitad del año, se cerró el diseño de los cuatro instrumentos DIMM idénticos que se van a instalar en los 4 sitios a evaluar para el telescopio ELT, y se realizó la compra de todos sus componentes. También se desarrolló el software de control y comunicación de los DIMM con los instrumentos MASS que irán montados con ellos en los telescopios.

Izquierda: Diagrama del concepto del SCIDAR para el Observatorio de Páranla (Chile) y su interfase. Abajo: SCIDAR de Paranal tal como quedaría montado en el telescopio.

ÓPTICA ADAPTATIVA CON FPGA

L.F. Rodríguez Ramos, Á. Alonso, J.V. Gigante, F. Gago, G. Herrera, T. Viera, J.J. Piqueras y J. Santamaría.

Introducción

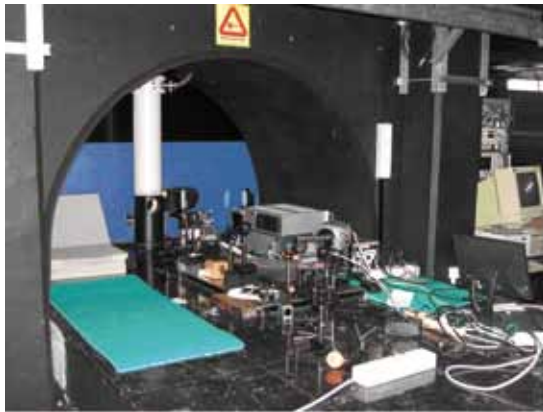
La lógica reconfigurable (FPGA - Field Programmable Gate Array) ha irrumpido con fuerza en el diseño de electrónica digital, debido a la utilización de herramientas de alto nivel para la descripción de hardware y síntesis de circuitos, constituyendo por lo tanto una poderosa herramienta que ha sido empleada 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.

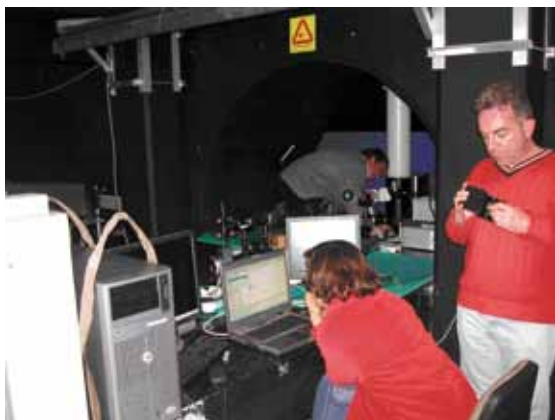
Por tal motivo, se realizó un sistema completo

Cartagena.

También como ensayo de la viabilidad de trabajo en subcontratación, se encargó a la Universidad Autónoma de Madrid (Prof. Boemo), la realización de un módulo de cálculo en tiempo real de la correlación de dos imágenes, orientado a su utilización como herramienta para el cómputo del desplazamiento horizontal y de cara a la corrección tip-tilt. También en la dirección de colaboración con otras instituciones que tengan actividades en la misma tecnología, se han iniciado los contactos con la Univ. de Durham (Reino Unido) de cara al establecimiento de una colaboración que tenga como objeto el ensayo de los sistemas de AOconFPGA en el telescopio WHT, y con el Departamento de Física Aplicada de la Universidad de La Laguna, al objeto de que personal de esa universidad pueda formarse en lógica reconfigurable y colaborar en el desarrollo



incluyendo las pantallas de fase (simuladores de turbulencia), y se ha lanzado el contrato para el



espejo deformable, elemento fundamental y cuyo largo plazo de entrega obliga a tomar la decisión mucho antes de que el proyecto llegue a su revisión final de diseño.

Ha habido cambios sustanciales respecto

de instrumentación astrofísica.

Cabe citar también que en 2006 ha sido financiado con cargo al Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica el Proyecto EDIFISE, que contempla la utilización del sistema desarrollado en OAconFPGA como sistema de Óptica Adaptativa para un espectrógrafo con entrada de fibras ópticas atenuadas selectivamente. Será pues la primera aplicación real de los resultados conseguidos.

*Sistema de Óptica Adaptativa con FPGA
instalado en el banco óptico del foco Coudé
del telescopio OGS del OT.*

*Miembros del equipo de trabajo durante las pruebas
del sistema de OAconFPGA en el telescopio OGS (Optical
Ground Station) del OT.*

ESTUDIOS DE ÓPTICA ADAPTATIVA PARA GTC

M. Reyes.

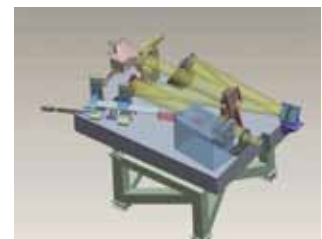
GRANTECAN S.A.

Introducción

El IAC participa en el diseño detallado del sistema de Óptica Adaptativa para el Gran Telescopio CANARIAS (GTC). La dirección y el peso del Proyecto están a cargo de GRANTECAN S.A. y la actividad del IAC se ha reducido desde el diseño preliminar. El IAC participa en las reuniones periódicas del Proyecto y en el seguimiento y revisión del diseño de subsistemas. Estas actividades se engloban dentro del objetivo del IAC de avanzar en el campo de la Óptica Adaptativa, no sólo para el GTC sino para los futuros grandes telescopios (ELTs).

Evolución del Proyecto

La Óptica Adaptativa del telescopio GTC ha progresado a lo largo de 2006 de cara a completar su diseño detallado, tanto desde el punto de vista del análisis y simulación como del optomecánico y control. Entre otras tareas, se ha adaptado el diseño para contemplar el sensor de tip-tilt para cuando llegue la estrella guía láser (segunda fase del sistema), se ha completado el diseño del sistema de pruebas



al último año. En concreto se considera el nuevo detector tipo multiplicación de

OFICINA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN (OTRI)

OFICINA DE PROYECTOS INSTITUCIONALES Y TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN (OTRI)
(7E0204, 7E0404, 7E1606, 7E2901, 7E3104, 7E4402, 7E3405, 7E3605, 7E3705, 7E3805, 7E3905)

J. Burgos, E. Aguado, L. Calero, B. Peyró, J. Quintero y 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 2006, 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", financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia.

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

Línea de actuación y tipo de servicio	Actuaciones más relevantes a resaltar en 2005
1.- Financiación de la I+D+i. Información, asesoramiento y gestión	<ul style="list-style-type: none"> Web de la OTRI del IAC. Información semanal Punto Nacional de Contacto para toda España. VI Programa Marco de I+D+i – Infraestructuras Científicas
2.- Actividad de I+D+i del IAC y sus capacidades tecnológicas. Información	<ul style="list-style-type: none"> Memoria de Actividades de I+D+i. OCTI, Gobierno de Canarias
3.- Proyectos de financiación externa. Gestión y coordinación de solicitudes	<ul style="list-style-type: none"> 50 nuevas propuestas: 28 han sido ya concedidas, 14 aún en proceso de evaluación y 8 denegadas
4.- Proyectos Institucionales: - Proyectos de infraestructura científica y técnica: - Actuaciones de carácter internacional:	<ul style="list-style-type: none"> Fondos FEDER de Infraestructura científica Programa Técnicos de Apoyo a Grandes Instalaciones. FSE Mejora y Acceso a los Observatorios de Canarias. MEC Supresión de barreras arquitectónicas en el IAC OPTICON: Programa de Acceso Trans-nacional y Red "Coordination and Integration of ENO facilities" 12 nuevas propuestas de financiación a convocatorias del FP6. 4 aprobadas, 4 aún en evaluación y 4 denegadas ELT. Financiación PROFIT-MEC Impacto socio-económico de grandes instalaciones científicas. Estudio de impacto económico en el ORM ENOnet y COSUP
5.- Transferencia de Tecnología	<ul style="list-style-type: none"> PAB 2004 – 2006. LAC 2005-2007. Estudios de Posicionamiento tecnológico: TARGET y Cortadora de Montes Estudio sobre Transferencia de Tecnología asociada a GTC Gestión de nuevas marcas y patentes: "Cielo, Mar y Tierra de Canarias", "CaosyCiencia.com", "COSMOEDUCA"
6.- CANARIAS INNOVA. Plataforma de divulgación científica	<ul style="list-style-type: none"> "Canarias Innova – Radio", "Cielo, Mar y Tierra de Canarias" y "CanariasInnovaTV"

Algunos resultados relevantes y actividades

Durante el año 2006, 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

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.

Se apoyaron y gestionaron durante el 2006 un total de 73 nuevas propuestas, por una cuantía superior a 32 M€ de las cuales, en el momento de redacción de esta Memoria, 35 han sido ya concedidas, por un total de 11,5 M€ (frente a los 16,1 M€ solicitados), 27 se encuentran aún en el proceso de evaluación y 11 han sido denegadas. Estas 27 propuestas aún en proceso de evaluación se corresponden principalmente a las enviadas en el marco de la convocatoria de proyectos I+D+i, en Astrofísica y Espacio, a finales de 2006.

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 2006, se han podido abordar las siguientes mejoras de infraestructura gracias a este nuevo Proyecto:

- Equipamiento óptico para fabricación de instrumentos (ORM)
- Nueva CCD para el instrumento IACUB (ORM)
- SODAR para medir turbulencias atmosféricas (ORM)
- Sistemas de adquisición y guiado (OT)
- GPS (OT)
- Equipo de medida de radiofrecuencia (OT)
- Monitor DIMM automático (OT)

Por su parte, un total de 68 astrónomos, principalmente de la comunidad astrofísica nacional (aunque también de Alemania, Francia, Italia y Australia), se han beneficiado durante el 2006 de las bolsas de viaje que ha financiado este programa. Estos astrónomos han podido así acceder a los telescopios de Canarias, una vez se les ha concedido tiempo bajo CAT, contando

Programa de financiación al que se solicita la ayuda	Solicitudes presentadas	Solicitudes aprobadas *	Solicitudes denegadas *	Solicitudes en evaluación *	Financ. aprobada
Divulgación C&T. MEC	8	7	1	0	209.947 €
Acciones Complementarias. MEC	18	8	6	4	233.139 €
Acciones Integradas. MEC	2	2	0	0	27260 €
CONSOLIDER Ingenio. MEC	1	1	0	0	5.500.000 €
Infraestructuras. Acc. Compl. MEC	2	2	0	0	970.000 €
Infraestructuras. Mejora / Acceso. MEC	2	2	0	0	987.368 €
Sexto Programa Marco de I+D.	3	0	3	0	0 €
Fomento Investigación Técnica. MEC	2	0	0	2	0 €
Recursos Humanos. MEC	4	4	0	0	1.286.500 €
Proyectos I+D 2006. MEC	8	8	0	0	2.256.915 €
172 Proyectos I+D 2007. MEC	21	0	0	21	0 €
Otras.	2	1	1	0	1.200 €
TOTAL	73	35	11	21	11.472.329 €

Durante el mes de octubre, el Ministerio de Educación y Ciencia llevó a cabo una visita de control rutinaria sobre los contratos de personal financiados bajo 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

con una ayuda de hasta 300 € en concepto de viaje, y con todos los gastos de alojamiento y manutención cubiertos. Los siguientes gráficos, Gráficos I y II, muestran los telescopios a los que han accedido estos investigadores, así como el número de noches de observación concedidos. Durante el 2007, se asignarán también bolsas de viaje para los telescopios diurnos.

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 2006.

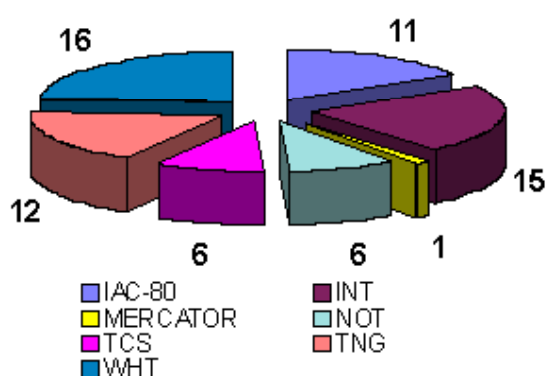
Estos son los proyectos a ejecutar este nuevo periodo:

- 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 2006, y hasta finales del 2007, sigue vigente el proyecto cofinanciado 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).

Bolsas de viaje / telescopio 2006



Este programa de ayudas seguirá vigente hasta el 2007. Por otra parte, a finales del 2006 se realizó una nueva petición de fondos al Ministerio de Educación y Ciencia, para extender estas ayudas durante el 2008, y para proponer nuevas mejoras de equipamiento e infraestructura. La propuesta, para ambos Observatorios, resultó aprobada.

Más de 900.000 € se destinarán durante el 2007 y 2008 a financiar esas mejoras, y casi 85.000 € se destinarán también a financiar las observaciones (viajes, alojamiento y manutención) durante el 2008.

Nº de noches / telescopio 2006

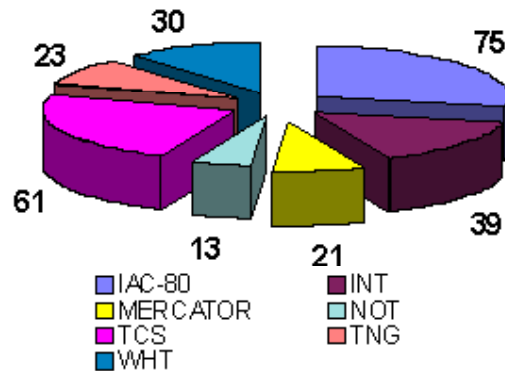


Gráfico II

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. Ambas actuaciones, con un presupuesto global cercano al millón de €, se ejecutarán durante el 2007.

2.5. Las infraestructuras europeas en ESFRI

La Comisión Europea, la European Science Foundation y EuroHORCS (European Heads of Research Councils) realizaron durante el 2006 una actualización de la encuesta sobre Infraestructuras Europeas llevada a cabo a finales del 2004 (principios del 2005), y cuyo resultado fue publicado a través de su página Web (<http://cordis.europa.eu.int/infrastructures>).

El IAC, a través de la OTRI, participó en la primera edición de esta encuesta, y así lo volvió a hacer durante el 2006, aportando información precisa sobre las instalaciones telescópicas presentes en los Observatorios de Canarias, y sus sedes de La Laguna y de La Palma.

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 2006 un total de 104 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 representa un incremento del 10% en las actividades de gestión frente a las de información, en lo que respecta a resultados de años anteriores. Esto obedece en buena parte a 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. Gráfico III.

Tipos de servicios prestados durante 2006

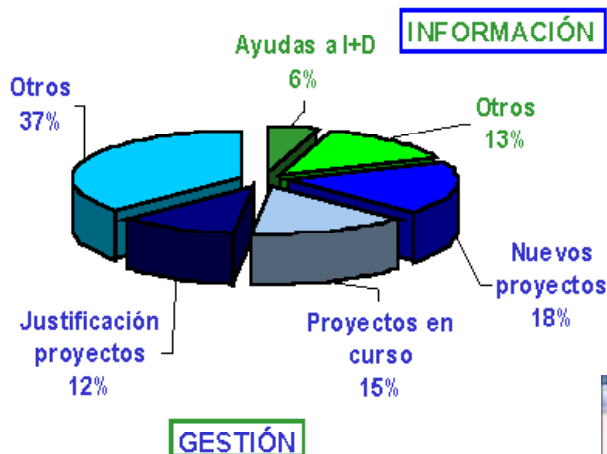
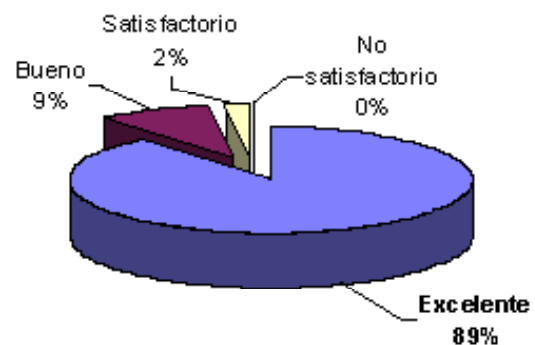


Gráfico IV

Evaluación servicios OTRI 2006

(Más del 50% de los expedientes evaluados)



Durante el 2002 se desarrolló una aplicación informática (denominada CARONTE) para la implantación de Cartas de Servicios en la Administración General del Estado. El Ministerio de Administraciones Públicas, en su guía para la implantación de estas Cartas (2003), incluyó CARONTE y recomendó su uso. Además de las instituciones que en años anteriores han empleado esta herramienta (ver Memorias del IAC anteriores), durante el 2006 se ha proporcionado esta aplicación, bajo petición, a la Dirección General de Calidad y Evaluación de las Políticas Públicas – Consejería de Presidencia de la Xunta de Galicia.

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 2006 se ha procedido a la actualización 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), "Foro de Oportunidades Tecnológicas e Industriales en Astrofísica" (www.otri.iac.es/foro), HELAS (www.iac.es/helas), CANARIAS INNOVA



El sistema posibilita e invita al usuario a evaluar la calidad del servicio prestado. Durante el 2006, más de la mitad de dichos usuarios decidió así hacerlo. En el gráfico (Gráfico IV) se muestra el resultado de esas evaluaciones. Ningún expediente fue evaluado como no satisfactorio.

La OTRI del IAC colaboró una vez más con la Oficina de Ciencia, Tecnología e Innovación del Gobierno de Canarias para aportar los datos relativos al centro en relación con la Memoria de Actividades de I+D+i para el año 2005.

4.- Actuaciones de la OTRI de carácter internacional

Durante el 2006 cabe destacar la importancia que han cobrado ciertas actividades de carácter internacional coordinadas desde la OTRI del IAC o en las que se ha participado muy activamente.

4.a. 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.

El año 2006 ha sido además el último año en el que se han resuelto, y negociado los contratos si es el caso, las últimas convocatorias del Sexto Programa Marco de I+D+i (FP6, 2002–2006), financiado por la Comisión Europea. El cierre de este año es, por tanto, un buen momento para hacer balance de la participación del IAC en este Programa Marco. Algunos de los proyectos que se citan a continuación seguirán en curso aún durante varios años, pero son enteramente financiados con cargo a este Sexto Programa Marco que ya

ARENA (Antarctic 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€.

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. La participación del IAC en este Proyecto implica la contratación de un técnico informático para el diseño e implantación de un gestor de contenidos que permita para la ejecución de las actividades contempladas, así como un gestor. El técnico informático se incorporó a la OTRI a finales de año, y se espera que el gestor lo haga a inicios del 2007.

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

Cuadro de participación del IAC en el Sexto Programa Marco (FP6 2002-2006)

	Nº total de propuestas presentadas	nº total de contratos firmados	Tasa de éxito (%)	Nº total de acciones a liderar	Porcentaje de liderazgo sobre propuestas aprobadas
	38	10	26%	4	40%
Area / Instrumento Proyecto	Nº de contratos	Total financiación proyecto (€)	Total financiación IAC (€)		
Infraestructuras Científicas	4	30.820.000	2.334.000		
• Optical Infrared Coordination Network, OPTICON					
• Antarctic European Optical Infrared Astronomical Observatory, ARENA					
• European Helio- and Asteroseismology Network, HELAS					
• Technology development programme towards a European Extremely Large Telescope, ELT DESIGN STUDY					
Avances Marie Curie (Formación y Movilidad de Investigadores)	6	10.100.000	1.797.000		
• SARA Early Stage Training in Astrophysics					
• Probing the formation and evolution of Brown Dwarfs					
• CONSTELLATION: The Origin of Stellar Masses					
• Solar Atmospheric and Interplanetary Research, SOLAIRE					
• Determining the masses of low mass X-ray binaries in our Galaxy					
• The Chemical Properties of Dwarf Star-Forming Galaxies: Clues to Galaxy Formation and Evolution, (financiada)					
TOTAL	10	40.788.000	4.121.000		

ha cerrado todas sus convocatorias. En relación con el anterior Quinto Programa Marco (FP5, 1999-2002), el IAC ha firmado siete contratos menos bajo el FP6, pero con una financiación total que pasa de los 2,3 M€ anteriores, a los actuales 4,1 (un incremento de casi el 80%).

OPTICON (Optical Infrared Co-ordination Network). Durante el 2006 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. Por la importancia y trascendencia de este Proyecto, así como el conjunto de actividades que bajo el mismo se llevan a cabo, se dedica un apartado especial en esta Memoria al mismo.

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 2006 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.

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.). Cabe destacar en este sentido, durante el 2006, el apoyo a las redes de formación CONSTELLATION y SOLAIRE.

6. Transferencia de Tecnología. Elaboración de Estudios de Posicionamiento Tecnológico (EPT)

En el mes de febrero, la OTRI del IAC organizó en su sede la celebración del Foro que se denominó "Oportunidades Tecnológicas e Industriales en Astrofísica", en estrecha colaboración con el Ministerio de Educación y Ciencia y el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).

Se invitó a un número relevante de empresas españolas con experiencia previa en desarrollos tecnológicos para Astrofísica, con objeto de impulsar la participación de estas empresas y de centros de investigación como el IAC en las oportunidades tecnológicas e industriales que los grandes proyectos internacionales están ahora a nuestro alcance, como son la construcción y explotación de los telescopios de nueva generación (clase 50-100 m). Durante esta jornada se expusieron las líneas generales de estos grandes proyectos de desarrollo tecnológico en Astrofísica y se puso de manifiesto el gran interés por parte del IAC en servir de puente para toda la industria española en este mercado internacional. La jornada contó con la participación de más de 60 personas, con representantes de una treintena de empresas españolas y los centros de investigación más relevantes.

Una avanzada Web para el intercambio de documentación, registro de todas las entidades participantes, análisis de las capacidades de las empresas participantes y punto de encuentro para esta comunidad se ha puesto en marcha por parte de la OTRI: www.otri.iac.es/foro.

Por otro lado, la OTRI del IAC también ha participado activamente en una iniciativa liderada por el Gobierno de Canarias con el objeto de traer grandes inversores a Canarias en relación con las grandes áreas científico-tecnológicas de nuestro archipiélago (siendo "Astrofísica y Espacio" una de ellas). En este sentido se participó en un encuentro preparatorio en San Francisco (California, EEUU) y en el posterior "Foro Internacional de Financiación de Empresas Intensivas en Conocimiento" que se celebró en Canarias: www.canary-tech.org

7. Transferencia de Tecnología. Estudios de Posicionamiento Tecnológico (EPT)

En el marco de un nuevo Proyecto aprobado por el Ministerio de Educación y Ciencia a la OTRI del IAC para el período 2006-2007, la Oficina sigue impulsando una línea de trabajo ya iniciada en el

2002, y que persigue identificar y analizar el entorno científico y tecnológico asociado a una determinada actividad concreta de I+D de interés para el IAC. Para ello, y a través de un elaborado procedimiento de trabajo, se identifican las patentes, proyectos internacionales más relevantes, publicaciones, empresas y centros de investigación de interés asociados a la tecnología y actividades de I+D del Proyecto en cuestión. No consiste tan sólo en esta identificación masiva de datos (más de 2.500 documentos en algunos casos), sino en el filtrado y análisis de los mismos para extraer conclusiones que puedan resultar de interés para la actividad de I+D y su posible explotación comercial o transferencia tecnológica.

Así, durante el 2006, se procedió a la elaboración de dos nuevos "Estudios de Posicionamiento Tecnológico (EPT)" asociados a Tecnologías en las que el IAC dispone de gran conocimiento, y que presentan un alto potencial de mercado futuro:

- "FPGA (Field Programmable Gate Array)": Dispositivos electrónicos programables de última generación considerados como alternativa en el tratamiento masivo de datos en los futuros telescopios, y que disponen de múltiples aplicaciones en otros mercados.

- "OPTICA ADAPTATIVA". Tecnología aplicada a los sistemas ópticos de telescopios con el fin de corregir los efectos de la turbulencia atmosférica sobre la imagen. Cada vez se hace más patente su utilización en otros campos, principalmente en medicina oftalmológica.

Estos estudios recogen conclusiones y recomendaciones de gran interés en relación con el posicionamiento científico y tecnológico que dispone el IAC y sus investigadores en el mercado internacional, así de su potencial de explotación en mercados ajenos a la Astrofísica.

Los estudios completos se presentan en formato papel, así como en formato HTML, con vínculos a todos los documentos referenciados (patentes, Web de empresas, publicaciones, centros de I+D, etc.).

A finales de 2006 se procedió a justificar ante el Ministerio de Educación y Ciencia la ayuda concedida para este Proyecto, quedando vigente, hasta mayo de 2007, una ayuda adicional con la que se sigue avanzando en la elaboración de estos estudios.

La OTRI del IAC participó también en una iniciativa de la Fundación Española de Ciencia y Tecnología que persigue formular las bases de una propuesta de plan de trabajo dirigido al Desarrollo Productivo

CONSTELLATION (The Origin of Stellar Masses). Red de formación liderada por la Universidad de Exeter (Reino Unido) y participada por 11 socios europeos más. Durante este año se participó en el proceso de negociación de este Proyecto, que tiene como fecha de comienzo diciembre de 2006. El presupuesto total es de unos 3,4 M€, y se prevé 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€.

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. Se ha negociado durante este año que la red tenga una fecha efectiva de comienzo el 1 de junio de 2007, por un periodo de 48 meses.

Por otra parte, durante este año la OTRI del IAC ha trabajado también en conocer las nuevas oportunidades de financiación bajo el próximo Séptimo Programa Marco (2007-2013), nuevas normas de participación y, muy especialmente, las implicaciones que sobre los procedimientos, cómputos de horas y sistema contable del IAC tiene la nueva modalidad de costes que regirá en este nuevo Programa.

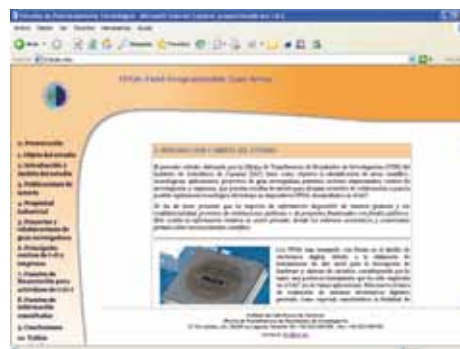
A mediados de año se atendió también la visita de una productora para un programa televisivo de Maderia ("A Nossa Europa" – RTP Madeira), interesada en realizar un reportaje sobre el IAC y los Observatorios de Canarias, y las particularidades y excelencias de esta Gran Instalación en una Región Ultraperiférica, situación geográfica análoga a la de Madeira. Igualmente se atendió la consulta recibida desde el Departamento de Matemáticas e Ingeniería de la Universidad de Madeira, relativa a las visitas a los Observatorios de Canarias, y el interés de esta Universidad en instalar un telescopio en su isla a una altitud similar, y tratar de planificar un plan de visitas para el mismo.

Durante el 2006 se participó también en un encuentro auspiciado por la OCDE y coordinado por la Agencia Canaria de Evaluación de la Calidad y Acreditación Universitaria, en el marco del Proyecto "Supporting the Contribution of Higher Education Institution to Regional Development".

4.b. Red European Northern Observatory (ENONet)

Durante el 2006 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.c. Representación nacional en Comités relacionados con los Programas Marco de I+D

Otras actuaciones durante el 2006 han sido también la representación del IAC en la Comisión de Seguimiento de Representantes de Usuarios del Programa Marco (COSUP), constituida por el Ministerio de Educación y Ciencia, y que persigue potenciar y facilitar el acceso de nuestra comunidad nacional a las oportunidades del FP6.

Un año más, J. Burgos actúa como Punto Nacional de Contacto (NCP) para el Programa de "Infraestructuras de Investigación", dentro del FP6.

5. Actividades de divulgación científica y tecnológica

La OTRI del IAC sigue apostando un año más por la divulgación de la Ciencia y la Tecnología, a través de su plataforma de divulgación científica CANARIAS INNOVA. Durante el 2006 se ha contado con el apoyo del Ministerio de Educación y Ciencia. El 26 de noviembre se emitió el último programa de radio, y se presentó la serie audiovisual UNIVERSSE 2007. Esta Memoria incluye un sobre CANARIAS INNOVA.

J. Burgos participó también durante este año en Comités de Evaluación de Propuestas del Plan Nacional de Difusión de la Ciencia y la Tecnología del Ministerio de Educación y Ciencia.

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.

"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".

"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 más información de esta participación en apartados específicos de esta

Memoria.

Algunos resultados relevantes y actividades

Durante el año 2006, 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/

Durante el 2006 la OTRI del IAC ha continuado con su labor de difusión por toda Europa. Los 22 telescopios involucrados han realizado también actividades de promoción a través de sus respectivos Webs y encuentros científicos.

Asimismo ha participado en varios eventos dirigidos a la comunidad astronómica, destacando su participación en la XXVI Asamblea Internacional de la IAU (Praga, República Checa, agosto 2006) con la presentación de dos póster en el stand de OPTICON, distribución de folletos e información y asesoramiento personalizado a los asistentes.

El Programa de Acceso ha tenido un gran éxito entre la comunidad científica europea durante sus tres primeros años de ejecución. El elevado número de solicitudes recibidas cada año, frente a los recursos disponibles, nos 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.

El Programa de Acceso tuvo un gran éxito entre la comunidad científica europea durante el 2004; se concedió más del 21% del tiempo disponible para los cinco años del programa, aún cuando se dieron las primeras asignaciones bien avanzado el año. Este éxito motivó que se planificara una drástica reducción para el 2005, con objeto de mantener el programa activo hasta finales del 2008.

Durante el 2006 se concedió tiempo de observación bajo OPTICON a 50 nuevos proyectos, por un total de 251,8 unidades de observación (días/noches/horas según telescopio).

244 usuarios de 26 países se han beneficiado de este Programa de Acceso en el 2006, para los

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, Hawaii, USA
CAHA 3,5 m, CAHA 2,2 m	Centro Astronómico Hispano Alemán, Almería, España	UK Infrared Telescope	Mauna Kea Observatory, Hilo, Hawaii
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

OPTICON – OPTICAL INFRARED COORDINATION NETWORK FOR ASTRONOMY
(7E1404, 7E1604, 7E1704, 7E1804, 7E1904, 7E2004, 7E2504, 7E2805)

García, P. Bonet Márquez, J.C. Pérez Arencibia y M. Serra Ricart.

Proyectos de I+D

F. Garzón, J.J. Díaz García, J.L. Rasilla, A. Manescau y J.Z. González Noda 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

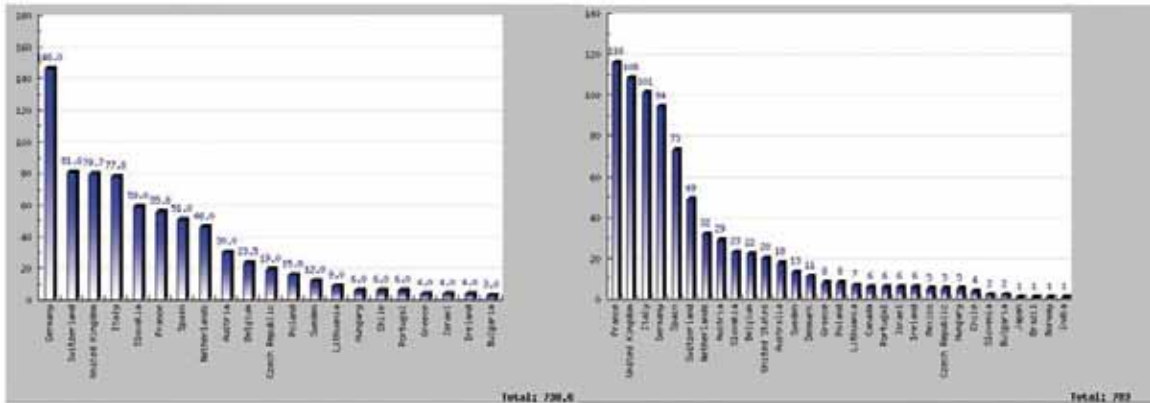
Redes de Coordinación

J. Burgos, A. Sosa, B. Peyró, C. Muñoz-Tuñón, T. Varela, L. Cuesta, P.L. Pallé, R. Rebolo, C. Martín Díaz, B.



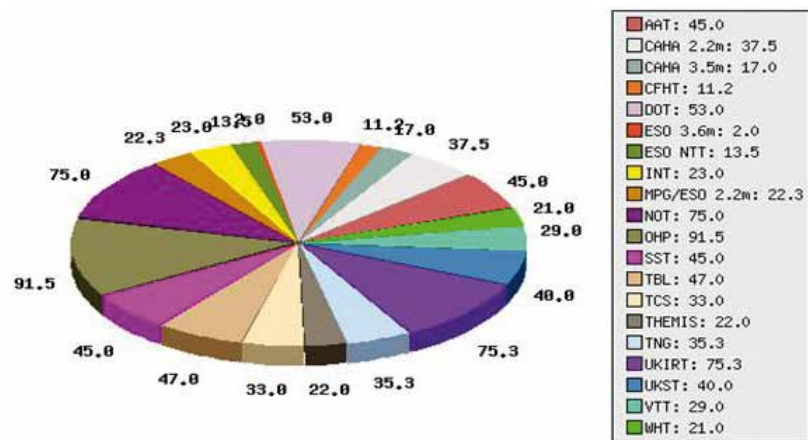
Posters presentados en la XXVI Asamblea Internacional de la IAU.

podrán ser consultados a través de Internet.



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 - 2006.

Número de días/noches de telescopio bajo OPTICON (total 738,6) 2004 – 2006. En el caso de UKIRT las unidades corresponden a horas de telescopio y no a días/noches.



Por último, resaltar que el ORM cuenta ya entre sus instalaciones con el DIMMA y la estación astroclimática en la zona de Las Lajitas. Se espera que la estación DIMMA esté plenamente operativa en la primavera de 2007.

- Desarrollo de un sistema de información conjunta (JIS) para la Comunidad Europea de Física Solar. El desarrollo del JIS se concluyó a finales de 2005, bajo la coordinación de la Universidad de Graz (IGAM, Austria), y la colaboración del Kiepenheuer-Institut für Sonnenphysik (KIS, Alemania) y del IAC. El mantenimiento, actualización y promoción de esta nueva herramienta para la comunidad solar han centrado los esfuerzos de este paquete de trabajo durante este año. En paralelo, se ha difundido esta herramienta a través de diversas organizaciones internacionales como JOSO, EAS y EPS. En la siguiente gráfica se representa el número de investigadores por institución europea que se han dado de alta en el sistema. Más información en: www.solarjis.com

- Promoción de los Observatorios (ORM y OT) al público general. Este grupo de trabajo ha organizado dos reuniones de coordinación durante el 2006; en La Palma y en Tenerife. En estas reuniones se ha establecido un detallado plan de actuación para el período 2006 - 2008, invitando a participar a otras instituciones ubicadas en los Observatorios de Canarias. Entre las acciones conjuntas desarrolladas durante el año, cabe destacar la participación en la organización de las Jornadas de Puertas Abiertas en el OT y ORM, la organización de una exposición itinerante de objetos astronómicos en los aeropuertos de Canarias, la producción de un audiovisual de los Observatorios así como un DVD editado en 5 idiomas con información detallada de las instalaciones y galería de imágenes astronómicas



V reunión de coordinación de ENO-NA2 (junio, Friburgo, Alemania).

que se han concedido 47 bolsas de viaje. Más del 60% de los observadores financiados visitaban por primera vez la instalación y aproximadamente un 30% han sido doctorandos.

Gráficas sobre las estadísticas más relevantes en relación con el acceso proporcionado para el periodo 2004-2006.

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 2006. Destacan en este sentido la participación en un grupo de trabajo para analizar la unificación del sistema de petición de tiempo en los telescopios del Programa OPTICON, un estudio de 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.

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



www.otri.iac.es/na2/weather_observatories.html

ENO

La actividad realizada en el marco de esta red se organiza en cinco paquetes de trabajo bien diferenciados, destacándose las siguientes acciones durante 2006:

- Reuniones de coordinación de ENO. Se han celebrado dos reuniones en junio y septiembre de 2006, coincidentes con las reuniones del Comité Científico Internacional, donde se ha revisado la actividad global realizada en el marco de esta red, recomendando acciones de mejora y actualizaciones al propio programa de trabajo para los cinco años. Se han identificado también nuevas fuentes de financiación, obteniendo fondos complementarios para las actividades del grupo "Public Outreach".
- Desarrollo de un Sistema de Control de Tráfico de Láser (LTCS) en el ORM. Ya se ha realizado el testeado de este novedoso sistema en varios telescopios del ORM y se ha desarrollado un procedimiento para implementar el software en los telescopios que tengan interés en esta iniciativa. 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 prevé finalizar esta actividad durante los primeros meses 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.

Entre las acciones realizadas durante este año destaca, entre otras, la elaboración de un informe de medidas nocturnas de "seeing" con DIMMs, un informe anual de medidas de extinción y polvo, así como un informe anual para el foro de discusión sobre la selección de "Sites".

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 presentes en el ORM y OT.

El grupo de calidad del cielo del IAC, en colaboración con el NOT, ha puesto a punto el primer contador de polvo del ORM, cuyos datos

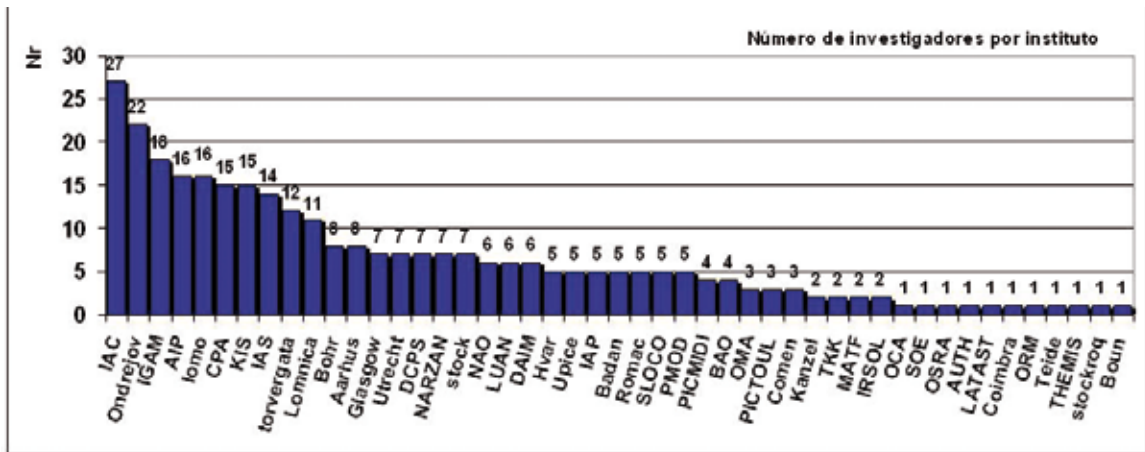
tomadas en ambos Observatorios, la actualización de contenidos en la Web de divulgación de este grupo de trabajo (www.eno.iac.es) y la participación en la Asamblea Internacional de la IAU.

Asimismo, se ha elaborado un plan de trabajo complementario con objeto de lograr un mayor impacto en colectivos de interés prioritario (centros de enseñanza secundaria, asociaciones juveniles y centros de la tercera edad). Este programa contará durante el 2007 con el apoyo del Ministerio de Educación y Ciencia.

A finales de 2006 este grupo de trabajo se ha unido formalmente a la "Washington Charter" y



Exposición en el aeropuerto Reino Sofía (Tenerife), mayo de 2006.



Número de investigadores por institución.

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 XVIII edición - y el programa de Becas de Verano de Iniciación a la Investigación Astrofísica.

El IAC participa activamente en las enseñanzas adscritas al Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna. Se imparten enseñanzas de primer y segundo ciclo en las Facultades de Física y Matemáticas, incluyendo la docencia de las orientaciones de Astrofísica (Facultad de Física) y Astronomía (Facultad de Matemáticas). En el marco de las enseñanzas de tercer ciclo el IAC participó en el programa de título "*Física del Cosmos*" junto al Departamento de Astrofísica el cual fue reemplazado por el Master de Astrofísica a partir del mes de octubre. En este programa, que ha obtenido la Mención de Calidad del Ministerio de Educación y Ciencia, participaron también los departamentos de Física Fundamental II y Análisis Matemático.

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 2006 se impartieron los cursos de doctorado y los seminarios que se relacionan a continuación:

CURSOS DE DOCTORADO

Programa de Doctorado "Física del Cosmos"

"Historia de la Astronomía y Arqueoastronomía"
Dres. J.A. Belmonte Avilés (IAC) y I. Sprajc (Academia de Ciencias de Eslovenia)
Del 9 al 27 de enero.

"El Universo Temprano: teoría y observación"
Dres. J. González de Buitrago Díaz (IAC) y F. Atrio Barandela (Univ. de Salamanca)
Del 9 al 27 de enero.

"Sismología del Sol y otras estrellas"
Prof. T. Roca Cortés y Dr. F.J. Pérez Hernández (IAC)
Del 30 de enero al 17 de febrero.

"Astrofísica con telescopios espaciales"
Dr. I. Pérez Fournon (IAC)
Del 20 de febrero al 10 de marzo.

"Espectropolarimetría en astrofísica"
Dres. J. Trujillo Bueno y R. Manso Sainz (IAC)
Del 10 al 28 de enero.

"Avances en instrumentación astrofísica"
Dres. F. Garzón López y P. Hammersley (IAC)

Del 30 de enero al 17 de febrero.

"Procesos de acreción"

Dres. I. González Martínez-Pais y J. Casares Velásquez (IAC)

Del 13 al 31 de marzo.

"Técnicas de alta resolución para imágenes astronómicas"

Dr. J.A. Bonet Navarro (IAC)

Del 13 al 31 de marzo.

"Turbulencia: teoría, observación y experimentación numérica"

Prof. F. Moreno-Insertis y Dra. C. Muñoz-Tuñon (IAC)

Del 3 al 28 de abril.

"Radioastronomía"

Dres. R. Bachiller García y P. Planesas Bigas (Obs. Astronómico Nacional, Madrid)

Del 4 al 7 y del 17 al 21 de abril.

"Interacción estrellas-medio interestelar"

Dres. A. Mampaso Recio; A. Manchado Torres y R. Corradi (IAC)

Del 2 al 19 de mayo.

"Evolución química del Universo"

Dres. C.A. Esteban López (IAC) y L. Carigi (UNAM, México)

Del 2 al 19 de mayo.

"Astrofísica relativista"

MEMORIA

IAC 2006

183

26 de enero

"Detection of spinning dust with a spinning telescope: COSMOSOMAS observations of the Perseus molecular cloud"

Dr. R.A. Watson (Jodrell Bank Obs./IAC)

31 de enero

"Abundancias químicas en Regiones HII galácticas"

D. Jorge García Rojas (IAC)

9 de febrero

"La búsqueda de planetas extrasolares: Estudio de bisectores en espectros estelares y su relación con velocidades radiales de alta precisión"

D. Aldo F. Martínez (IAC)

23 de febrero

"Proceso de solicitud de tiempo de ESO"

Dr. Fernando Comerón (ESO User Support Dept.)

1 de marzo

"Detection of the effect of cosmological large-scale structure on the orientation of galaxies"

Sres. Conrado Carretero Herraiz y Santiago Patiri (IAC)

7 de marzo

"¿Por qué se están apagando las galaxias?"

Dr. Ignacio García de la Rosa (IAC)

9 de marzo

"Thales de Mileto y las nebulosas simbióticas"

Sr. Miguel Santander-García (IAC)

21 de marzo

"Obtención de la distribución de campos magnéticos en el Sol en calma"

Dr. Itahiza Domínguez Cerdeña (IAC)

28 de marzo

"Cómo leer y modificar un Makefile"

Dra. Esperanza Páez Maña (IAC)

5 de abril

"La formación de planetas: ¿inestabilidades gravitatorias o acreción sobre un núcleo rocoso?"

Dr. Eduardo Delgado Donate (IAC)

18 de abril

"Contrapartidas ópticas de fuentes ultra luminosas de rayos X (ULXs)"

Dr. Carlos Gutiérrez de la Cruz (IAC)

20 de abril

"Hot massive stars at near-infrared wavelenghts"

Dr. Annique Lenorzer (IAC)

25 de abril

"The Stellar Populations in the Sagittarius dwarf

Spheroidal galaxy and its Tidal Streams"

Dr. Lorenzo Mónaco (ESO, Chile)

27 de abril

"GAS: Noches de Servicio del CAT"

Dr. Gabriel Gómez Velarde (IAC)

3 de mayo

"Más allá de la época oscura del Universo: Líneas con desplazamiento al rojo"

Dr. José Alberto Rubiño Martín (IAC)

4 de mayo

"Propiedades de las galaxias en entornos de baja densidad"

Sr. Santiago Patiri (IAC)

5 de mayo

"Feel like at home by knowing your Environment"

Dr. Nicola Caon (IAC)

10 de mayo

"Recientes avances en Astrofísica Molecular"

Dr. Andrés Asensio Ramos (IAC)

11 de mayo

"The Evolution of Massive Galaxies"

Prof. Hans-Walter Rix (MPIA, Alemania)

16 de mayo

"Campos magnéticos en el Sol en calma"

Sra. M. Jesús Martínez González (IAC)

18 de mayo

"Hubble Space Telescope Observes the Light Echo around 838 Monocerotis. (Subtitle: Reflected Glory)"

Prof. Howard E. Bond (Space Telescope Sciences Inst., EEUU)

22 de mayo

"Does the Sun have a sub-solar metallicity?"

Prof. Martín Asplund (Mt. Stromlo Obs., Australia)

26 de mayo

"The Helium abundance: indicators based on stellar observables"

Dr. Santi Cassisi (INAF-Astronomical Obs., Teramo, Italia)

1 de junio

"Modelos cosmológicos: ¿Ficción útil o descripción realista del Universo?"

Dr. Francisco José Soler Gil (Univ. de Bremen, Alemania)

2 de junio

"Emission line studies of thousands of galaxies"

Dr. Grazyna Stásinska (Obs. de París-Meudon, Francia)

6 de junio

Dr. E. Mediavilla Gradolph (IAC)
Del 22 de mayo al 9 de junio.
"Cosmología: modelo estándar y formación de estructuras"
Dr. J.E. Betancort Rijo (IAC)
Del 31 de mayo al 16 de junio.

"Simulación numérica por ordenador en astrofísica"
Prof. J.M. Ibáñez Cabanell y Dr. J.M. Martí Puig (Univ. de Valencia)
Del 12 al 23 de junio.

Cursos impartidos dentro del Master de Astrofísica

- Primer Cuatrimestre: 1er Curso:

"Comunicación de Resultados Científicos y Dinámica de la Astronomía"
Drs. I. Rodríguez Hidalgo y C. del Puerto Varela (IAC)

"Relatividad General"
Dr. E. Mediavilla Gradolph (IAC)

"Mecánica de Fluidos"
Dr. F.J. Pérez Hernández (IAC)

"Métodos de Cálculo en Astrofísica"
Drs. F.J. Pérez Hernández y C. Régulo Rodríguez (IAC)

"Técnicas de Fotometría Estelar"
Dr. F. Garzón López (ULL)

- Segundo Cuatrimestre: 2º Curso:

"Nebulosas Ionizadas"
Prof. A. Herrero Davó (IAC)

"Poblaciones Estelares"
Dr. A. Aparicio Juan (IAC)

"Técnicas avanzadas de programación"
Dr. M.A. de Vicente Garrido (IAC)

"Física del Plasma"
Dr. B. Ruiz Cobo (IAC)

"Diseño y Calibración de Instrumentación Astrofísica"
Drs. R. García López, M. Collados Vera 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 y P. L. Hammersley (IAC)

"Nuevas Fronteras en Cosmología"
Drs. J. González de Buitrago Díaz; J.E. Betancort Rijo (IAC) y F. Atrio Barandela (Univ. de Salamanca)
"Física Estelar Avanzada"
Dr. C. Lázaro Hernádo (IAC)

"Magnetismo y Polarización en Astrofísica"
Drs. J. Trujillo Bueno y R. Manso Sainz (IAC)

"Técnicas de simulación numéricas"
Profs. F. Moreno-Insertis (IAC) y J.M. Ibáñez Cabanell (Univ. de Valencia)

"Exoplanetas y Exobiología"
Drs. E. Martín Guerrero y M. Vázquez Abeledo (IAC)

"Técnicas de Espectroscopia Estelar"
Drs. M.J. Arévalo Morales y J.A. Acosta Pulido (IAC)

Programa de Doctorado de "Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente"

"Exobiología"
Drs. C.A. Esteban López; 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 2006 han tenido lugar los siguientes seminarios:

"Weather in a brown dwarf atmosphere"
Dr. Bertrand Goldman (MPIA, Heidelberg, Alemania)
13 de enero

"V1061 Cygni: Confronting Models of Stellar Evolution for Active and Inactive Solar-Type Stars"
Dr. Guillermo Torres (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU)
17 de enero

"Abundancias químicas en estrellas con planetas: ¿autoenriquecimiento u origen primordial?"
Srta. Alexandra Ecuivillón (IAC)

MEMORIA
IAC 2006
185

21 de noviembre

"Monsters of the Deep: Fishing for the Most Massive Stars with the Gran Telescopio Canarias»"
Prof. Stephen Eikenberry (Univ. de Florida, EEUU)
23 de noviembre

"Estrellas AGBs ricas en Rb"
Dr. Arturo Manchado Torres (IAC)
28 de noviembre

"El Este es un pájaro grande: astronomía y navegación tradicional en las Islas del Pacífico"
Dr. César Esteban López (IAC)
12 de diciembre

"Research at Chicago: Past, Present and Future"
Prof. Michael Turner (Univ. de Chicago, Illinois, EEUU)
13 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 2006 tuvieron lugar los siguientes:

"Radiation hydrodynamics in the Universe"
Prof. Vicent Icke (Univ. de Leiden, Países Bajos)
21 de febrero

"Física de Neutrinos"
Prof. José Bernabeu (Univ. de Valencia)
14 de marzo

"La Biología molecular y su repercusión en la Biomedicina del siglo XXI"
Prof. Margarita Salas (Centro de Biología Molecular Severo Ochoa, Univ. Autónoma de Madrid)
4 de abril

"Secular evolution of barred galaxies and the formation of boxy/peanut bulges"
Prof. Lia Athanassoula (Obs. de Marseille-Provence, Francia)
9 de mayo

"Lithium in the early Universe: signatures of physics beyond the standard model?"
Prof. Martín Asplund (St. Stromlo Obs., Australia)
29 de mayo

"White Dwarfs: The Galactic Fossil Population"
Prof. Jordi Isern (Institut D'Estudis Espacials de Catalunya IEEC)
3 de octubre

"Gravitational Lensing as a Universal Astrophysical Tool: Giant Arcs, Multiple Quasars and Extrapolar Planets"
Prof. Joachim Wambsganss (Zentrum fuer Astronomie, Univ. de Heidelberg, Alemania)
7 de noviembre

"Elliptical Galaxies from Low to High Redshift"
Prof. Alvio Renzini (Obs. de Padua, Italia)
19 de diciembre

BECAS

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:

- Tobías Felipe García (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Simulaciones numéricas de propagación de ondas magnetoacústicas en estructuras magnéticas solares"
Directores: Dres. M. Collados Vera y E. Khomenko.

- Sébastien Comerón Limbourg (Univ. de Barcelona)
Proyecto: "Morphology and physical properties of central Star formation in spiral galaxies"
Directores: Dr. J.H. Knapen y Prof. J.E. Beckman.

- Inés Flores Cacho (Univ. Complutense de Madrid)
Proyecto: "Estudio y caracterización del efecto Sunyaev-Zel'dovich asociado a cúmulos y supercúmulos de galaxias"
Directores: Dres. R. Rebolo López y J.A. Rubiño Martín.

- Adal Mesa Delgado (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Estructura física y contenido químico de las regiones HII: nuevas aportaciones desde la espectroscopia bidimensional y de alta resolución"
Director: Dr. C. Esteban López.

- Julio Alberto Carballo Bello (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Formación jerarquizada y materia oscura en la Vía Láctea"
Directores: Dres. D. Martínez Delgado y R.J. García López.

- Jesús M. Corral Santana (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Búsqueda de agujeros negros galácticos con IPHAS"

- "The IAA-CSIC instrument development activity for Calar Alto and GTC"
Dr. Francisco Prada (IAA)
8 de junio
- "Another planet bites the dust"
Dr. Eduardo Martín Guerrero (IAC)
8 de junio
- "Cómo reducir datos infrarrojos y no morir en el intento"
Dr. José Acosta Pulido (IAC)
14 de junio
- "Studying the vegetation signature in the globally-integrated spectrum of Earth: A benchmark for extrasolar planets"
Dr. Enric Pallé (Big Bear Solar Obs., New Jersey Inst. of Technology, EEUU)
15 de junio
- "Canis Major: David contra Goliat, ¿galaxia enana o Vía Láctea?"
Dres. David Martínez Delgado y Martín López Corredoira (IAC)
20 de junio
- "Búsqueda de Galaxias Primordiales ($z > 7$)"
Dra. Verónica Motta (John Hopkins Univ., Maryland, EEUU)
22 de junio
- "Globular cluster systems: probes of galaxy formation"
Dr. Michael Beasley (IAC)
27 de junio
- "Microquasars and their role as very-high-energy gamma-ray source"
Dr. Marc Ribó (Univ. de Barcelona)
29 de junio
- "The role of atomic and molecular collisions in astrophysics, methods of their calculation, and applications"
Dr. Moncef Rerouich (IAC)
4 de julio
- "Infrared studies of young eruptive stars with ISO, VLT/MIDI and VLT/NACO"
Dr. Agnes Kospal (Konkoly Obs., Budapest, Hungría)
6 de julio
- "Excitation phenomenology of solar acoustic waves"
- Dr. Rosaria Simoniello (IAC)
11 de julio
- "The SSH Túnel of Love"
Dr. Angel de Vicente Garrido y Sr. Carlos Martín Galán (IAC)
12 de julio
- "The ABC of dEs: first results from the MAGPOP-ITP"
Dr. Dolf Michielsen (Univ. de Nottingham, Reino Unido)
26 de septiembre
- "Explosiones Estelares"
Prof. Jordi Isern (Inst. de Estudios Espaciales de Cataluña)
4 de octubre
- Seminario Especial "The Power of Procrastination"
Dr. Jorge Cham (Caltech, EEUU)
5 de octubre
- Presentación de nuevos Postdocs del IAC:
"Estrellas masivas azules: espectroscopia en los rangos visible y ultravioleta"
Dra. Miriam García García
"Dynamics of spiral galaxies using 2D spectroscopy and spectrometry"
Dr. Kambiz Fathi
"Poblaciones estelares en galaxias elípticas y cúmulos globulares extragalácticos"
Dr. Javier Cenarro Lagunas
10 de octubre
- "La Polarización del cielo a frecuencias de microondas: detectabilidad de la componente B de la radiación cósmica de fondo"
Dr. Marco Tucci (IAC)
17 de octubre
- "Observaciones en el infarrojo: regiones HII y galaxias starbursts"
Dr. Leticia Martín Hernández (IAC)
17 de octubre
- "Páginas Web para gente ocupada"
Sr. Jorge Andrés Pérez Prieto (IAC)
25 de octubre
- "Nobel de Física 2006 y el Fondo Cósmico de Microondas"
Prof. Rafael Rebolo López (IAC)
14 de noviembre
- "CGCG 480-022: A distant lonesome merger"
Sr. D. Conrado Carretero Herraes (IAC)

Directores: Dres. J. Casares Velázquez e I. González Martínez-Pais.

Becas de iniciación a la investigación en Astrofísica

El Programa de verano 2005 (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 2006 se concedieron becas de verano a los siguientes estudiantes:

- Judit Bakos (Univ. de Lorand Eötvös, Hungría)
Proyecto: "Measuring radial velocities in extragalactic globular cluster systems with OSIRIS-GTC"
Directores: Dres. M. Beasley y A. Vazdekis Vazdekis.

- Payel Das (Univ. de Oxford, Reino Unido)
Proyecto: "Supercúmulos estelares en galaxias BCDs"
Directores: Dras. Casiana Muñoz-Tuñón y V. Melo"Martín.

- Elisa Delgado Mena (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Descomposición cinemática de la emisión gaseosa en la región de líneas estrechas extendida en la galaxia Seyfert Mrk 78"
Directores: Dres. J.A. Acosta Pulido y B. García Lorenzo.

-Inés Flores Cacho (Univ. Complutense de Madrid)
Proyecto: "OB supergiants at low metallicity"
Directores: Prof. A. Herrero Davó, Dras. M. García García y A. Lenorzer.

- Pablo García Ortega (Univ. de Salamanca)
Proyecto: "Catálogo de grupos compactos hasta redshifts 0.5"
Director: Dr. Carlos Gutiérrez de la Cruz.

- Christoph Alexander Kuckein (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Espectrofotometría solar de alta precisión: determinación del gravitacional redshift- y su dependencia con el ciclo de actividad solar"
Director: Dr. P.L. Pallé Manzano.

- Javier Vargas Medrano (Univ. de Valencia)
Proyecto: "Tracing the shape of the milky way dark matter halo with the Sagittarius tidal stream"
Director: Dr. D. Martínez Delgado.

- Jorge Fuentes Fernández (Univ. de La Laguna)

Proyecto: "La emisión infrarroja de galaxias cercanas en campos SWIRE"
Director: Dr. I. Pérez Fournon.

Programa "Marie Curie Host Fellowships for Early Stage Research Training" financiado por la Unión Europea (FP-6)

- Salvatore Luigi Guglielmino (Obs. de Catania, Italia) (EARA Early State Training in Astrophysics)
Proyecto: "Magnetic flux emergente in the Sun"
Directores: Prof. Fernando Moreno-Insertis y Dr. Valentín Martínez Pillet.

- Markus Rabus (Univ. de Kempten, Alemania) (EARA Early State Training in Astrophysics)
Proyecto: "Estudio de planetas extrasolares por el método de tránsitos"
Directores: Dres. Juan A. Belmonte Avilés y Hans Deeg.

- Laurence Sabin (Univ. de Manchester, Reino Unido) (EARA Early State Training in Astrophysics)
Proyecto: "Discovering faint, extended planetary nebular in the Galactic Plane with IPHAS"
Directores: Dres. Antonio Mampaso Recio y Romano Corradi.

- Antonio Enea Romano (Univ. de Wisconsin, EEUU) (EARA Early State Training in Astrophysics)
Proyecto: "Física de la materia oscura-cosmopartículas"
Director: Dr. Juan E. Betancort Rijo.

Becas con otras fuentes de financiación

XVIII ESCUELA DE INVIERNO

"El Universo en líneas de emisión"

Este año tuvo lugar la decimoctava edición de la Escuela de Invierno de Astrofísica de las Islas Canarias, cuyo título fue "El Universo en líneas de emisión". El IAC contó con el apoyo económico del Gobierno de Canarias así como con la colaboración del Cabildo Insular de Tenerife del Ayuntamiento del Puerto de la Cruz. Se celebró del 20 de noviembre al 1 de diciembre, en el Centro de Congresos del Casino Taoro del Puerto de la Cruz. En esta edición, los cursos fueron impartidos por doce profesores expertos en distintos aspectos relacionados con el Universo en emisión. Se impartieron un total de 40 horas de clase y asistieron 48 participantes de 20 países. Se concedieron 33 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 J. Cepa Nogue y F. Sánchez (IAC), Emilio Alfaro (Inst. de Astrofísica de Andalucía), I. González-Serrano (Univ. de Cantabria), Jesús Gallego (Univ. Complutense de Madrid), M. Sánchez Portal (ESAC). 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:

WHAT EMISSION LINE CAN TELL US?

Grazyna Stásinska, Obs. de Paris-Meudon, Francia

1. Basic physics of ionized nebulae and emission line production

- Ionisation and recombination processes
- Heating and cooling processes
- Line production mechanisms
- Atomic data
- Equilibrium vs. out of equilibrium
- Transfer of radiation
- Photoionization theory in a nutshell
- Photoionization versus shock ionization

2. Diagnostics based on emission lines in the entire spectral range

- Plasma diagnostics: electron temperature, density
- Ionic and elemental abundances - direct methods
- Elemental abundances - statistical methods
- Individual stars - T^* , ionizing fluxes
- Stellar populations - ionizing fluxes IMF, star formation rate

3. Photoionization modelling

- Why do a model?
- Global spectra of spherical nebulae
- Slit spectra of spherical nebulae
- Modelling aspherical nebulae with a pseudo-3D code
- Modelling aspherical nebulae with a full 3D code
- Photodissociation regions
- X-ray spectra

4. Some pending questions and some strategies to solve them Dereddening

- Underlying stellar absorption
- Dust
- Temperature fluctuations
- Chemical inhomogeneities
- Escape of ionizing radiation
- Is photoionization enough?



EMISSION LINE SURVEYS

Mauro Gialvalisco, Space Telescope Science Inst., EEUU

1. Methodology of line surveys

- Historical review
- Typical experimental design and instrumentation
- Sensitivity and systematics

2. Scientific motivations for line surveys

3. Review of past surveys and their results

4. Modern surveys:

- Scientific goals

The identification of galaxies at a given redshift
Targeting specific sources (e.g. Ly α blobs, Ly α emitters)

Constraints to the time line of cosmic reionization

- Results, and their implications

5. Future works

MEMORIA

IAC 2006

189

kinematics

3. Emission-Line Variability and Reverberation Mapping

- Line and continuum variability in AGNs
- Reverberation mapping: technique
- Reverberation mapping: results

Ionization stratification

BLR radius-luminosity relationship

Measuring black hole masses

4. Towards a Coherent Mode

- AGN unification: concepts
- AGN (intrinsic) absorption
- A phenomenological disk/wind model

5. Quasars and Cosmology

- Finding distant quasars (emphasis on emission lines)
- Space density and luminosity function of quasars
- Mass function and cosmic evolution of AGNs and the black hole population

PRIMEVAL GALAXIES

Daniel Schaerer, University of Geneva, Suiza

1. Population III stars and galaxies

- Star formation and the IMF
- Stellar properties: spectra, nucleosynthesis, final stages
- Observable signatures of PopIII and early stellar populations

2. Lyman-alpha physics:

- ISM emission
- Radiation transfer effects
- Dust destruction
- Lessons from nearby starbursts and $z \sim 3$ LBGs
- IGM attenuation, Gunn-Peterson effect
- Proximity effect, source clustering
- Ly α luminosity function and probes of reionisation

3. Distant/primeval galaxies: searches and observations

- Search techniques
- Lyman-alpha emitters
- Deep searches in the field and using gravitational lensing
- $z > 6$ galaxies: current results, ongoing searches and future prospects
- Connections between PopIII stars and: reionisation, the near-IR background, halo stars abundance pattern and others

STAR FORMATION FROM $Z=20$ TO $Z=0$

Piero Madau, UCO/Lick Observatory, EEUU

1. Early structure formation

- Cosmological preliminaries
- Thermal history of the IGM
- Jeans and filtering mass scales

- Evolution of dark matter and baryon fluctuations
- First non-linear objects

2. First light and reionization

- Press-Schechter formalism and the abundance of dark matter halos
- Minihalos, stars, black holes
- Molecular chemistry, fragmentation, and star formation

- 21-cm tomography

3. Radiative and mechanical feedback

- Cosmological reionization
- Propagation of ionization fronts in the IGM
- Propagation of supernova outflows in the IGM.

Metal Enrichment

4. Galaxies at high redshift

- Opacity of the IGM
- Cosmic star formation history
- Semianalytic models of galaxy formation
- Extragalactic background light from UV to FIR

CHEMICAL EVOLUTION

Francesca Matteucci, Obs. Astronómico de Trieste, Italia

1. Chemical evolution of galaxies

- Basic ingredients (nucleosynthesis, IMF, SFR, infall/outflow)
- How to build a detailed model of chemical evolution
- Modelling the Hubble Sequence
- Theoretical cosmic star formation rate and SN rates

2. Interpretation of data

- Spiral galaxies: abundance gradients from HII regions and Planetary Nebula emission lines. Constraints on the formation and evolution of abundance gradients in the Milky Way and in other spirals. Derivation of the star formation rate and gas distribution along disks: constraints on the formation of galactic disks
- Extragalactic HII regions: models and data. Constraints on their star formation history: short and intense starbursts or low and continuous star formation?
- Information from broad emission lines in QSOs: interpretation of data as a function of redshift. $[\alpha/\text{Fe}]$ diagnostic for understanding the QSO chemical evolution
- Abundances in the ICM. Fe production from ellipticals. Comparison between models and observations

TUTORIALES

Sergio Pascual - Angel Bongiovanni Pérez - Bernabé Cedrés Expósito - Héctor Castañeda Fernández - Ana M. Pérez García

GALACTIC OBJECTS

Stephen Eikenberry, Univ. de Florida, EEUU

1. Review of diagnostic optical/IR emission lines
2. Nebular emission lines in the Galaxy
 - HII regions
 - Planetary nebulae
 - Supernova remnants
3. Stellar emission lines in the Galaxy
 - Protostars, YSOs, etc.
 - Be, B[e], and LBV stars
 - Wolf-Rayet stars
4. Compact objects & emission lines
 - Cataclysmic variables
 - Black hole & neutron star binaries
5. Summary and future prospects

AGN/QSO

Bradley Peterson, Ohio-State Univ., EEUU

1. Taxonomy of Active Galaxies
 - Seyferts, Quasars, and Blazars
 - Radio-Loud vs. Radio-Quiet Objects
 - LINERs and related objects
 2. Physics of Active Nuclei
 - Black Holes and Accretion Disks
- Fundamental concepts
Physical evidence
Physical diagnostics
Photoionization modelling
Line profiles
- The Broad-Line Region
- Physical diagnostics
Line profiles and



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

legales vigentes, en particular en lo relativo a la prevención de riesgos laborales, dando apoyo a otros departamentos.

Dentro de la gestión de servicios básicos se encuentran los servicios de vigilancia, recepción, jardinería, cafetería, limpieza y control de legionela, entre otros. En este año 2006 ha habido algunos cambios en las empresas de servicios que trabajan para el IAC.

Dentro de las tareas más relevantes llevadas a cabo por la Gerencia Operacional en el año 2006, destaca el seguimiento de la elaboración del Proyecto y la consecución de las licencias preceptivas para la realización de las Obras de Ampliación del Área de Investigación y Biblioteca en la Sede Central del IAC, en La Laguna, que se llevarán a cabo durante el año 2007. Dichas obras se han adjudicado a la empresa OHL con fecha 20 de octubre de 2006.

Con motivo de la realización de las obras, se han realizado unas adaptaciones y acondicionamientos del espacio disponible en la antigua sala de revistas de la Biblioteca. Esta solución provisional irá evolucionando en varios pasos hasta terminar en las nuevas instalaciones de cafetería y cocina que se están preparando y que se prevé estarán completamente operativas a principios de 2008.

Debido al incremento en la demanda de potencia en la Sede Central, fue necesario negociar la ampliación de potencia contratada durante el 2006. El paso siguiente, que será necesario llevar a cabo cuanto antes, consistirá en el cambio del transformador, con el objeto de que para el periodo 2010-2015, se tenga contratado el doble de potencia que se tenía en el periodo 2000-2005.

Durante 2006 se adjudicó un nuevo Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) más conocido como UPS. El nuevo sistema, del tipo modular, de 80 KVA, permitirá el funcionamiento con corriente limpia y filtrada de servidores y ordenadores en todo momento, incluso durante labores de mantenimiento preventivo o de reparación del mismo.

En relación a la Gestión Medioambiental se ha realizado la siguiente actuación. Se ha contratado a una empresa externa como Gestor de Residuos. Entre otros, actualmente se recogen por gestor autorizado todos los residuos de equipos eléctricos y electrónicos, las pilas, los tubos fluorescentes y todos los residuos generados por el Taller de Mecánica.

FONDO EUROPEO PARA EL DESARROLLO REGIONAL (FEDER)

Mejoras de Infraestructuras científicas y tecnológicas

El IAC ha contado durante el 2006 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 2005 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 2006 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

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.

El crecimiento de la actividad ha ocasionado un aumento considerable de los trámites administrativos y una mayor complejidad en la gestión. Como ejemplo y con referencia al año anterior, durante el 2006 se ha duplicado el importe de la contratación de obras, suministros y servicios.

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 y las auditorias de proyectos.

Además, se ha colaborado en 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.

En relación a las infraestructuras, el pasado ejercicio se continuó con la mejora y actualización del parque informático adquiriendo nuevos equipos informáticos. Asimismo se han mantenido alguna reunión para estudiar alternativas a una nueva distribución de las dependencias del Área.

Con el objetivo de mejorar la organización interna y a fin de poder implantar una base de datos de gestión se ha constituido formalmente un grupo de trabajo interdisciplinar que deberá definir el alcance del problema y la estrategia a seguir.

En cuanto a mejoras de software se ha autorizado el acceso a la aplicación BADARAL3 a través del Portal del Empleado Público.

En cuanto a la formación el personal de la Gerencia Administrativa ha asistido a seminarios relacionados con las funciones de su puesto como son "La Ley de Subvenciones", "Organización de la Administración Pública", "El Registro en la Administración Pública" y "Ley de Contratos de las Administraciones Públicas".

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 e instalaciones; el mantenimiento general del edificio, sus instalaciones y equipos; el mantenimiento de los vehículos; la adquisición de mobiliario y equipamiento general del centro; la gestión medioambiental; la relación con las empresas de suministros, la relación y trámites con las Administraciones Locales y con las Consejerías del Gobierno de Canarias Además vigila que todo lo anterior se haga conforme a las disposiciones

MEMORIA
IAC 2006
193

OBSERVATORIO DEL TEIDE

El día 18 mayo de 2006 se inauguró el telescopio STELLA. Durante todo el año 2006 la instalación ha estado en periodo de pruebas y empezará su plena explotación científica durante el año 2007.

Durante los días 14-15 de julio de 2006, se realizaron unas Jornadas de Puertas Abiertas. La afluencia final fue: viernes 14 julio=500 personas y sábado 15 julio=1.030 personas. En las jornadas participaron:

- Administración del OT y grupo externo de 11 guías.
- Telescopio THEMIS coordinado por el Dr. Bernard Gelly.
- Telescopio VTT coordinado por el Dr. Michael Sigwarth.
- Laboratorio Solar coordinado por el Dr. Pere L. Pallé.
- Telescopio OGS coordinado por el Dr. Miquel Serra-Ricart.
- Telescopios IAC-80 y STELLA coordinados por

el Dr. Alejandro Oscoz.

- Telescopio Bradford coordinado por el 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. Los visitantes fueron entrevistados a la salida mostrando una gran satisfacción. El Observatorio soportó un flujo máximo de visitantes de 2 persona por minuto.

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.

Meses: marzo, abril, octubre y noviembre (13 noches).

- Estudiantes de la Universidad de San Louie Campus Español.

Meses de febrero, mayo y septiembre (7 noches).

- Estudiantes de la Universidad de Southampton (Reino Unido).

Mes de abril (5 noches).

- Estudiantes de la Universidad de Aarhus (Dinamarca).

Mes de agosto (2 noches).

- Estudiantes de la Universidad de Sheffield (Reino Unido).

Mes de abril (8 noches).

- Estudiantes de la Universidad de Liverpool (Reino Unido).

Mes de junio (13 noches).

- Estudiantes de la Universidad de Suffolk (Reino Unido).

Meses de abril, mayo, junio y septiembre (13 noches).

- Estudiantes de la Universidad de Oviedo.

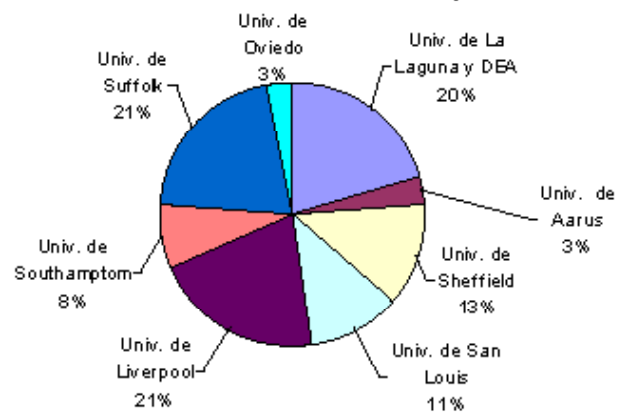
Mes de mayo (2 noches).

Dentro de las actividades de divulgación incluidas en OPTICON se procedió con la instalación de un panel informativo del Observatorio en el Corral del Niño.

Para aumentar la seguridad del transporte entre La Laguna y el OT, se está estudiando y probando un nuevo sistema de seguridad GPS instalado en la flota de vehículos del IAC que se pondrá en servicio durante 2007. Todas las Instituciones Usuarías que lo desean, podrán incluirlas en sus vehículos.

El IAC ha adquirido un vehículo tipo «QUAD» con movilidad en caso de nieve. Con este vehículo se pretende solucionar los problemas de acceso a las instalaciones después de una nevada.

Prácticas astronomía en el telescopio MONS



OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS

con la instalación de seis elementos del espejo primario, además de los espejos secundario y terciario.

- Finalizó la instalación del nuevo DIMMA ubicado entre la Residencia y el GTC. Dicho instrumento está operativo y gestionado por el IAC, medirá las condiciones de *seeing* de una nueva zona dentro del Observatorio.

Otras actividades a destacar fueron:

- Se adjudicó el proyecto de la red de datos de banda ancha (Gbits) que enlazará el ORM, el OT, el CALP, la Sede del IAC en La Laguna y el exterior. Esta red estará operativa a lo largo de año 2007.

-En comparación con el año 2005, se registró un aumento del 5,4% en la ocupación de la Residencia, siendo 26,7% el promedio de ocupación diaria registrado.

- Se instaló un equipo de aire acondicionado en el comedor de la Residencia.

- Se renovó la planchadora industrial existente y se cambió la cristalería de las ventanas en la zona de la cocina, para evitar luz solar directa en la zona de trabajo de dicha área.

- Se evaluaron con detalle el funcionamiento de las depuradoras existentes en el Observatorio y se decidieron las reformas a realizar en las mismas.

- Se activó una suscripción para poder recibir la señal del Canal Plus digital en las dos televisiones de la Residencia.

Con la firma de un Convenio entre el Cabildo Insular de La Palma, el Ayuntamiento de Garafía y el IAC, se avanzó en el proceso administrativo, para la construcción del futuro Parque Cultural del Roque de los Muchachos, que albergará el futuro Centro de Visitantes. Fueron publicadas a lo largo del año, el estudio de viabilidad y las normas sustantivas

El número de visitantes que accedieron a las instalaciones del Observatorio durante el año 2006 fue de 4.769 personas. De ellos, 2.011 lo hicieron a través de alguna de las cinco Jornadas de Visitas Concertadas que se celebraron en los meses de julio y agosto. Es de destacar asimismo la visita de 860 alumnos, correspondientes a 31 centros de Enseñanza Media o Secundaria, de los cuales 340 alumnos pertenecían a centros de la Isla de La Palma. También son destacables:

- La celebración de la NOT Summer School con la participación de 24 alumnos y profesores de distintas universidades escandinavas, durante dos semanas del mes de julio.
- Las visitas de alumnos de las Universidades de verano de la Gomera y de Agaete (Las Palmas de G/C), encuadrados en cursos relacionados con la Astrofísica.
- Las visitas de participantes de diversos Congresos que se celebraron en La Palma: "The Metal Rich Universe", "V838 Monoceros Conference" y el Symposium 241 de la IAU.

Asimismo 21 medios de comunicación nacionales o internacionales grabaron amplios reportajes o documentales sobre el Observatorio y sus instalaciones. En este sentido destacar el rodaje de las cadenas, ZDF, Discovery US, France 3 y TVE.

En materia de divulgación y además de las mencionadas Jornadas de Visitas Concertadas, personal del Observatorio colaboró en diferentes tareas de divulgación realizadas en la Isla de La Palma, entre las que podemos destacar, la Semana de la Ciencia y Tecnología que tuvo lugar en el mes de noviembre y el I Concurso de Astronomía "Fernando Cabrera".

En relación a las obras de nuevas instalaciones telescópicas cabe destacar:

- Concluyeron los trabajos de la obra civil y montaje de la estructura del Telescopio MAGIC II.
- Acabaron las obras para la instalación de una nueva estación transformadora que suministrará energía eléctrica a los Telescopios MAGIC I y II.
- Continúan a buen ritmo las obras del Gran Telescopio CANARIAS GTC, culminando el año

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

La OTPC ha continuado con las labores de inspección y denuncia a instalaciones de alumbrado. Respecto al 2005, este año se ha mantenido el número de inspecciones realizadas y el número de denuncias emitidas y ha aumentado las denuncias resueltas en un 58% y en informes técnicos en un 20%. Igualmente, ha aumentado los registros de salida un 26% (395) y los de entrada un 10% (229). El aumento del 58% en el número de denuncias resueltas se ha propiciado por el envío de oficios coercitivos a los denunciados por parte de la Consejería de Industria.

Se continúa con las mediciones periódicas del fondo del cielo con instrumentación propia de la OTPC (1 en el OT y 3 en el ORM) y de campo eléctrico en el OT.

No ha habido denuncias por invasión del espacio aéreo protegido en ambos Observatorios ni por sobrepasar los niveles de campo eléctrico.

La encuesta externa ha dado un 85% de excelencia (máxima puntuación) en el servicio de la Oficina al exterior (últimos 3 años) aumentando respecto a la anterior, de 2003, en un 56%.

Labores realizadas por la OTPC durante 2006

Divulgación

- Charla para la empresa TNT servicios de ingeniería, 7 de abril.
- Charla para la SOCELEC de iluminación, 15 de mayo.
- Ponencia en la Cumbre de Desarrollo Sostenible CONAMA-8, 30 de noviembre.
- Participación en la conferencia de IIR España "Nuevos Sistemas de Iluminación Urbana", con la ponencia "Cómo controlar la contaminación lumínica para disminuir el consumo energético, las emisiones de CO₂ y proteger el medio ambiente nocturno", 6 de noviembre, Madrid.
- Participación en el Simposium Nacional de Alumbrado del Comité Español de Iluminación, celebrado en Fuengirola (Málaga), del 7-10 de junio.
- Participación en el Comité 50 de la AIU en Praga (República Checa), el 25 de agosto.
- La OTPC representó al IAC el Stand de las OPIS del MEC en CONAMA 2006, 29-30 de noviembre.
- Participación en el Comité Científico Internacional

de la Iniciativa Starlight, 22-23 de noviembre.
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 pruebas del foto multiplicador y un nuevo instrumento de diodo con medición manual.

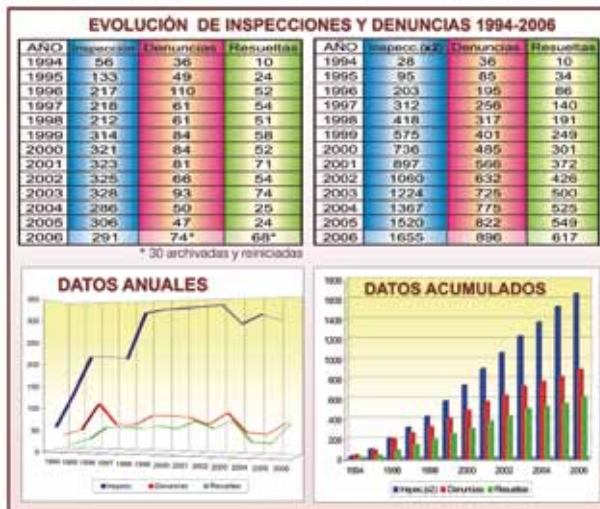
El proyecto del All Sky Cammera se ha ralentizado en ultimar el equipo para el enfoque de la cámara.

Durante 2006 se han realizado 291 inspecciones y 74 denuncias (30 son antiguas reactivadas) y se han resuelto 68 denuncias (30 reactivadas). Se han emitido 182 informes técnicos (71 favorables, 56 con medidas correctoras, 9 desfavorables y 43 peticiones de información). Hasta 2006 se han realizado 3.310 inspecciones y 896 denuncias de las cuales se han resuelto 617 (69%).

No se han solicitado informes técnicos de estaciones radioeléctricas.

La realización periódica de medidas del fondo de radiofrecuencia en ambos observatorios por parte de la Dirección de Telecomunicaciones, se

INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR



*Izquierda:
 Tipología habitual
 de luminarias en
 las instalaciones
 objeto de
 denuncia.
 Derecha:
 Ejemplos de
 luminarias que
 cumplen con la
 Ley del Cielo.
 Gráfico de
 evolución.*



EJECUCIÓN DEL PRESUPUESTO 2006

GASTOS

DESTINO FONDOS (Miles de Euros)

- Personal	9.932,87
- Funcionamiento (suministros y m. fungible)	2.141,52
- Financieros	1,65
- Transferencias corrientes	0,00
- Inversiones reales	4.659,22
- Activos financieros	50,00
- Compras	2.507,86
TOTAL GASTOS	19.293,12
VARIACIÓN FONDO MANIOBRA	6.371,51

FINANCIACIÓN

ORIGEN FONDOS (Miles de Euros)

PRESUPUESTARIOS	14.318,57
- Administración del Estado	10.689,46
- Comunidad Autónoma	3.629,11
OTROS	11.346,06
- Contratos, acuerdos, etc. con financiación externa	7.367,75
- Venta de servicios y otros	3.978,31

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

las instalaciones astronómicas del Observatorio 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 y hasta diciembre de 2006 se han editado cinco números de este boletín.



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.

- XVIII Canary Islands Winter School of Astrophysics "The emission line Universe" (XVIII Edición de la Escuela de Invierno "El Universo en líneas de emisión". Organizada por el IAC contó con el apoyo económico del Gobierno de Canarias así como con la colaboración del Cabildo Insular de Tenerife del Ayuntamiento del Puerto de la Cruz, celebrada en el Centro de Congresos del Casino Taoro del Puerto de la Cruz (Tenerife), del 20 de noviembre al 1 de diciembre.

-"Si quieres, te lo contamos ..." con motivo de la Semana Europea de la Ciencia 2006, el IAC, a través del Gabinete de Dirección, ha organizado y coordinado una serie de actividades de divulgación de la ciencia, celebradas entre el 9 y el 23 de noviembre.



La dirección es <http://www.iac.es/boletinpalma>

CARTELES

El IAC ha editado a lo largo del año 2006 los siguientes carteles:

- Cartel de formación de personal investigador. Un nuevo cartel con la convocatoria anual para cubrir las plazas de astrofísicos residentes,

MEMORIA 2005

El IAC ha editado, en papel y en CD, la Memoria correspondiente al año 2005, 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>

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: 42.670 (39.630 en 2005)
Páginas vistas: 163.030 (154.033 en 2005)
Artículos consultados: 64.470 (53.729 en 2005)
Visualización de vídeos: 3.006 sólo agosto-diciembre (11.559 en 2005)
Visualización imágenes (sólo de artículos): 9.623 (8.902 en 2005)
Reenvíos de artículo: 104 sólo agosto-diciembre (295 en 2005)
Volumen de transferencia: 24,63 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 (México, Chile, Unión Europea, etc.).

Las referencias principales (enlaces origen desde los cuales se accede a www.gtcdigital.net) son de Google.

(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: "Juguetes con física", "Historia de un átomo", "Un mundo extraordinario", "Pirámides muy terrestres", "Tras el rastro de un agujero negro" y "Cuéntame cómo fue el origen del Universo".

La dirección es <http://www.caosyciencia.com/>

Estadísticas:

Número de visitas: 156.061 (125.846 en 2005)
Páginas vistas: 790.218 (751.423 en 2005)
Artículos consultados: 175.918 (119.262 en 2005)
Clips de video descargados: 54.708
Visualización de animaciones: 71.264 (45.383 en 2005)
Visualización de imágenes: 95.923 (88.783 en 2005)
Reenvíos de artículos, imágenes, animaciones, videos: 1.153 (985 en 2005)
Volumen de transferencia: 63.94 Gigabytes.
Origen de visitas: Visitas nacionales e internacionales (Argentina, Chile, Colombia, EEUU, México, Perú, Venezuela, etc.).

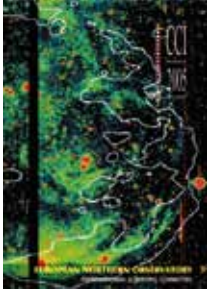
Las referencias principales (enlaces origen desde los cuales se accede www.caosyciencia.com) son de Google, MSN, Yahoo y Directo.

MEMORIA
IAC 2006

199

"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



CCI ANUAL REPORT

La Secretaría del Comité Científico Internacional (CCI) de los Observatorios de Canarias, radicada en el IAC, ha publicado el informe anual correspondiente a 2005 sobre las actividades desarrolladas en estos Observatorios, cumpliendo así una de las funciones establecidas en el Protocolo de Acuerdo de Cooperación en Materia de Astrofísica, firmado en 1979.

Existe una versión digital del CCI Anual Report en la dirección Web <http://www.iac.es/gabinete/cci/anual.htm>

FOLLETO



WEB

El número de páginas visitadas fue de unos 12.000.000.

Mantenimiento de la web vigente y desarrollo de la nueva web

Se continúa con la actualización de los contenidos bajo la responsabilidad de Gabinete de Dirección así como con la coordinación de los responsables de contenidos y edición de cada Área o departamento, mientras se colabora con una empresa externa en la creación de una nueva web con un diseño diferente y un programa de gestión cuyo uso por las diferentes áreas del IAC permitirá la descentralización de gran parte de las actualizaciones.

Se implementan base de datos tanto para las notas de prensa como para las becas y empleos con el objeto de facilitar al usuario el acceso a la información que busca. En el desarrollo de la nueva página de becas y empleos se trabaja conjuntamente con el Área de Administración.

Se revisan y actualizan los contenidos preparados para la nueva web, así como la estructura y navegación establecida inicialmente, ya que al ser estos contenidos vivos, todo cambio en la web vigente afecta a la nueva web y ha de ser incorporado antes de la presentación.

Se presenta la nueva web a nivel interno y se recomienda la necesidad de establecer una fecha

de estreno que permita a todos los implicados priorizar las tareas tanto de su trabajo diario como de aquellos otros proyectos que desarrollan.

Proyectos educativos e iniciativas

Para atender mejor al profesorado de niveles no universitarios se continúan recopilando todos los recursos didácticos on line del IAC dirigidos a este colectivo: <http://www.iac.es/divulgacion.php?op1=18>

Además, en la página <http://www.iac.es/divulgacion.php?op1=17> se hace un resumen de los proyectos educativos y otras iniciativas de divulgación generadas por el IAC.

COSMOEDUCA

Durante el año 2006 se ha comenzado a desarrollar la segunda fase del proyecto Cosmoeduca.

En esta segunda fase se pretende atender a través de un consultorio on-line al profesorado de Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional de todas las asignaturas en relación con la enseñanza y divulgación de contenidos y conceptos del ámbito de la Astronomía.

Para ello, se ha realizado un estudio previo tanto de las necesidades del profesorado como de la plataforma más adecuada para su atención y se ha desarrollado un Portal bajo la plataforma moodle.

Atención externa

Durante el año 2006 se han atendido 160 solicitudes y consultas hechas por distintos colectivos: medios de comunicación, editoriales, instituciones, profesores, estudiantes, aficionados, etc.

Estadísticas

El número total de visitas durante el año 2006 fue aproximadamente 3.500.000 (se ha utilizado el parámetro "/visit/" que indica el número de visitas sin tener en cuenta si un mismo usuario nos visita varias veces).



Se han comenzado a desarrollar nuevos materiales didácticos y a adaptar algunos de los ya existentes.

Colaboraciones de Cosmoeduca

Cosmoeduca ha colaborado 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 la Doctora Carmen del Puerto.

El IAC firma un convenio de colaboración entre el Museo de la Ciencia y el Cosmos y el Proyecto Cosmoeduca.

M á s
información:
[http://www.
i a c . e s /
cosmoeduca](http://www.iac.es/cosmoeduca)



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 204 cartas y correos electrónicos de aficionados, además de multitud de consultas vía página Web, 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.

En el año 2006, el IAC fue noticia en 897 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.

relacionados con la página Web externa del IAC.

- *Karin E. Ranero Celius*, Licenciada en Ciencias Físicas y Psicología por la Universidad de Denver (Colorado, EEUU). Trabajos de apoyo a ediciones, información y divulgación, y de manera especial en actividades ligadas al Programa de aprovechamiento divulgativo y docente de telescopios robóticos.

- *Patricia Ruigómez Lobato*, Diplomada en Diseño Gráfico por el Instituto Europeo de Design (Madrid). Trabajos de apoyo a ediciones, información y divulgación.

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 68 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 1.219 noticias (193 en 2006).

"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 2006 se han publicado los siguientes boletines:

- Enero: "Los cimientos del cielo I" y "Los cimientos del cielo II".
- Febrero: "Una cinta de medir".
- Marzo: "¿Qué es ESO? y "Un secundario muy importante" (con vídeo).
- Abril: "Máscara mascarita" (con vídeo).
- Mayo: "Dureza, resistencia, tenacidad...".
- Junio: "El elegido" (con vídeo y voz en off).
- Julio: "Gran Telescopio CANARIAS: un socio para el descubrimiento" (con vídeo).
- Agosto: "Se cierra el círculo".
- Septiembre: "La sinfonía de Osiris" (con vídeo) y "Frida, del lienzo al detector".

- Octubre: "-SAC-, la opinión de expertos".
- Noviembre: "La noche no se mueve" (con vídeo y voz en off).
- Diciembre: "Ajustes", "Última hora: colocación del primer segmento del espejo primario del Gran Telescopio CANARIAS" (con vídeo) y "Listos para la primera luz: ¡Feliz Navidad!" (con vídeo).

CURSOS ESPECIALES

II Curso INTERDISCIPLINAR DE ASTROBIOLOGÍA: DEL MITO A LA CIENCIA

La astrobiología es una ciencia joven, interdisciplinar, emergente -a pesar de que sus raíces pueden rastrearse muy atrás en la historia- y realmente audaz porque su objeto de estudio, la vida fuera de la Tierra, no está claro que exista. A pesar de ello, la NASA creó en 1998 el Astrobiology Institute, que ha sido determinante en la consolidación de esta nueva ciencia. Pero, lamentablemente, la búsqueda de vida extraterrestre ha sido banalizada con tanta frecuencia que la gente suele oscilar entre un completo escepticismo y la credulidad más absoluta. Probablemente, de conocer que las condiciones que requiere la vida no son, en absoluto, frecuentes en el espacio y que la vida que mejor puede adaptarse a un medio inhóspito no es, precisamente, el ser humano u otros seres análogos a él, sino los organismos más sencillos, la visión que se tendría de los posibles seres extraterrestres divergiría, y mucho, de la actual.

El Museo de la Ciencia y el Cosmos del Cabildo de Tenerife acogió, entre los días 11 y 17 de enero, la segunda edición del curso interdisciplinar "Astrobiología: Del mito a la ciencia". El curso, coordinado por R. Campo, constó de cinco conferencias impartidas por investigadores del IAC y de la Universidad de La Laguna y era convalidable por un crédito universitario.

- "Condiciones de habitabilidad de un planeta" *M. Vázquez* (IAC)
- "Planetas extrasolares" *R. Alonso* (IAC)
- "¿Dónde están? La búsqueda de seres inteligentes en el Universo y la Paradoja de Fermi" *C. Esteban* (IAC)
- "Extraterrestres: de los antiguos griegos a los 'platillos volantes'. La idea de pluralidad de mundos habitados" *R. Campo* (Universidad de La Laguna).
- "Los alienígenas en la ciencia ficción" *H. Castañeda* (IAC).

Curso "INICIACIÓN A LA ASTRONOMÍA" dentro del Programa Universidad para Mayores de la Universidad de La Laguna

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



Dentro de este Programa para Mayores de la Universidad de La Laguna, la investigadora del IAC A. M. Varela impartió dos cursos, de 20 horas cada uno, celebrados en la Universidad de La Laguna.

Curso "CIENCIA Y PSEUDOCIENCIA 2006"

Organizado en el marco de los cursos interdisciplinares 2006 del Vicerrectorado de Extensión Universitaria de la Universidad de La Laguna, el curso "Ciencia y pseudociencia 2006", 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" (del 16 de marzo al 8 de abril) y otro titulado "El individuo, la sociedad y las pseudociencias" (del 20 de abril al 12 de mayo).



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 en 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 formación de periodistas científicos 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.

Tras un proceso de selección, este año han realizado prácticas en el IAC:

- *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 (preparación de guiones literarios, guiones técnicos, storyboards, grabaciones, etc.).

- *Eva Rodríguez Zurita*, Máster de Comunicación Científica de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona. Realizó trabajos de apoyo a ediciones, información y divulgación.

- *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 al programa de aprovechamiento divulgativo y docente de telescopios robóticos.

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 trabajos relacionados con la producción de audiovisuales. Realizó a su vez trabajos de apoyo

enmarcada en la Feria de la Juventud Canarias 2006, organizada por la Dirección General de Juventud del Gobierno de Canarias en Las Palmas de Gran Canaria.

Esta exposición presentaba a las nuevas generaciones algunos de los avances de investigación y tecnológicos logrados en las islas con el fin de fomentar el interés por la ciencia y la tecnología.

Exposición "COSMOCOLOR"

El 3 febrero, en la Casa Prebendado Pacheco de Tegueste, tuvo lugar la inauguración de la exposición fotográfica "COSMOCOLOR", organizada por la Concejalía de Educación y Cultura del Ayuntamiento de la Villa de Tegueste con la colaboración del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Al acto asistieron, por parte de este Ayuntamiento, su alcalde, Vidal Suárez Rodríguez, su concejala de Educación y Cultura, M. de los Remedios de León Santana, y el resto de los miembros de la Corporación. Por parte del IAC acudieron su Director, Francisco Sánchez, y el jefe de Gabinete de Dirección, Luis A. Martínez Sáez. La exposición COSMOCOLOR del IAC pudo verse en noviembre de 2005 en el Palacio Salazar de Santa Cruz de La Palma con motivo de la "Semana de la Ciencia y la Tecnología 2005". Se trata de una exposición que rotará por los distintos municipios de la Isla interesados en este tipo de actividades. En ella se han seleccionado algunas de las mejores fotografías del cielo obtenidas por los astrónomos aficionados que participaron en "Fotocósmica 2004", concurso organizado por el IAC y financiado por el Programa de Difusión y Divulgación Científica y Técnica del Plan Nacional de I+D+I del Ministerio de Educación y Ciencia, con el fin de crear el Banco de Imágenes Astronómicas (BIA) para la divulgación de la Astrofísica.

Los astrónomos aficionados disponen de una gran cantidad de imágenes muy valiosas y de



- Adolescentes (visitas guiadas al Observatorio del Teide, charlas en centros de enseñanza secundaria, etc.)
- Tercera edad (charla en un centro de mayores)
- Público en general y turistas (publicaciones, presencia en ferias, pagina Web, etc.)
- Medios de comunicación (notas de prensa, documentación, imágenes, etc.)

Entre las actividades llevadas a cabo se encuentran

gran calidad. El BIA pretende sumar estas imágenes a las de los centros de investigación, de manera que se convierta en un recurso completo, útil y accesible para centros de enseñanza, medios de comunicación, investigadores y público en general.



En el entorno de la Plaza de San Marcos, en febrero de 2006 durante los días que duró la muestra -a la que acudieron, entre otros, más de 500 escolares de distintos centros del municipio-, también estuvo presente la "Cosmoneta" del



Imágenes de las distintas actividades llevadas a cabo. Arriba a la derecha Vidal Suarez, alcalde de Tegueste y Francisco Sánchez, Director del IAC, en la exposición COSMOCOLOR.



Museo de la Ciencia y el Cosmos, perteneciente al Organismo Autónomo de Museos y Centros del Cabildo de Tenerife. Éste es un vehículo especialmente equipado para acercar los contenidos de la ciencia, a través de experimentos, demostraciones y guiñoles, a escolares y a todas aquellas personas interesadas en pasar un rato divertido aprendiendo.

SEMANA EUROPEA DE LA CIENCIA 2006

El IAC, a través del Gabinete de Dirección, ha organizado y coordinado una serie de actividades de divulgación de la ciencia durante la "**Semana de la Ciencia**", que tuvo lugar en el mes de noviembre.

Las distintas actividades desarrolladas, que han tenido una repercusión altamente beneficiosa para la mejora de la percepción de la Ciencia en la sociedad canaria, se han dirigido a los siguientes colectivos:

- Niños (a través de títeres y cuentacuentos)

El título de las charlas y los investigadores que intervinieron por parte del IAC fueron los siguientes:

- "¿Qué es esa cosa llamada Ciencia?" *I. Rodríguez Hidalgo*
- "¿Estamos cambiando el clima?" *M. Vázquez*
- "El origen del Universo" *B. Ruiz Cobo*
- "Historias de Marte" *M. Vázquez*
- "La comunicación de los resultados científicos" *R. García López*
- "Pirámides de Güímar: realidades y mitos" *C. Esteban*
- "Astrología para incrédulos" *I. Rodríguez Hidalgo*

OTRAS



ACTIVIDADES

PRESENCIA EN "AULA 2006"

El IAC estuvo presente en el Salón Internacional del Estudiante y de la Oferta Educativa "Aula 2006", que se celebró en el Parque Ferial Juan Carlos I de Madrid, entre el 8 y el 12 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. El IAC mostró en esta feria, a través de material expositivo y del asesor científico del Gabinete de Dirección, Luis Cuesta, su oferta educativa y de divulgación.



Exposición "CANARIAS INVESTIGA"

El IAC estuvo presente en la exposición "Canarias Investiga", que tuvo lugar del 17 al 19 de mayo,



las siguientes:

Títeres "Las estrellas y el Rey" (La Palma)

En colaboración con los Centros de Enseñanza de Profesores de Santa Cruz de La Palma y de los Llanos de Aridane y los ayuntamientos de los Llanos de Aridane y Garafía se organizaron varias representaciones de títeres



dirigidas a la población infantil de la isla. Los objetivos de estas funciones de títeres fueron, entre otros: prestar atención en la Semana de la Ciencia a la sociedad palmera, promocionar el GTC y concienciar a los niños de la importancia de La ley de Protección del Cielo.

Estas representaciones corrieron a cargo del Grupo de Teatro "Tal Cual Troupe", responsable del guión y adaptación de la obra "Las estrellas y el Rey", a partir de una idea original de Natalia R. Zelman, del IAC.



Las distintas funciones tuvieron lugar en los municipios de Santa Cruz de La Palma, Garafía y de Los Llanos de Aridane. Asistieron a las funciones, siete en total, más de mil niños a los que se repartió también un comic de temas astronómicos, "Gravedades cósmicas - problemas de espacio", elaborado para la ocasión.

"Feria de la Ciencia de la Orotava" (Tenerife)



El público infantil tinerfeño, pudo disfrutar además en "La Feria de la Ciencia" organizada por el municipio de La Orotava el día 19 de noviembre de varias actuaciones de una cuentacuentos basadas en el mismo guión de los títeres "Las estrellas y el Rey".

Se impartieron varias charlas divulgativas sobre el proyecto Banco de Imágenes Astronómicas (BIA) donde se trataron temas de astronomía general, con apoyo de imágenes del BIA (partiendo de la Tierra, La Luna, los planetas, cometas, asteroides, y más allá del Sistema Solar, cúmulos, nebulosas, galaxias, etc.).

Un astrofísico realizó varias visitas virtuales a los Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos y explicó tanto las instalaciones telescópicas como la ciencia que hacen posible.

Se calcula que pasaran por el stand aproximadamente 8.000. Se entregaron a los visitantes folletos de proyectos educativos, el comic y otro material informativo sobre el IAC.

Charla para la tercera edad

Antonia M. Varela, investigadora del IAC, impartió una charla en la Asociación de la Tercera Edad de Tegueste titulada "Un viaje desde Canarias hasta los confines del Universo". En la charla se habló



de la calidad de los Observatorios del IAC y de la importancia de la ubicación en Canarias del GTC que nos permitirá llegar a los confines del Universo.

MEMORIA
2006 IAC

206

La charla tuvo un alto nivel de asistencia y participación, una hora de charla prevista se convirtió en tres.

Charlas en centros de enseñanza de secundaria

Durante la mañana del 14 de noviembre tuvo lugar la visita de la Cosmoneta del Museo de la Ciencia del Cosmos al IES San Matías (La Laguna, Tenerife). El Museo y el IAC acercaron sus talleres científicos

a los estudiantes de la ESO.

Por la noche, se instaló en el centro un planetario que, junto con su telescopio, permitió una observación astronómica guiada por un astrofísico para los estudiantes. La observación se cumplimentó con una charla sobre efemérides astronómicas más próximas y astronomía general.

Durante la mañana del 15 de noviembre se llevaron a cabo talleres científicos dirigidos a los alumnos de Bachillerato del IES de Granadilla (Tenerife Sur).

Visitas al Observatorio del Teide

es uno de los que valorará la Agencia Europea del Espacio (ESA) para la misión Aurora, un proyecto de la ESA para la exploración del Sistema Solar a largo plazo. Tras la presentación del proyecto a los ingenieros del IAC y a los medios de comunicación, tuvo lugar una exhibición del funcionamiento del "rover" en los alrededores de las instalaciones del Observatorio del Teide.

El equipo de "EADS Astrium" eligió el Parque Nacional de Tenerife por el paisaje, con gran variedad de arena y rocas de distintas texturas, y por estar situado por encima del mar de nubes, permitiendo una mayor estabilidad climatológica y unas condiciones de sequedad similares a las del planeta Marte. Lester Waugh, ingeniero de sistemas y director del proyecto, no descarta volver a Tenerife a realizar más pruebas de campo y espera seguir contando



Los jóvenes premiados en el Concurso de Astronomía "Fernando Cabrera", recogiendo el Premio y de visita a las instalaciones del GTC, en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma).



de distancia, o viajar hasta la galaxia NGC1300, a ¡¡¡700 trillones!!! de km de nosotros. Este paseo por el Cosmos estaba guiado por textos explicativos

con la colaboración del IAC, al que agradeció el apoyo logístico prestado por haber podido disponer en el Observatorio del Teide de un lugar de almacenamiento, líneas de datos de alta velocidad y electricidad para el recargo de baterías, además de haber facilitado la tramitación administrativa de los permisos necesarios.

El rover en el Observatorio del Teide durante la exhibición.

Campaña mundial de observación del cielo

Entre los días 22 y 29 de marzo se puso en marcha el proyecto "GLOBE at night", una campaña, desarrollada en todo el mundo y apoyada por el IAC, cuya finalidad es observar y registrar la magnitud de las estrellas visibles como una manera de medir la contaminación lumínica en un lugar determinado.

Esta contaminación se produce por el reflejo de la luz artificial en las partículas del aire, de forma que dificultan la observación del cielo nocturno.

La información de los participantes se ingresó en una base de datos en Internet, de manera que se pudo documentar el cielo nocturno visible entre los días en los que se llevo a cabo el proyecto.

"GLOBE at Night" es una colaboración entre The GLOBE Program, the National Optical Astronomy Observatory (NOAO), Centro de Apoyo a la Didáctica de la Astronomía (CADIAS), Windows to the Universe, and Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI).

"Astrofotografía: Un paseo por el Cosmos"

Entre el 27 de enero y el 12 de marzo, el Museo de la Ciencia y el Cosmos acogió la exposición "Astrofotografía: un paseo por el Cosmos", de Luis M. Chinarro, observador astronómico del Observatorio del Teide, del IAC.

La muestra pretendía acercar al visitante a las maravillas del firmamento, y le invitaba a contemplar el inmenso reino natural del que nació nuestro planeta hace unos cinco mil millones de años. En cuarenta espectaculares fotografías se podían contemplar objetos como nuestra Luna, a "tan sólo" 385.000 km



OTRAS NOTICIAS

Premios del Concurso de Astronomía "Fernando Cabrera"

El pasado 25 de mayo tuvo lugar el acto de entrega de los Premios del Concurso de Astronomía "Fernando Cabrera", un certamen creado en 2005 por el Cabildo Palmero y la Agrupación Astronómica Isla de La Palma en homenaje al joven científico fallecido en 2001. La finalidad de este concurso es fomentar la afición por la Astronomía entre los más jóvenes y está dirigido a alumnos de Primaria, Secundaria o Ciclo Formativo de Grado Medio y Bachillerato o Ciclo Formativo de Grado Superior. Los alumnos de Primaria concursan con dibujos o murales y el resto con trabajos de redacción.

Se han premiado los tres mejores trabajos de cada una de las categorías, cuyos autores han recibido telescopios, prismáticos y diverso material astronómico; además, los jóvenes han realizado una visita al Observatorio del Roque de los Muchachos y a algunos de sus telescopios; finalmente, la Agrupación de Astrónomos Aficionados de La Palma ha premiado a los jóvenes con dos sesiones prácticas de observación, tanto diurna como nocturna, a través de telescopios de la agrupación palmera.

El jurado ha estado constituido por miembros de las entidades colaboradoras: Cabildo Insular de La Palma, CajaCanarias, Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), Centros de Formación del Profesorado, Universidad Nacional a Distancia (UNED) y Agrupación Astronómica Isla de La Palma (AAP).

Pruebas del rover de "ExoMars" en el Observatorio del Teide

El pasado 13 de mayo, en una rueda prensa celebrada en el Observatorio del Teide (Tenerife), del IAC, se presentaron los resultados de las pruebas de movilidad realizadas durante esta semana con el vehículo espacial rover de "ExoMars" en el Parque Nacional del Teide. Este prototipo, desarrollado por ingenieros de la compañía espacial inglesa "EADS Astrium",



consultados, y su presencia en radio, Internet, exposiciones y televisión, CANARIAS INNOVA es, hoy por hoy, una de las mejores referencias y más completa sobre Ciencia y Tecnología en Canarias.

CANARIAS INNOVA, como plataforma de divulgación en todos esos formatos, ha contado durante el 2006 con el apoyo del Ministerio de Educación y Ciencia a través del Programa Nacional de Fomento de la cultura científica y tecnológica.



Algunos resultados relevantes y actividades

1. CANARIAS INNOVA – radio

Durante el 2006 se han emitido 47 nuevos programas de radio y 39 reportajes. En total, más de 2.000 minutos dedicados a tratar temas tan distintos como los mitos de la mente, volcanes, los antibióticos, Astronomía, la gestión de residuos, etc.

CANARIAS INNOVA ha prestado también especial atención durante este año a temas de gran repercusión social; programas sobre el impacto medioambiental derivado de la construcción de grandes proyectos urbanísticos, adiciones sociales, polvos curativos, reproducción asistida, o la gripe aviar, son algunos de estos ejemplos.

*Último Programa de Canarias Innova
Equipo del programa en su último día de emisión,
26 noviembre 2006.*

El 26 de noviembre de 2006 CANARIAS INNOVA se despidió en antena con su programa número 300. Fue durante el mes de abril de este año, ante la posibilidad de solicitar de nuevo la ayuda del Ministerio de Educación y Ciencia para una nueva temporada durante el 2007, cuando el equipo del programa decidió, principalmente por motivos personales, y también con la intención de hacer un alto en el camino, no hacerlo y concluir con los compromisos adquiridos para el 2006. A finales de año, debido a la reestructuración que se produjo en RNE a nivel de todo el país, el programa pasó a tener una duración de 30 minutos en vez de los 50 minutos semanales habituales. Si bien, la decisión de emitir el último programa durante el 2006, coincidente con ese programa número 300, y despedirse así de los oyentes, había sido tomada hacía tiempo y no es atribuible a la cadena, que siempre ha mostrado su compromiso con este programa de divulgación científica y su interés en ofrecer una franja horaria para garantizar su continuidad.

Este último programa tuvo un marcado espíritu conservacionista. Tres científicos hablaron de los serios problemas que amenazan el cielo de nuestras Islas, nuestro territorio y nuestros mares. Por supuesto, reservamos también un destacado espacio para agradecer la colaboración de muchas personas que han hecho posible una singladura de 300 programas, con un sinfín de actividades paralelas.

Una de las mejores referencias sobre Ciencia y Tecnología en Canarias

Las siguientes gráficas, actualizadas para el período 2000–2006, reflejan la variedad de los contenidos tratados por nuestro programa de radio (Gráfico I), desde sus inicios, así como la temática de los reportajes emitidos (Gráfico II).

2.



CANARIAS INNOVA – Internet

Durante el año 2006 hemos seguido actualizando nuestra página de Internet (www.canariasinnova.es) dotándola de muchos más contenidos y utilidades para nuestros oyentes y amantes de la ciencia en general.

En él, además de poder encontrar todos los programas de radio en formato MP3 desde el año 2000, se han incorporado los nuevos contenidos audiovisuales para televisión, juegos, etc. Para hacerlo aún más sencillo, seguimos manteniendo la sección "Archipiélago de Ciencia"; un buscador que permite al usuario conocer los programas y reportajes emitidos más relacionados con su isla, así como los enlaces de los centros de I+D que allí se encuentran.

La página sigue contando con su foro, un "chat", servicio semanal de envío de novedades (más de 500 usuarios, a los que se les han hecho llegar más de 500 noticias de actualidad científica durante el 2006), imágenes de la emisión de nuestros programas y un potente buscador que permite acceder de manera inteligente a la información buscada. Tanto los archivos sonoros de los

programa complejo en su producción, pero que acerca el mundo de la Ciencia y la Tecnología al oyente de una forma sencilla y amena. Detrás de esta iniciativa se encuentran el IAC, a través de su Oficina de Proyectos Institucionales y Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) y Radio Nacional de España en Canarias (RNE).

Seis años después CANARIAS INNOVA ha conseguido abrirse un hueco importante en los medios de comunicación de nuestro Archipiélago, con una audiencia estimada de 150.000 - 200.000 oyentes repartidos por todas las islas. Se han emitido en total 300 programas y 312 reportajes, para los que se ha contado con la colaboración de unos 500 expertos de prestigio.

Durante los últimos años CANARIAS INNOVA ha afrontado nuevos retos con la producción de nuevas ideas en otros formatos y medios de comunicación: exposiciones, documentales, concursos y vídeos para televisión. Por la rigurosidad en el tratamiento de los contenidos, la variedad de temas abordados, los expertos

CANARIAS INNOVA – PLATAFORMA AUDIOVISUAL DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA (7E0406)

J. Burgos Martín, J. Quintero, I. Rodríguez Hidalgo e I. Fernández Fuarros.

J. J. Martín Suárez (Cienciamanía), Equipo de realizadores (RNE).

Introducción

CANARIAS INNOVA empieza su andadura el 2 de julio de 2000 como un programa radiofónico sobre ciencia y tecnología. Su emisión semanal en Radio Nacional de España en Canarias (RNE) ha permitido llegar a un público cada vez más numeroso, y más interesado por la temática variada de los distintos programas. Un tema central, sobre ciencia y tecnología en cualquier área de conocimiento, noticias de actualidad, reportajes, secciones fijas, efemérides, preguntas para los oyentes, etc., son los ingredientes de un

Gráfico I

Áreas de conocimiento abordadas 2000 - 2006

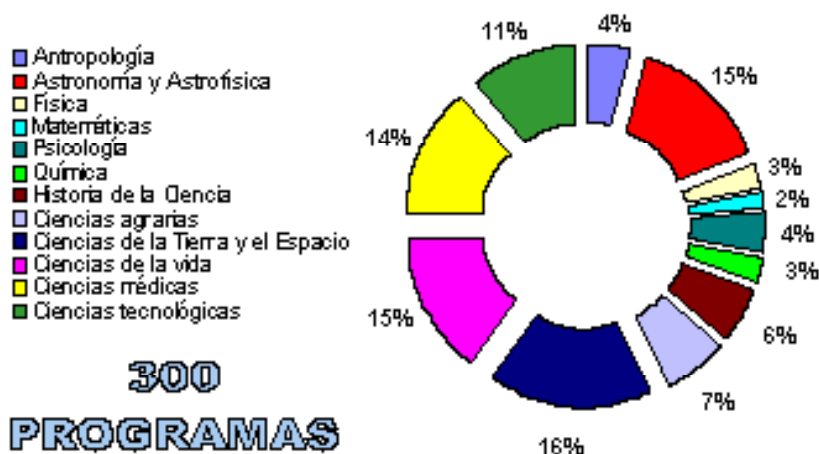
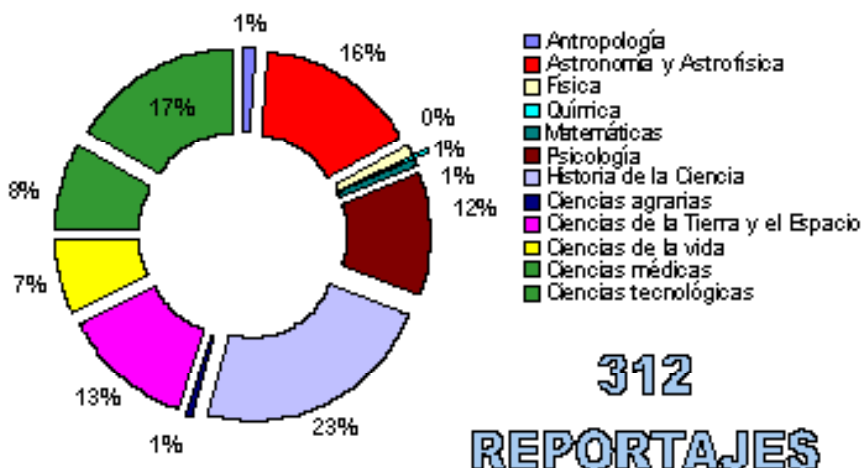


Gráfico II

Temática de los reportajes emitidos 2000 - 2006



programas, su ficha resumen, los reportajes y los expertos invitados, son datos correlacionados en la página de Internet, alimentada por una base de datos, de forma que se permite acceder a la información desde cualquiera de estas entradas.

Con motivo del final de emisión de CANARIAS INNOVA, se ha adaptado el portal Web, informando sobre el final de actividad semanal en la radio, pero permitiendo el acceso a todos los productos que se han llevado a cabo durante estos seis años de trabajo.

Se mantiene también el portal de accesibilidad especial, diseñado de forma específica para personas con discapacidad (movilidad reducida, invidentes, etc.).

3. CANARIAS INNOVA – audiovisuales

"Cielo, Mar y Tierra de Canarias" – Televisión

Se trata de un audiovisual, de unos 45 minutos de duración, que combina imagen real con infografía, tomas con grúa, *steadycam* e imágenes aéreas, producido y montado durante el 2005. La presentación del audiovisual se realizó el 17 de noviembre de 2005, y se ha emitido para toda Canarias durante el mes de marzo de 2006, a través de la Televisión Autónoma de Canarias. Se han distribuido también más de 5.000 copias DVD de forma gratuita durante el 2006.

Este audiovisual ha contado con financiación del Ministerio de Educación y Ciencia, con la colaboración del Gobierno de Canarias, y con el patrocinio de la cadena hotelera Sol Meliá en Canarias y de la compañía naviera Fred Olsen.

CANARIAS INNOVA TV

Durante el 2005 se produjo también una serie de 20 microespacios (2-4 minutos cada uno) para televisión sobre diferentes aspectos de ciencia y tecnología en Canarias. Creemos que éste es uno de los formatos más acertados a la hora de llegar a los espectadores.

La Televisión Autónoma de Canarias emitió estos microespacios durante el periodo mayo-diciembre 2006, tanto para Canarias como para todo el mundo, a través de su canal internacional y del nuevo canal de Televisión Digital Terrestre. Durante el último trimestre de 2006 se emitió también a través de la cadena local TEIDEVISIÓN. A finales de año se hizo una distribución de 2.000 DVDs.

"UNIVERSE 2007"

El nuevo y último producto audiovisual de CANARIAS INNOVA realizado durante el 2006 ha sido UNIVERSE 2007. Hemos querido despedirnos con una serie específica sobre astrofísica. 18 capítulos cortos (de minuto y medio cada uno), utilizando únicamente animación 3D, de fácil incorporación en las cadenas de televisión. Durante el 2007 se está negociando también su emisión a través de cine, como micro-espacio anterior a la proyección de la película.

La serie se ha realizado sin locución, pero con banda sonora y breves mensajes sobreimpresos. Se ha realizado en versión castellana e inglesa. La versión inglesa se distribuirá también a través del grupo de trabajo "Public Outreach" del Proyecto OPTICON, integrado por representantes de las instituciones con instalaciones telescópicas en Canarias. De esta forma se posibilitará su difusión en esos países.

Los títulos de la serie son:

- 1.- Nace una estrella
- 2.- Saturno
- 3.- Marte
- 4.- Júpiter, el gigante
- 5.- Venus, un infierno
- 6.- Mercurio
- 7.- Urano
- 8.- Neptuno
- 9.- Galaxias (morfología)
- 10.- Nebulosas planetarias
- 11.- Cúmulos estelares
- 12.- La Luna
- 13.- Fases lunares
- 14.- Cometas
- 15.- Nebulosas
- 16.- El Sol
- 17.- Vía Láctea
- 18.- Viento Solar

Se han realizado también más de 2.000 copias en formato DVD para su distribución gratuita.

Año Heliofísico Internacional 2007. VIENTO SOLAR

Con motivo de la celebración durante el 2007 del Año Heliofísico Internacional, CANARIAS INNOVA ha producido en el 2006 una versión extendida (cinco minutos de duración) de su capítulo de la

VISITAS ORGANIZADAS A LAS INSTALACIONES DEL IAC

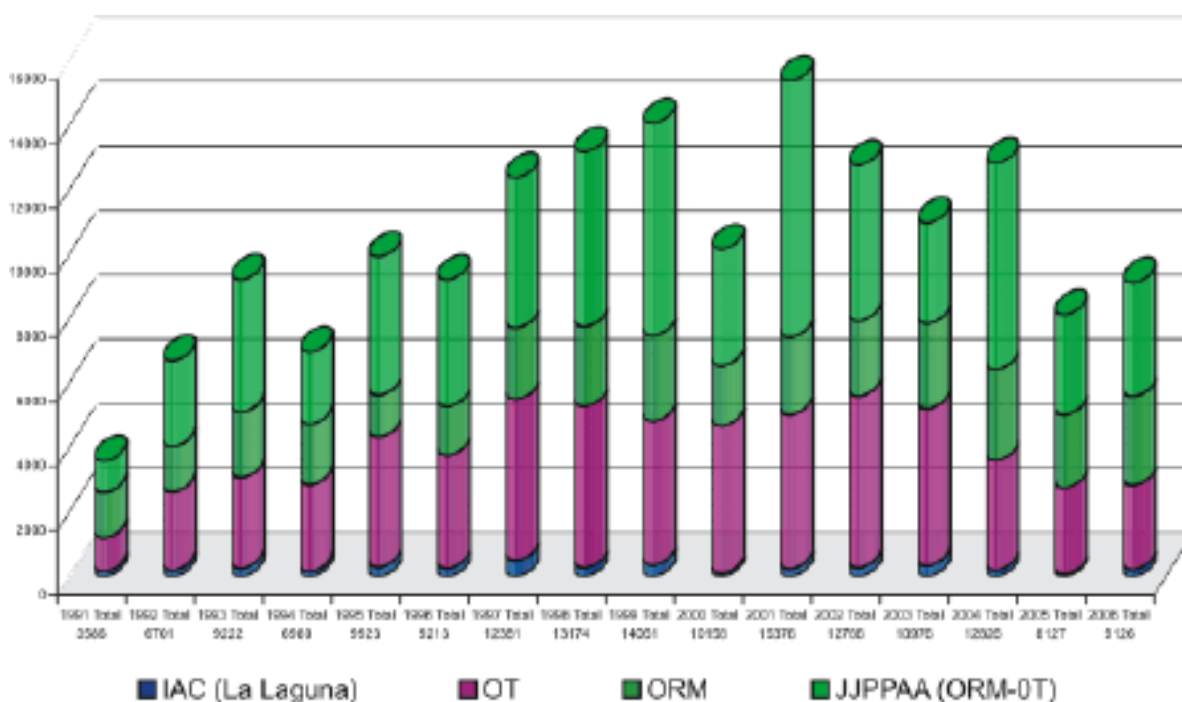


En el año 2006 visitaron el IAC un total de 9.126 personas entre alumnos de diferentes centros de enseñanza, participantes en congresos, equipos de filmación y particulares. El Observatorio del Teide recibió 4.142 visitantes, de los cuales 1.530 visitaron el OT en Jornadas de Puertas Abiertas, y el del Roque de los Muchachos 4.769, de los cuales 2.011 visitaron el ORM durante las "visitas concertadas" y Jornada de Puertas Abiertas. La propia sede del IAC, el Instituto de Astrofísica, recibió 215 visitantes.

Jornadas de Puertas Abiertas en el Observatorio del Teide

Los días 14 y 15 de julio, se organizaron, con financiación de la Red Europea OPTICON, unas Jornadas de Puertas Abiertas en el OT. En estas Jornadas pudieron visitarse los telescopio THEMIS, VTT, OGS, IAC-80, Bradford y STELLA. En total asistieron 1.530 personas.

**Evolución de las visita a las instalaciones del IAC
(1991 - 2006)**



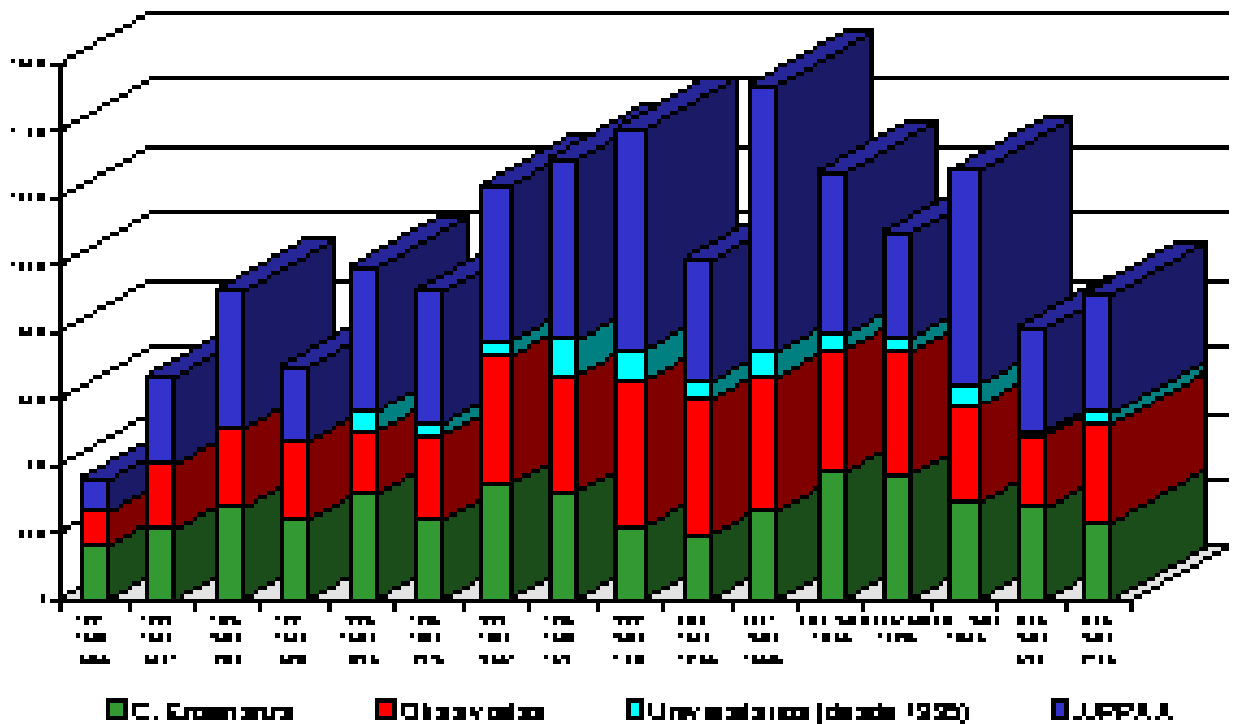
"Visitas concertadas" al Observatorio del Roque de los Muchachos

El número de visitantes que accedieron a las instalaciones del Observatorio durante el año 2006 fue de 4.769 personas. De ellos, 2.011 lo hicieron a través de alguna de las cinco Jornadas de Visitas Concertadas que se celebraron en los meses de julio y agosto. Es de destacar asimismo la visita de 860 alumnos, correspondientes a 31 centros de Enseñanza Media o Secundaria, de los cuales 340 alumnos pertenecían a centros de la Isla de La Palma. Estas jornadas, financiadas por la Red Europea OPTICON, consistieron en una charla de media hora en uno de los helipuertos con explicación detallada de la historia, características e instalaciones del Observatorio, así como una visita, según los días, a los telescopios MAGIC, WHT, TNG, NOT, Liverpool y MERCATOR.

Jornadas de Puertas Abiertas para el municipio de Garafía

El 18 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. En total asistieron 150 personas.

Evolución de los distintos tipos de visita a las instalaciones del IAC (1991 - 2006)



SERVICIOS INFORMÁTICOS COMUNES (SIC)

Los objetivos de los Servicios Informáticos Comunes (SIC) durante el año 2006 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 y gestión.
- Integración de aplicaciones de base de datos para el IAC.
- Puesta en marcha del nuevo sistema de comunicaciones entre los Observatorios y el 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 movimiento 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, este año se ha puesto en marcha 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 Departamentos las siguientes tareas y proyectos.

Departamento de Software y Sistemas (DSS)

Durante este año se acometieron varias actualizaciones de sistemas operativos, y al mismo tiempo de las diferentes aplicaciones que están instaladas en los mismos. En el caso de Windows migramos a su última versión que es Windows XP, además incluimos el Microsoft Office 2003 con las mejoras en facilidad de uso. El número de máquinas de sobremesa actualizadas con Windows fue de 202.

También actualizamos Linux al sistema Redhat Enterprise 4, que incluye grandes cambios en el reconocimiento de los diferentes dispositivos externos. El número de máquinas de sobremesa actualizadas fue de 267. También se ha cambiando la distribución de Linux para los portátiles el sistema, y actualmente se usa Fedora.

También se han actualizado 42 portátiles, de forma que durante todo el año 2006 el número de

Una de las grandes mejoras ha sido la actualización del Microsoft Systems Management Server (SMS) a la versión 2003 para máquinas con Windows. Con la que ha mejorado la potencia del inventario hardware y software, y de los informes que presenta. Además ha mejorado la distribución automática de software, y ya existen bastantes aplicaciones incluidas en el repertorio.

Se ha instalado el Microsoft Windows Server Update Services (WSUS) que sirve para "parchar" los sistemas Windows, y está en producción sin impacto sobre los usuarios.

Con la colaboración de todas las Áreas del IAC se ha podido adquirir un sistema de almacenamiento centralizado, que podrá albergar mucha de la información que se maneja en el IAC. No sólo se ha comprado un sistema redundante a fallos, sino que hay un sistema de copias de seguridad muy avanzado.

Para los servidores Windows se ha desarrollado



con menos privilegios para los visitantes.

Durante este año se ha puesto en producción el radioenlace entre la sede central del IAC en La Laguna y el Departamento de Astrofísica, en la Facultad de Físicas, con un ancho de banda máximo de 24Mbps. Este radioenlace funcionará como vía alternativa de conexión cuando se recupere la fibra óptica facilitada por la ULL y que permitirá conectarnos a 1 Gbps.

Se ha ampliado la capacidad de comunicación a través de videoconferencia dotando al IAC de dos equipos nuevos, uno situado en Subdirección y otro en la Sala pequeña de reuniones del Área de Instrumentación. De esta forma se facilita la intercomunicación entre las distintas sedes del IAC y se satisface la demanda de medios de comunicación audiovisual con el exterior.

Departamento de Base de Datos (DBD)

- Actualización de la infraestructura de Oracle: Adquisición, instalación y configuración de servidores nuevos para la BD Oracle. Actualización de la versión de Oracle.

- Revisión de la estrategia de seguridad de los servidores de bases de datos del IAC: copias de respaldo, estrategias de recuperación y

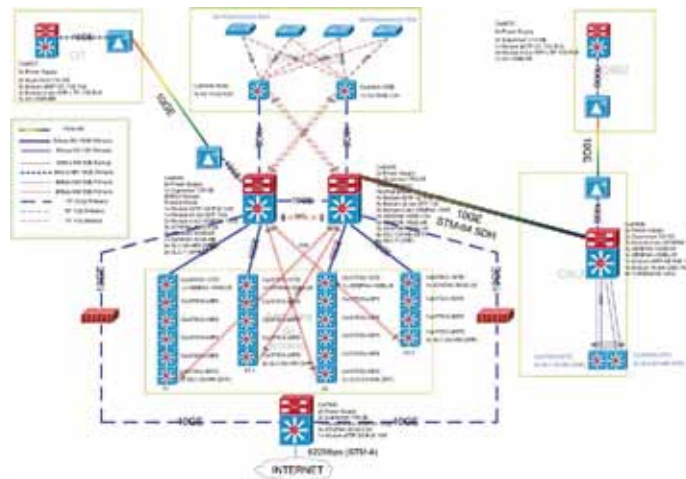
- Colaboración en proyectos: Proyecto de Certificados Digitales; proyecto integrado de Nóminas y RRHH; Microsoft Project Server 2007; apoyo técnico a Administración de los Servicios Generales en la búsqueda de software de gestión integrada del IAC; infraestructura del Servicio WEB.

- Búsqueda de aplicaciones: Asesoría para adquisición de software de Registro y Gestión Documental para el ORM. Búsqueda de aplicación de reserva aulas para la colaboración con Instituciones Usuarias.

- Apoyo a las Áreas: Proceso bianual del Comité de Asignación de Tiempos CAT, del IAC, apoyo a los procedimientos de Seguridad y Salud del IAC (Comisión de Emergencias) y al grupo de Calidad del SIC, supervisión de la conexión directa con los técnicos del Control Horario (Spec) para el mantenimiento, participación en la prueba piloto del nuevo Plan de Formación (con todo el SIC).

- Tareas continuas: Gestión de la seguridad, mantenimiento de servidores, licencias, actualización de software y resolución de incidencias.

Departamento de Operaciones (CAU/ OPE)



Esquema global de la nueva red del IAC.

reforzamiento de la seguridad.

- Proceso del CAT: Versión Inglesa de las páginas del CAT. Elaboración de las gráficas para hacer estadísticas automáticas a petición del CAT. Supervisión de su funcionamiento en dos semestres. Actualización de la estructura de desarrollo/respaldo seguridad con la instalación de la nueva versión del Servidor de Aplicaciones de Oracle.

Gestión de congresos, de compra de material fungible informático, gestión de almacén, pool de portátiles de préstamo, gestión de averías de equipos informáticos e impresoras.

Creación y gestión de más de 4000 casos, de las cuales más de 1900 son resueltas directamente por el CAU.

un procedimiento de copias de seguridad muy simple y básico, para conseguir una capacidad de recuperación muy rápida.

Como el año anterior, todos los equipos que ya habían sido dados de baja del inventario del IAC, y que todavía funcionaban fueron entregados a varios colegios, ONG's y asociaciones. Los equipos entregados fueron 35 ordenadores y más de 50 monitores.

Departamento de Redes y Comunicaciones (DRC)

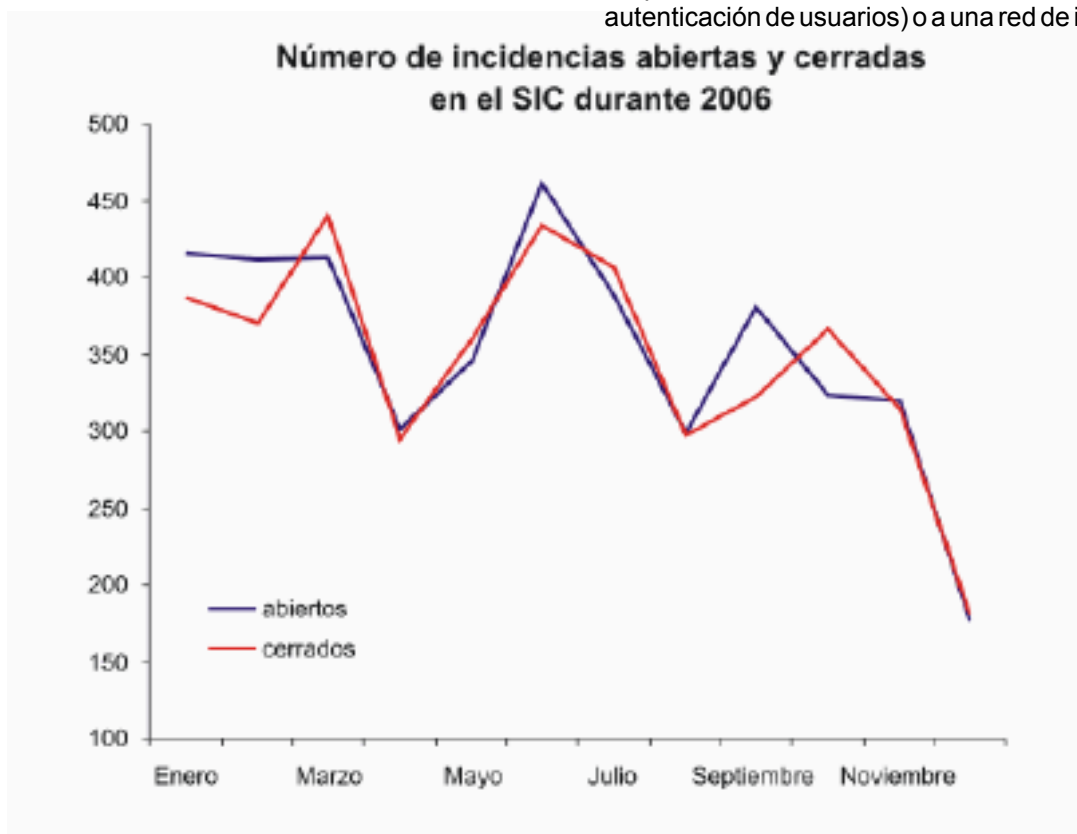
A lo largo del año 2006, y continuando con el proyecto de mejora de la red del IAC iniciado en el 2005, se preparan los pliegos para convocar un concurso público financiado con fondos FEDER, el cual se resuelve y adjudica antes de finalizar el año, para abordar la interconexión entre las sedes de LL-OT y ORM-CALP con fibra óptica oscura, dependiendo en adelante el caudal de transmisión sólo del equipamiento que el IAC decida instalar

en los extremos de los enlaces y, por supuesto, de la tecnología existente. La capacidad que se instalará inicialmente es de 10Gbps.

Dicho concurso incluye también la migración a GigaEthernet (GE) del equipamiento ATM restante. Además se unirá la sede de LL y el CALP con un enlace de gran capacidad (1Gbps o 10Gbps).

Se pone en producción el sistema VPN (Virtual Private Network) de conexión con la red interna del IAC, el cual permite a los usuarios remotos conectarse a la intranet del IAC como si estuvieran físicamente aquí, pudiendo así acceder a todos los recursos internos de manera cifrada y segura.

A finales del 2006 se empezó con el despliegue de la nueva red inalámbrica del IAC cubriendo de forma inicial zonas comunes para continuar con la máxima cobertura posible en todas las sedes. La tecnología elegida permite una gestión centralizada de los puntos de acceso y dispone de un sistema de detección de intrusiones con un sistema de alerta que avisará en caso de ataques informáticos. La conexión a los puntos de acceso se podrá realizar a la red interna del IAC (con autenticación de usuarios) o a una red de invitados



BIBLIOTECA

mayoría procedentes de usuarios internos.

Se ha llevado a cabo una evaluación del servicio de bases de datos bibliográficos, Scopus contratado en prueba desde junio de 2005 y se ha decidido no suscribirse porque su contenido no aporta mucho respecto a las demás bases de datos a las que se tiene acceso y su coste es muy elevado.

El personal recibió un curso de formación organizado por FREMAP, la mutua de prevención de riesgos laborales, sobre "Riesgos relativos al trabajo en oficinas". Por otra parte, la bibliotecaria-gestora asistió a un curso sobre "Conservación en archivos, bibliotecas y centros de documentación" organizado por ANABAD, en Madrid. Asimismo, la documentalista participó en el mes de abril en el seminario sobre "Comunicación interna" organizado RRHH del IAC y en junio, asistió al congreso LISAV (Library and Information Services in Astronomy V, en Cambridge, Massachussets, EEUU, en el que presentó una contribución oral sobre «Evaluación de ADS, ISI Web of Knowledge y Scopus». Es importante mencionar en este punto que para preparar esta ponencia, la documentalista contó con la colaboración de 50 usuarios de la biblioteca que se prestaron a responder a un cuestionario a través de entrevistas personales, lo cual contribuyó a enriquecer el estudio.

El equipamiento informático de la biblioteca ha sido actualizado con la compra de 2 pantallas planas de 17" para mejorar la ergonomía de los puestos de trabajo así como de una etiquetadora acoplable a un PC. Por otro lado, el software de gestión de la biblioteca "GLAS" ha sido actualizado 4 veces con las nuevas versiones del programa.

Con la entrega en el mes de enero de la obra de supresión de barreras arquitectónicas y la puesta en servicio del ascensor, los accesos a la biblioteca desde el resto del edificio han mejorado bastante. La finalización de la obra ha permitido llevar a cabo la segunda fase del proyecto de reestructuración de la sala de revistas, instalándose a finales de agosto, los nuevos módulos de estanterías compactas sobre railes en la sala de revistas.

En septiembre, las colecciones fueron colocadas en las nuevas estanterías y el antiguo mobiliario fue desmontado y enajenado. Además, ante la inminencia de una nueva obra que afecta a la

cafetería y a la biblioteca, una parte de la sala de revistas ha sido desalojada para instalar provisionalmente una cantina con maquinas expendedoras de bebidas y comida. Esto ha obligado a una reubicación del mobiliario de exposición de revistas así como a la supresión de varias mesas de consulta. Aunque el impacto de esta cantina sobre las condiciones ambientales y de trabajo en la biblioteca es importante, está previsto el traslado de dicha cantina en abril de 2007 para poder realizar la obra de ampliación de la biblioteca proyectada desde 2003. Dicha obra contempla la ampliación de la sala de libros y del despacho de los bibliotecarios en la planta alta así como un nuevo despacho y la apertura de ventanas en una zona que será convertida en sala de lectura en la planta inferior. También, prevé la instalación de un monta-cargas que comunicará los 3 niveles de la biblioteca facilitando el traspaso de publicaciones de un nivel a otro.

En noviembre, la documentalista fue invitada a asistir a la asamblea de REBIUN (Red Española de Bibliotecas Universitarias) en Badajoz, como representante del IAC. Esto le brindó la oportunidad de establecer contactos con varios directores de bibliotecas y plantear en la asamblea la situación de los miembros asociados respecto de los miembros de pleno derecho.

En los meses de marzo y mayo, la documentalista hizo dos visitas al CALP en la Palma. En la primera visita, supervisó la instalación de módulos compactos en la biblioteca y en la segunda mantuvo reuniones con el Administrador del ORM y CALP, con el Director de GTC y con el bibliotecario del Isaac Newton Group (ING). Esto ha permitido un principio de colaboración con el ING que se ha materializado con la suscripción conjunta IAC-ING a la revista *Nature* online a partir de julio y a una suscripción combinada a *Astronomy & Astrophysics* que permitirá ofrecer el acceso online desde todas nuestras instalaciones incluyendo el ING, a partir de enero de 2007.

Finalmente, cabe destacar la labor del comité de biblioteca que aprobó la Memoria 2005 y el Plan de Actuación 2006, asesoró a la documentalista para tomar las decisiones sobre la colaboración con el ING e intervino para mejorar el proyecto de ampliación, logrando un proyecto final acorde con las necesidades de la biblioteca.

En 2006, el equipo de la biblioteca constituido por dos bibliotecarios-gestores y una documentalista-encargada, ha seguido desempeñando las tareas de gestión y mantenimiento de las colecciones, ofreciendo a los usuarios los servicios necesarios para obtener la documentación e información que requieren en plazos razonables, y manteniendo la Web de la biblioteca que facilita el acceso a diversos recursos electrónicos.

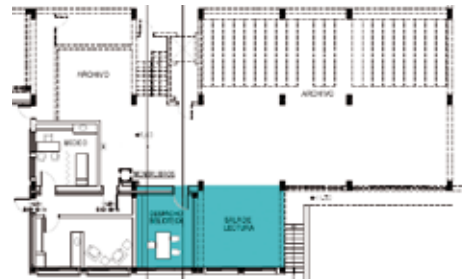
La colección de libros ha aumentado en 230 nuevos libros que se repartieron en Astrofísica (46%), Física y Matemáticas (17%), Ingeniería e Informática (22%), Normas (7%), y Otros temas (8%). Se ha mantenido la suscripción a unas 240



Plano de ampliación de la planta baja de la biblioteca (zona ampliada en amarillo).

revistas especializadas procurando ofrecer la versión papel y electrónica siempre que el coste adicional que conlleva sea razonable.

A lo largo del año, la biblioteca ha prestado o renovado el préstamo de más de 2.800 libros a usuarios internos y ha respondido a más de 135 solicitudes de préstamo interbibliotecario, la



Plano de ampliación de la planta sotano de la biblioteca (zona ampliada destinada a biblioteca y zona reformada para sala de lectura, en verde).

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

ARTÍCULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES CON ÁRBITRO

Velocity Search for Planets around the Brown Dwarf LP 944-20"

Astrophysical Journal Letters, **644**, L75.

Zurita C. et al. (Incluye Rodríguez-Gil P., Muñoz-Darias T., Casares J., Shahbaz T., Martínez-Pais I.G.) "The 2005 Outburst of the Halo Black Hole X-Ray Transient XTE J1118+480"

Astrophysical Journal, **644**, 432.

Stanghellini L., González-García A.C., Manchado A. "Merging of Elliptical Galaxies as Possible Origin of the Intergalactic Stellar Population"

Astrophysical Journal, **644**, 843.

O'Donovan F.T. et al. (Incluye Alonso R., Creevey O.L.) "Rejecting Astrophysical False Positives from the TrES Transiting Planet Survey: The Example of GSC 03885-00829"

Astrophysical Journal, **644**, 1237.

Gómez-Alvarez P., Mediavilla E., Muñoz J.A., Arribas S., Sánchez S.F., Oscoz A., Prada F., Serra-Ricart M. "Recurrence of the Blue Wing Enhancements in the High-Ionization Lines of SDSS 1004+4112 A"

Astrophysical Journal Letters, **645**, L5.

Battistelli E.S., Rebolo R., Rubiño-Martín J.A., Hildebrandt S.R., Watson R.A., Gutiérrez C., Hoyland R. "Polarization Observations of the Anomalous Microwave Emission in the Perseus Molecular Complex with the Cosmosomas Experiment"

Astrophysical Journal Letters, **645**, L141.

Ramos-Almeida C., Pérez-García A.M., Acosta-Pulido J.A., Rodríguez-Espinosa J.M., Barrena R., Manchado A. "The Narrow Line Region of the Seyfert 2 Galaxy Mrk 78. An Infrared View"

Astrophysical Journal, **645**, 148.

Phan-Bao N., Forveille T., Martín E.L., Delfosse X. "LP 714-37: A Wide Pair of Ultracool Dwarfs Actually Is a Triple"

Astrophysical Journal Letters, **645**, L153.

Archontis V., Galsgaard K., Moreno-Insertis F., Hood A.W. "Three-Dimensional Plasmoid Evolution

in the Solar Atmosphere"

Astrophysical Journal Letters, **645**, L161.

Peñarrubia J., Benson A.J., Martínez-Delgado D., Rix H.W. "Modeling Tidal Streams in Evolving Dark Matter Halos"

Astrophysical Journal, **645**, 240.

Battistelli E.S. et al. (Incluye Watson R.A., Rebolo R., Génova-Santos R., Rubiño-Martín J.A.) "Millimeter Observation of the SZ Effect in the Corona Borealis Supercluster"

Astrophysical Journal, **645**, 826.

Prada F., Klypin A.A., Simonneau E., Betancort-Rijo J., Patiri S., Gottlober S., Sánchez-Conde M.A. "How Far do they go?. The Outer Structure of Galactic Dark Matter Halos"

Astrophysical Journal, **645**, 1001.

García-Segura G., López J.A., Steffen W., Meaburn J., Manchado A. "The Dynamical Evolution of Planetary Nebulae After the Fast Wind"

Astrophysical Journal Letters, **646**, L61.

Phan-Bao N., Martín E.L., Donati J.-F., Lim J. "Magnetic Fields in M Dwarfs: Rapid Magnetic Field Variability in EV Lacertae"

Astrophysical Journal Letters, **646**, L73.

Jiménez A. "An Estimation of the Acoustic cut-off Frequency of the Sun Based on the Properties of Low-Degree Pseudomodes"

Astrophysical Journal, **646**, 1398.

Domínguez-Cerdeña I., Sánchez-Almeida J., Kneer F. "Quiet Sun Magnetic Fields from Simultaneous Inversions of Visible and Infrared Spectropolarimetric Observations"

Astrophysical Journal, **646**, 1421.

Asensio-Ramos A. "The Minimum Description Length Principle and Model Selection in Spectropolarimetry"

Astrophysical Journal, **646**, 1445.

Zapatero-Osorio M.R., Martín E.L., Bouy H., Tata R., Deshpande R., Wainscoat R. "Spectroscopic Rotational Velocities of Brown Dwarfs"

Astrophysical Journal, **647**, 1405.

Ugarte-Postigo A. et al. (Incluye Acosta-Pulido J.A., Gómez G.) "GRB 060121: Implications of a Short/Intermediate Duration g-Ray Burst at High Redshift"

Astrophysical Journal Letters, **648**, L83.

Carretero C., Vazdekis A., González-García A.C.,

Duffau S., Zinn R., Vivas A.K., Carraro G., Méndez R.A., Winnick R., Gallart C. "Spectroscopy of QUEST RR Lyrae Variables: The New Virgo Stellar Stream"
Astrophysical Journal Letters, **636**, L97.

Soderberg A.M. et al. (Incluye Noël N.) "An HST Study of the Supernovae Accompanying GRB 040924 and GRB 041006"
Astrophysical Journal, **636**, 391.

Domínguez-Cerdeña I., Sánchez-Almeida J., Kneer F. "The Distribution of Quiet Sun Magnetic Field Strengths from 0 to 1800 G"
Astrophysical Journal, **636**, 496.

Asensio-Ramos A., Trujillo-Bueno J. "Theory and Modeling of the Zeeman and Paschen-Back Effects in Molecular Lines"
Astrophysical Journal, **636**, 548.

Monreal-Ibero A., Arribas S., Colina L. "LINER-Like Extended Nebulae in ULIRGs: Shocks Generated by Merger-Induced Flux"
Astrophysical Journal, **637**, 138.

Yamada Y., Arimoto N., Vazdekis A., Peletier R.F. "Stellar Populations of Elliptical Galaxies in Virgo Cluster I.: The Data and Stellar Population Analysis"
Astrophysical Journal, **637**, 200.

Popovic L.C., Jovanovic P., Mediavilla E., Zakharov A.F., Abajas C., Muñoz J.A., Chartas G. "A Study of the Correlation between the amplification of the Fe K α Line and the X-Ray Continuum of Quasars due to Microlensing"
Astrophysical Journal, **637**, 620.

Bouy H., Moraux E., Bouvier J., Brandner W., Martín E.L., Allard F., Baraffe I., Fernández M. "A Hubble Space Telescope Advanced Camera for Surveys Search for Brown Dwarf Binaries in the Pleiades Open Cluster"
Astrophysical Journal, **637**, 1056.

Márquez I., Sánchez-Almeida J., Bonet J.A. "High Resolution Proper Motions in a Sunspot Penumbra"
Astrophysical Journal, **638**, 553.
Eliche-Moral M.C., Balcells M., Prieto M., García-Dabó C.E., Erwin P., Cristobal-Hornillos D. "GOYA Survey: U and B Number Counts in the Groth-Westphal Strip"
Astrophysical Journal, **639**, 644.

Gutiérrez C.M. "Optical Counterparts of Ultra Luminous X-Ray Sources"

Astrophysical Journal Letters, **640**, L17.

Trujillo I., Carretero C., Patiri S.G. "Detection of the Effect of Cosmological Large-Scale Structure on the Orientation of Galaxies"
Astrophysical Journal Letters, **640**, L111.

García-Hernández D.A., Manchado A., García-Lario P., Benítez-Cañete A., Acosta-Pulido J.A., Pérez-García A.M. "Revealing the Mid-Infrared Emission Structure of RAS 16594-4656 and IRAS 07027-7934"
Astrophysical Journal, **640**, 829.

Centeno R., Collados M., Trujillo-Bueno J. "Spectropolarimetric Investigation of the Propagation of Magnetoacoustic Waves and Shock Formation in Sunspot Atmospheres"
Astrophysical Journal, **640**, 1153.

Gorosabel J. et al. (Incluye Caon N., Cairós L.M.) "Revealing the Jet Structure of GRB 030329 with High Resolution Multicolor Photometry"
Astrophysical Journal Letters, **641**, L13.

Merenda L., Trujillo Bueno J., Landi Degl'Innocenti E., Collados M. "Determination of the Magnetic Field Vector via the Hanle and Zeeman Effects in the He I λ 10830 Multiplet: Evidence for Nearly Vertical Magnetic Fields in a Polar Crown Prominence"
Astrophysical Journal, **642**, 554.

Cernicharo J., Goicoechea J.R., Pardo J.R., Asensio-Ramos A. "Warm Water Vapor around Sagittarius gr B2"
Astrophysical Journal, **642**, 940.

Tenorio-Tagle G., Muñoz-Tuñón C., Pérez E., Silich S., Telles E. "On the Feedback from Super Stellar Clusters. I. The Structure of Giant HII Regions and HII Galaxies"
Astrophysical Journal, **643**, 186.

Figer D.F., MacKenty J.W., Robberto M., Smith K., Najarro F., Kudritzki R.P., Herrero A. "Discovery of an Extraordinarily Massive Cluster of Red Supergiants"
Astrophysical Journal, **643**, 1166.

González Hernández J.I., Rebolo R., Israelian G., Harlaftis E.T., Filippenko A.V., Chornock R. "XTE J1118+480: A Metal-Rich Black Hole Binary in the Galactic Halo"
Astrophysical Journal Letters, **644**, L49.

Martín E.L., Guenther E., Zapatero-Osorio M.R., Bouy H., Wainscoat R. "A Multiwavelength Radial

Members in Taurus - The Brown Dwarf Deficit Revisited"

Astronomy & Astrophysics, **446**, 485.

Fox-Machado L., Pérez-Hernández F., Suárez J.C., Michel E., Michel Y. "A Seismological Analysis of δ Scuti Stars in the Pleiades Cluster"

Astronomy & Astrophysics, **446**, 611.

Jakobsson P. et al. (Incluye Deeg H.J.) "A Mean Redshift of 2.8 for Swift γ -Ray Bursts"

Astronomy & Astrophysics, **447**, 897.

Manso-Sainz R., Landi Degl'Innocenti, Trujillo-Bueno J. "A Qualitative Interpretation of the Second Solar Spectrum of Ce II"

Astronomy & Astrophysics, **447**, 1125.

Simón-Díaz S., Herrero A., Esteban C., Najarro F. "Detailed Spectroscopic Analysis of the Trapezium Cluster Stars inside the Orion Nebula. Rotational Velocities, Stellar Parameters, and Oxygen Abundances"

Astronomy & Astrophysics, **448**, 351.

Casuso E., Beckman J.E. "The Bimodal Metallicity Distribution Function of the Globular Clusters in the Galaxy: Halo Disc Complementarity"

Astronomy & Astrophysics, **448**, 571.

Derouich M. "Collisional Depolarization of Molecular Lines. Application to the SiO+H Isotropic Collisions"

Astronomy & Astrophysics, **449**, 1.

Boschin W., Girardi M., Spolaor M., Barrena R. "Internal Dynamics of the Radio Halo Cluster Abell 2744"

Astronomy & Astrophysics **449**, 461

Gilli G., Israelian G., Ecuivillon A., Santos N.C., Mayor M. "Abundances of Refractory Elements in the Atmospheres of Stars with Extrasolar Planets"

Astronomy & Astrophysics, **449**, 723.

Ecuivillon A., Israelian G., Santos N.C., Mayor M., Gilli G. "Abundance Ratios of Volatile vs. Refractory Elements in Planet-Harboring Stars: Hints of Pollution?"

Astronomy & Astrophysics, **449**, 809.

López-Sánchez A.R., Esteban C., García-Rojas J. "Star Formation and Stellar Populations in the Wolf-Rayet (?) Luminous Compact Blue Galaxy IRAS 08339+6517"

Astronomy & Astrophysics, **449**, 997.

Santos N.C., Pont F., Melo C., Israelian G., Bouchy F., Mayor M., Moutou C., Queloz D., Udry S., Guillot T. "High resolution spectroscopy of stars with transiting planets The cases of OGLE-TR-10, 56, 111, 113, and TrES-1"

Astronomy & Astrophysics, **450**, 825

Marín-Franch A., Aparicio A. "Surface-Brightness Fluctuations in Stellar Populations IAC-Star Models for the Optical and near-IR Wavelengths"

Astronomy & Astrophysics, **450**, 979.

Sánchez-Almeida J. "Magnetic Flux in the Inter-Network Quiet Sun from Comparison with Numerical Simulations"

Astronomy & Astrophysics, **450**, 1199

Bouy H., Martín E.L., Brandner W., Zapatero-Osorio M.R., Béjar V.J.S., Schirmer M., Huelamo N., Ghez A.M. "Multiplicity of Very Low-Mass Objects in the Upper Scorpius OB Association: A Possible Wide Binary Population"

Astronomy & Astrophysics, **451**, 177.

Cheung M.C.M., Moreno-Insertis F., Schüssler M. "Moving Magnetic Tubes: Fragmentation, Vortex Streets and the Limit of the Approximation of Thin Flux Tubes"

Astronomy & Astrophysics, **451**, 303.

Dufton P.L., Ryans R.S.I., Simón-Díaz S., Trundle C., Lennon D.J. "B-Type Supergiants in the Small Magellanic Cloud: Rotational Velocities and Implications for Evolutionary Models"

Astronomy & Astrophysics, **451**, 603.

Kotnik-Karuzza D., Friedjung M., Whitelock P.A., Marang F., Exter K., Keenan F.P., Pollacco D.L. "The Effect of Dust Obscuration in RR Telescopii on Optical and IR Long-Term Photometry and Fe II Emission Lines"

Astronomy & Astrophysics **452**, 503.

Christensen L., Jahnke K., Wisotzki L., Sánchez S.F., Exter K., Roth M.M. "A Jet-Cloud Interaction in the 3C196 Environment"

Astronomy & Astrophysics, **452**, 869.

Recio-Blanco A., Aparicio A., Piotto G., De Angeli F., Djorgovski S.G. "Galactic Structure, Stellar Clusters, and Populations Multivariate Analysis of Globular Cluster Horizontal Branch Morphology: Searching for the Second Parameter"

Astronomy & Astrophysics, **452**, 875.

García-Hernández D.A., Abia C., Manchado A., García-Lario P. "High Resolution Optical Spectroscopy of IRAS 09425-6040 (=GLMP 260)"

Astronomy & Astrophysics, **452**, 1049.

Cabrera-Lavers A., Garzón F., Hammersley P.L., Vicente B., González-Fernández C. "TCS-CAIN: A Deep Multi-colour NIR Survey of the Galactic Plane"

Astronomy & Astrophysics, **453**, 371.

Franceschini A., Rodighiero G., Cassata P., Berta S., Vaccari M., Nonino M., Vanzella E., Hatziminaoglou E., Antichi J., Cristiani S. "Cosmic

- Beckman J.E., Quilis V. "CGCG 480-022: A Distant Lonesome Merger?"
Astrophysical Journal Letters, **648**, L115.
- Pietrzynski G., Gieren W., Udalski A., Soszynski I., Bresolin F., Kudritzki R-P., Mennickent R., Kubiak M., Szymanski M., Hidalgo S. "The Araucaria Project: A Wide-Field Photometric Survey for Cepheid Variables in NGC 3109"
Astrophysical Journal, **648**, 366.
- Ge J. et al. (Incluye Martín E.L., Israelian G.) "The First Extrasolar Planet Discovered with a New-Generation High-Throughput Doppler Instrument"
Astrophysical Journal, **648**, 683.
- Betancort-Rijo J.E., Sánchez-Conde M.A., Prada F., Patiri S. "Detailed Theoretical Predictions for the Outskirts of Dark Matter Halos"
Astrophysical Journal, **649**, 579.
- Betancort-Rijo J.E., Montero-Dorta A.D. "Understanding the Cosmic Mass Function High-Mass Behavior"
Astrophysical Journal Letters, **650**, L95.
- Salabert D., Jiménez-Reyes S.J. "Damping and Excitation Variations of the Solar Acoustic Modes using LOWL Observations"
Astrophysical Journal, **650**, 451.
- García-Marín M., Colina L., Arribas S., Alonso-Herrero A., Mediavilla E. "Integral Field Spectroscopy of the Luminous Infrared Galaxy Arp 299 (IC 694 + NGC 3690)"
Astrophysical Journal, **650**, 850.
- O'Donovan F.T. et al. (Incluye Belmonte J.A., Rabus M., Almenara J.M., Deeg H.J.) "TrES-2: The First Transiting Planet in the Kepler Field"
Astrophysical Journal Letters, **651**, L61.
- Del Principe M. et al. (Incluye Monelli M.) "A Pulsational Distance to Omega Centauri Based on Near-Infrared Period-Luminosity Relations of RR Lyrae Stars"
Astrophysical Journal, **652**, 362.
- Stanghellini L., Guerrero A.M., Cunha K., Machado A., Villaver E. "Planetary Nebula Abundances and Morphology: Probing the Chemical Evolution of the Milky Way"
Astrophysical Journal, **651**, 898.
- Watson D. et al. (Incluye Shahbaz T.) "A $\log N_{\text{H I}} = 22.6$ Damped Ly α Absorber in a Dark Gamma-Ray Burst: The Environment of GRB 050401"
Astrophysical Journal, **652**, 1011.
- Díaz R.J., Dottori H., Aguero M.P., Mediavilla E., Rodrigues I., Mast D. "Hidden Trigger for the Giant Starburst Arc in M 83?"
Astrophysical Journal, **652**, 1122.
- Patiri S.G., Cuesta A.J., Prada F., Betancort-Rijo J., Klypin A. "The Alignment of Dark Matter Halos with the Cosmic Web"
Astrophysical Journal Letters, **653**, L75.
- Betancort-Rijo J.E., Montero-Dorta A.D. "The Halo Mass Function Redshift Dependence"
Astrophysical Journal Letters, **653**, L77.
- Khomenko E., Collados M. "Numerical Modeling of Magnetohydrodynamic Wave Propagation and Refraction in Sunspots"
Astrophysical Journal, **653**, 739.
- Mediavilla E., Muñoz J.A., López P., Mediavilla T., Abajas C., González-Morcillo C., Gil-Merino R. "A Fast and Very Accurate Approach to the Computation of Microlensing Magnification Patterns Based on Inverse Polygon Mapping"
Astrophysical Journal, **653**, 942.
- Rodríguez-Ardila A., Prieto M.A., Viegas S., Gruenwald R. "Outflows of Very Ionized Gas in the Centers of Seyfert Galaxies: Kinematics and Physical Conditions"
Astrophysical Journal, **653**, 1098.
- Licandro J., Pinilla-Alonso N., Pedani M., Oliva E., Tozzi G.P., Grundy W.M. "The Methane Ice Rich Surface of Large TNO 2005 FY 9 : A Pluto-Twin in the Trans-Neptunian Belt?"
Astronomy & Astrophysics, **445**, L35
- Caballero J.A., Martín E.L., Zapatero-Osorio M.R., Béjar V.J.S., Rebolo R., Pavlenko Y., Wainscoat R. "SOri J053825.4-024241: A Classical T Tauri-Like Object at the Substellar Boundary"
Astronomy & Astrophysics, **445**, 143.
- Ecuvillon A., Israelian G., Santos N.C., Shchukina N.G., Mayor M., Rebolo R. "Oxygen Abundances in Planet-Harboring Stars. Comparison of Different Abundance Indicators"
Astronomy & Astrophysics, **445**, 633.
- Dolez N. et al. (Incluye González-Pérez J.M.) "Whole Earth Telescope Observations of the ZZ Ceti Star HL Tau 76"
Astronomy & Astrophysics, **446**, 237.
- Guieu S., Dougados C., Monin J.-L., Magnier E., Martín E.L. "Seventeen New Very Low-Mass

Derouich M., Bommier V., Malherbe J.M., Landi Degl'Innocenti E. "Second Solar Spectrum of the Sr I 4607 Å Line: Depth Probing of the Turbulent Magnetic Field Strength in a Quiet Region" *Astronomy & Astrophysics*, **457**, 1047.

Licandro J. Grundy W.M., Pinilla-Alonso N., Leisy P. "Visible Spectroscopy of 2003 UB313: Evidence for N₂ Ice on the Surface of the Largest TNO?" *Astronomy & Astrophysics*, **458**, L5.

Sikkema G., Peletier R.F., Carter D., Valentijn E.A., Balcells M. "Globular Cluster Systems of Six Shell Galaxies" *Astronomy & Astrophysics*, **458**, 53.

Suárez O., García-Lario P., Manchado A., Manteiga M., Ulla A., Pottasch S.R. "A Spectroscopic Atlas of Post-AGB Stars and Planetary Nebulae Selected from the IRAS Point Source Catalogue" *Astronomy & Astrophysics*, **458**, 173.

Mampaso A. et al. (Incluye Corradi R.L.M., Viironen K., Leisy P., Rodríguez-Flores E.R.) "The *Príncipes de Asturias* Nebula: A New Quadrupolar Planetary Nebula from the IPHAS Survey" *Astronomy & Astrophysics*, **458**, 203.

Palombara N.L., Mignani R.P., Hatziminaoglou E., Schirmer M., Bignami G.F., Caraveo P. "XMM-Newton and ESO Observations of the Two unidentified γ -Ray Sources 3EG J0616-3310 and 3EG J1249-8330" *Astronomy & Astrophysics*, **458**, 245.

Jiménez-Esteban F.M., García-Lario P., Engels D., Manchado A. "Near-IR Variability Properties of a Selected Sample of AGB Stars" *Astronomy & Astrophysics*, **458**, 533.

Bihain G., Rebolo R., Béjar V.J.S., Caballero J.A., Bailer-Jones C.A.L., Mundt R., Acosta-Pulido J.A., Manchado A. "Pleiades Low-Mass Brown Dwarfs: The Cluster L Dwarf Sequence" *Astronomy & Astrophysics*, **458**, 805.

222 Sousa S.G., Santos N.C., Israelian G., Mayor M., Monteiro M.J.P.F.G. "Spectroscopic Parameters for a Sample of Metal-Rich Solar-Type Stars" *Astronomy & Astrophysics*, **458**, 873.

Santos N.C., Ecuivillon A., Israelian G., Mayor M., Melo C., Queloz D., Udry S., Ribeiro J.P., Jorge S. "Chemical abundances for the transiting planet host stars OGLE-TR-10, 56, 111, 113, 132, and TrES-1 - Abundances in different galactic populations" *Astronomy & Astrophysics*, **458**, 997.

Alvarez-Candal A., Licandro J. "The Size Distribution of Asteroids in Cometary Orbits and Related Populations" *Astronomy & Astrophysics*, **458**, 1007.

Bradley T.R., Knapen J.H., Beckman J.E., Folkes S.L. "A Composite HII Region Luminosity Function in H α of Unprecedented Statistical Weight" *Astronomy & Astrophysics Letters*, **459**, L13.
Gorosabel J. et al. (Incluye Cepa J., Cedrés B.) "Detection of Optical Linear Polarization in the SN2006aj/XRF060218 non-Spherical Expansion" *Astronomy & Astrophysics Letters*, **459**, L33.

Akylas A., Georgantopoulos I., Georgakakis A., Kitsionas S., Hatziminaoglou E. "XMM and Chandra Measurements of the AGN Intrinsic Absorption: Dependence on Luminosity and Redshift" *Astronomy & Astrophysics*, **459**, 693.

Castro-Tirado J.A. et al. (Incluye Caballero J.A., Valdivielso L.) "GRB 051028: An Intrinsically Faint Gamma-Ray Burst at High Redshift?" *Astronomy & Astrophysics*, **459**, 763.

Melo C., Santos N.C., Pont F., Guillot T., Israelian G., Mayor M., Queloz D., Udry S. "On the Age of Stars Harboring Transiting Planets" *Astronomy & Astrophysics*, **460**, 251.

D'Avanzo P., Muñoz-Darias T., Casares J., Martínez-Pais I.G., Campana S. "A Search for Evidence of Irradiation in Centaurus X-4 during Quiescence" *Astronomy & Astrophysics*, **460**, 257.

Pandey S.B. et al. (Incluye Muñoz-Darias T.) "Multi-Wavelength afterglow Observations of the High Redshift GRB 050730" *Astronomy & Astrophysics*, **460**, 415.

Kerschbaum F., Groenewegen M.A.T., Lázaro C. "Near-Infrared Variability of a Sample of Galactic Carbon Miras" *Astronomy & Astrophysics*, **460**, 539.

Caballero J.A., Martín E.L., Dobbie P.D., Barrado y Navascués D. "Are Isolated Planetary-Mass Objects Really Isolated? - A Brown Dwarf-Exoplanet System Candidate in the Orionis Cluster" *Astronomy & Astrophysics*, **460**, 635.

González-García B.M., Zapatero-Osorio M.R., Béjar V.J.S., Bihain G., Barrado y Navascués D., Caballero J.A., Morales-Calderon M. "A Search for Substellar Members in the Praesepe and σ Orionis Clusters" *Astronomy & Astrophysics*, **460**, 799.

- Evolution of the Galaxy's Mass and Luminosity Functions by Morphological Type from Multi-Wavelength Data in the CDF-South"
Astronomy & Astrophysics, **453**, 397.
- Jurèak J., Martínez Pillet V., Sobotka M. "The Magnetic Canopy above Light Bridges"
Astronomy & Astrophysics, **453**, 1079.
- López-Corredoira M., Gutiérrez C.M. "Toward a Clean Sample of Ultra-Luminous X-Ray Sources"
Astronomy & Astrophysics, **454**, 77.
- López R., Estalella R., Gómez G., Riera A. "Optical Imaging of L723: The Structure of HH 223"
Astronomy & Astrophysics, **454**, 233.
- Delgado C. "FOCUS: A Deconvolution Method Based on Algorithmic Complexity"
Astronomy & Astrophysics, **454**, 385.
- González-Pérez J.M., Solheim J.E., Kamben R. "A Search for Photometric Variability of Hydrogen-Deficient Planetary-Nebula Nuclei"
Astronomy & Astrophysics, **454**, 527.
- Girardi M., Boschini W., Barrena R. "Internal Dynamics of the Massive Cluster Abell 697: A Multiwavelength Analysis"
Astronomy & Astrophysics, **455**, 45
- Florido E., Battaner E., Guijarro A., Garzón F., Castillo-Morales A. "Truncated Stellar Disks in the near Infrared. I. Observations"
Astronomy & Astrophysics, **455**, 467.
- Florido E., Battaner E., Guijarro A., Garzón F., Castillo-Morales A. "Truncated Stellar Disks in the near Infrared. II. Statistical Properties"
Astronomy & Astrophysics, **455**, 475.
- Rozas M., Richer M.G., López J.A., Relaño M., Beckman J.E. "H α Line Profiles for a Sample of Supergiant HII Regions. I. The Main Spectral Component"
Astronomy & Astrophysics, **455**, 539,
- Rozas M., Richer M.G., López J.A., Relaño M., Beckman J.E. "H α Line Profiles for a Sample of Supergiant HII Regions. II. Broad, Low Intensity Components"
Astronomy & Astrophysics, **455**, 549.
- Aungwerojwit A. et al. (Incluye Rodríguez-Gil P., Araujo-Betancor S.) "Dwarf Novae in the Hamburg Quasar Survey: Rarer than expected"
Astronomy & Astrophysics, **455**, 659.
- Martín-Hernández N.L., Schaerer D., Peeters E., Tielens A.G.G.M., Sauvage M. "High Spatial Resolution Mid-Infrared Spectroscopy of the Starburst Galaxies NGC 3256, II Zw 40 and Henize 2-10"
Astronomy & Astrophysics, **455**, 853.
- Martín E.L., Brandner W., Bouy H., Basri G., Davis J., Deshpande R., Montgomery M.M. "Resolved Hubble Space Spectroscopy of Ultracool Binary Systems"
Astronomy & Astrophysics, **456**, 253
- Leisy P., Dennefeld M. "Planetary Nebulae in the Magellanic Clouds. II. Abundances and Element Production"
Astronomy & Astrophysics, **456**, 451.
- López-Ariste A., Aulanier G., Schmieder B., Sainz-Dalda A. "First Observation of Bald Patches in a Filament Channel and at a Barb Endpoint"
Astronomy & Astrophysics, **456**, 725.
- Duffard R., de León J., Licandro J., Lázaro D., Serra-Ricart M. "Basaltic Asteroids in the Near-Earth Objects Population: A Mineralogical Analysis"
Astronomy & Astrophysics, **456**, 775.
- Mokiem M.R. et al. (Incluye Herrero A., Villamariz M.R.) "The VLT-FLAMES Survey of Massive Stars: Mass Loss and Rotation of Early-Type Stars in the SMC"
Astronomy & Astrophysics, **456**, 1131.
- Martínez-González M.J., Collados M., Ruiz-Cobo B. "On the Validity of the 630 nm Fe I nm Lines for the Magnetometry of the Internetwork Quiet Sun"
Astronomy & Astrophysics, **456**, 1159.
- Eliche-Moral M.C., Balcells M., Aguerri J.A.L., González-García A.C. "Growth of Galactic Bulges by Mergers. II. Low-Density Satellites"
Astronomy & Astrophysics, **457**, 91.
- Dufton P.L. et al. (Incluye Herrero A., Trundle C., Lennon D.J.) "The VLT-FLAMES Survey of Massive Stars: Stellar Parameters and Rotational Velocities in NGC 3293, NGC 4755 and NGC 6611"
Astronomy & Astrophysics, **457**, 265.
- Licandro J., di Fabrizio L., Pinilla-Alonso N., de León J., Oliva E. "Trans-Neptunian Object (55636) 2002 TX³⁰⁰, a Fresh Icy Surface in the Outer Solar System"
Astronomy & Astrophysics, **457**, 329.
- Aguerrí J.A.L., Castro-Rodríguez N., Napolitano N., Arnaboldi M., Gerhard O. "Diffuse Light in Hickson Compact Groups: The Dynamically Young System HCG 44"
Astronomy & Astrophysics, **457**, 771.

Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **369**, 909.

Chaplin W.J. et al. (Incluye Jiménez A., Jiménez-Reyes S.J., Pallé P.L., Régulo C.) "Solar FLAG Hare and Hounds: On the Extraction of Rotational p-mode Splittings from Seismic, Sun-as-a-Star Data"

Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **369**, 985.

López-Corredoira M. "Galactic Warp in the overdensity of the Canis Major Region"

Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **369**, 1911.

Fernández-Cerezo S., Gutiérrez C.M., Rebolo R., Watson R.A., Hoyland R.J., Hildebrandt S., Rubiño-Martín J.A., Macías-Pérez J.F., Sosa-Molina P. "Observations of the Cosmic Microwave Background and Galactic Foregrounds at 12-17 GHz with the COSMOSOMAS Experiment"

Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **370**, 15.

Ferreras I., Pasquali A., de Carvalho R.R., de la Rosa, I.G., Lahav O. "A Principal Component Analysis Approach to the Star Formation History of Elliptical Galaxies in Compact Groups"

Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **370**, 828.

Babbedge T.S.R. et al. (Incluye Hatziminaoglou E., Pérez-Fournon I.) "Luminosity Functions for Galaxies and Quasars in the Spitzer Wide-area Infrared Extra-Galactic Legacy Survey"

Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **370**, 1159.

Littlefair S.P., Dhillon V.S., Marsh T.R., Shahbaz T., Martín E.L. "Observations of Ultracool Dwarfs with ULTRACAM on the VLT: A Search for Weather"

Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **370**, 1208.

Sánchez-Blazquez P. et al. (Incluye Vazdekis A.) "Medium-resolution Isaac Newton Telescope Library of Empirical Spectra"

Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **371**, 703.

Davoodi P. et al. (Incluye Afonso-Luis A., Hatziminaoglou E.) "Optical and Infrared Diagnostics of SDSS Galaxies in the SWIRE Survey"

Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **371**, 1113.

Iliæ D., Popovic L.C., Bon E., Mediavilla E., Chavushyan V.H. "Complex Emission Line Region of Mrk 817"

Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **371**, 1610.

Rubiño-Martín J.A., Chluba J., Sunyaev R.A. "Lines in the Cosmic Microwave Background Spectrum from the Epoch of Cosmological Hydrogen

Recombination"

Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **371**, 1939.

Lázaro C., Arellano Ferro A., Arévalo M.J., Bramich D.M., Giridhar S., Poretti E. "CCD Photometry of the Globular Cluster M2. RR Lyrae Physical Parameters and New Variables"

Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **372**, 69.

González-García A.C., Balcells M., Olshevsky V.S. "Line-of-Sight Velocity Distributions of Elliptical Galaxies from Collisionless Mergers"

Monthly Notices of the Royal Astron. Soc. Lett., **372**, L78.

García-Lorenzo B., Fuensalida J.J. "Processing of Turbulent-Layer Wind Speed with Generalized SCIDAR through Wavelet Analysis"

Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **372**, 1483.

Patiri S.G., Prada F., Holtzman J., Klypin A., Betancort-Rijo J. "The Properties of Galaxies in Voids"

Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **372**, 1710.

Bridges T. et al. (Incluye Beasley M.A.) "The Globular Cluster Kinematics and Galaxy Dark Matter Content of NGC 4649 (M60)"

Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **373**, 157.

Southworth J., Gänsicke B.T., Marsh T.R., de Martino D., Hakala P., Littlefair S., Rodríguez-Gil P., Szkody P.P. "VLT/FORS Spectroscopy of Faint Cataclysmic Variables Discovered by the Sloan Digital Sky Survey"

Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **373**, 687.

Casares J., Cornelisse R., Steeghs D., Charles P.A., Hynes R.I., O'Brien K., Strohmayer T.E. "Detection of the Irradiated Donor in the LMXBs 4U 1636-536 (=V801 Ara) and 4U 1735-444 (=V926 Sco)"

Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **373**, 1235.

García-Hernández D.A., García-Lario P., Plez B., D'Antona F., Manchado A., Trigo-Rodríguez J.M. "Rubidium-Rich Asymptotic Giant Branch Stars" *Science*, **314**, 1751.

Sánchez S.F., García-Lorenzo B., Jahnke K., Mediavilla E., González-Serrano J.I., Christensen L., Wisotzki L. "Decoupling the Host and Nuclear Spectra of Type I AGNs using Integral Field Spectroscopy: A Test on 3C 120" *New Astronomy Reviews*, **49**, 501.

Díaz R., Dottori H., Mediavilla E., Aguero M., Mast D. "3D NIR Spectroscopy at Subarcsecond Resolution"

MEMORIA
2006 IAC

224

- Murray M.J., Hood A.W., Moreno-Insertis F., Galsgaard K., Archontis V. "3D Simulations Identifying the Effects of Varying the Twist and Field Strength of an Emerging Flux tube" *Astronomy & Astrophysics*, **460**, 909.
- Jarrett T.H. et al. (Incluye Pérez-Fournon I., Hatziminaoglou E.) "Remarkable Disk and Off-nuclear Starburst Activity in the Tadpole Galaxies revealed by the Spitzer Space Telescope" *Astronomical Journal*, **131**, 261.
- Gutiérrez C.M., Alonso M.S., Funes J.G., Ribeiro M.B. "Star Formation in Satellite Galaxies" *Astronomical Journal*, **132**, 596.
- Campins H., Ziffer J., Licandro J., Pinilla-Alonso N., Fernández Y., de León J., Mothé-Diniz T., Binzel R.P. "Nuclear Spectra of Comet 162P/Siding Spring (2004 TU12)" *Astronomical Journal*, **132**, 1346.
- Fernández Y.R., Campins H., Kassis M., Hergenrother C.W., Binzel R.P., Licandro J., Hora J.L., Adams J.D. "Comet 162P/Siding Spring: A Surprisingly Large Nucleus" *Astronomical Journal*, **132**, 1354.
- Spitler L.R., Larsen S.S., Strader J., Brodie J.P., Forbes D.A., Beasley M. "HST/ACS Wide-Field Photometry of the Sombrero Galaxy Globular System" *Astronomical Journal*, **132**, 1593.
- Phan-Bao N. et al. (Incluye Martín E.L.) "Discovery of a nearby M9 Dwarf" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc. Lett.*, **364**, L40.
- Barnes A.D., Casares J., Charles P.A., Clark J.S., Cornelisse R., Knigge C., Steeghs D. "On the Origin of the Absorption Features in SS 433" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **365**, 296.
- Gänsicke B.T. et al. (Incluye Rodríguez-Gil P., Araujo-Betancor S., Arévalo M.J., Casares J., Lázaro C., Martínez-Pais I.G., Zurita C.) "A ZZ Ceti White Dwarf in SDSS J133941.11+484727.5" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **365**, 969.
- Gonçalves D.R., Ercolano B., Carneroo A., Mampaso A., Corradi R.L.M. "On the Nitrogen Abundance of Fast, Low-Ionization Emission Regions: The Outer Knots of the planetary nebula NGC 7009" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **365**, 1039.
- Fritz J., Franceschini A., Hatziminaoglou E. "Revisiting the Infrared Spectra of Active Galactic Nuclei with a New Torus Emission Model" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **366**, 767.
- García-Rojas J., Esteban C., Peimbert M., Costado M.T., Rodríguez M., Peimbert A., Ruiz M.T. "Faint Emission Lines in the Galactic HII Regions M16, M20 and NGC 3603" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **368**, 253.
- Watson C.A., Dhillon V.S., Shahbaz T. "Roche Tomography of Cataclysmic Variables - III. Starspots on AE Aqr" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **368**, 637.
- Buzzoni A., Arnaboldi M., Corradi R.L.M. "Planetary Nebulae as Tracers of Galaxy Stellar Populations" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **368**, 877.
- Lázaro C., Arévalo M.J., Antonopoulou E. "Absolute Parameters of the Algol Binary V505 Sgr from Infrared JK Light Curves" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **368**, 959.
- Patiri S.G., Betancort-Rijo J., Prada F. "On an Analytical Framework for Voids: Their Abundances, Density Profiles and Local Mass Functions" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **368**, 1132.
- Augusto P., González-Serrano J.I., Pérez-Fournon I., Wilkinson P.N. "Flat-Spectrum Symmetric Objects with ~1 kpc Sizes I. The Candidates" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **368**, 1441.
- Iglesias-Groth S. "Hydrogenated Fullerenes and the Anomalous Microwave Emission of the Dark Cloud LDN 1622" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **368**, 1925.
- Patiri S.G., Betancort-Rijo J., Prada F., Klypin A., Gottlöber S. "Statistics of Voids in the Two-Degree Field Galaxy Redshift Survey" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **369**, 335.
- Witham A.R. et al. (Incluye Corradi R.L.M., Rodríguez-Gil P.) "The Properties of Cataclysmic Variables in Photometric H α Surveys" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **369**, 581.
- Olano C.A., Meschin P.I., Niemela V.S. "The Interstellar Medium in the Upper Cepheus-Cassiopeia Region" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **369**, 867.
- Rubiño-Martín J.A. et al. (Incluye Génova-Santos R., Gutiérrez C.M., Rebolo R.) "Non-Gaussianity in the Very Small Array CMB Maps with Smooth-Goodness-of-fit Tests"

Arribas S., Gilliland R.L., Sparks W.B., López-Martín L., Mediavilla E., Gómez-Alvarez P. "Exploring the Potential of Integral Field Spectroscopy for Observing Extrasolar Planet Transits: Ground-based Observations of the Atmospheric Na in HD 209458b"

Publication of the Astronomical Society of the Pacific, **118**, 21.

Burbidge E.M., Gutiérrez C.M., Arp H. "A QSO Discovered at the Redshift of the Extended X-Ray Cluster RX J0152.7-1357"

Publication of the Astronomical Society of the Pacific, **118**, 124.

Alonso-García J., Mateo M., Aparicio A. "DDO 44 and UGC 4998: Distances, Metallicities, and Star Formation Histories"

Publication of the Astronomical Society of the Pacific, **118**, 580.

Casuso E., Beckman J.E., Buenrostro V. "Triggering of Cloud Collapse in a Galactic Disk by Infall of a High-Velocity Cloud"

Publication of the Astronomical Society of the Pacific, **118**, 833.

Wilson D.M. et al. (Incluye Deeg H.J.) "SuperWASP Observations of the Transiting Extrasolar Planet XO-1b"

Publication of the Astronomical Society of the Pacific, **118**, 1245.

Pollacco D.L. et al. (Incluye Deeg H.) "The WASP Project and the SuperWASP Cameras"

Publication of the Astronomical Society of the Pacific, **118**, 1407.

de León J., Licandro J., Duffard R., Serra-Ricart M. "Spectral Analysis and Mineralogical Characterization of 11 Olivine-Pyroxene Rich NEAs"

Advances in Space Research, **37**, 178.

Turck-Chieze, S. et al. (Incluye Pallée P.L., Jiménez-Reyes S.J., Eff-Darwich A.) "GOLF-NG Spectrometer, a Space Prototype for Studying the Dynamics of the Deep Solar Interior"

Advances in Space Research, **38**, 1812.

Duffard R., Lazzaro D., Licandro J., de Sanctis M.C., Capria M.T. "V-Type Asteroids: A Mineralogical Characterization"

Advances in Space Research, **38**, 1987.

Licandro J., de León J., Pinilla-Alonso N., Serra-Ricart M. "Multi-Wavelength Spectral Study of Asteroids in Cometary Orbits (ACOs)"

Briand C., Mattig W., Ceppatelli G., Mainella G. "Mercury Transit for Stray Light Evaluation: IPM-THEMIS Case (187 - 201)"

Solar Physics, **234**, 187.

Casas R., Vaquero J.M., Vázquez M. "Solar Rotation in the 17-th Century"

Solar Physics, **234**, 379.

Socas-Navarro H., Martínez-Pillet V., Elmore D., Pietarila A., Lites B.W., Manso-Sainz R. "Spectro-Polarimetric Observations and Non-LTE Modeling of Ellerman Bombs"

Solar Physics, **235**, 75.

Vázquez M., Vaquero J.M., Curto J.J. "On the Connection between Solar Activity and Low-Latitude Aurorae in the Period 1715 – 1860"

Solar Physics, **238**, 405.

Tancredi G., Fernández J.A., Rickman H., Licandro J. "Nuclear Magnitudes and the Size Distribution of Jupiter Family Comets"

Icarus, **182**, 527.

Dotto E., Fornasier S., Barucci M.A., Licandro J., Boehnhardt H., Hainaut O., Marzari F., de Bergh C., De Luise F. "The Surface Composition of Jupiter Trojans: Visible and Near-Infrared Survey of Dynamical Families"

Icarus, **183**, 420.

Bon E., Popoviæ L.È., Iliæ D., Mediavilla E. "Stratification in the Broad Line Region of AGN: The Two-Component Model"

New Astronomy Reviews, **50**, 716.

Almeida P. et al. (Incluye Delgado C.) "Prototype Study of the Cherenkov Imager of the AMS Experiment"

Nuclear Instruments and Methods A, **560**, (2) 291.

Casuso E., Beckman J.E. "Dark Matter and Dark Energy: Breaking the Continuum Hypothesis?"

Progress in Physics **3**, 82.

Najarro F., Herrero A., Verdugo E. "Massive Stars in the UV"

Astrophysics and Space Science, **303**, 153.

Casuso E., Beckman J.E. "Giant HVC's and the Rotation Curves of the Milky Way and M31"

Astrophysics and Space Science, **306**, 139.

Kostik R., Shchukina N., Khomenko E. "Fine Structure of Oscillatory Motions in the Solar Photosphere"

Astronomy Reports, **50**, 588.

New Astronomy Reviews, **49**, 547.

Trancho G., Miller B., García-Lorenzo B., Sánchez S.F. "Integral Field Spectroscopy with GEMINI: Extragalactic Star Cluster in NGC1275" *New Astronomy Reviews*, **49**, 613.

Cuevas S., López J.A., Eikenberry S., Sánchez B., Watson A., Garzón F., Prieto A., Fuentes J., Díaz J.J., Espejo C., Flores R., Bringas V., Chapa O. "FRIDA: The Infrared Imager and Integral Field Spectrograph for the Adaptive Optics System of GTC" *New Astronomy Review*, **50**, 389.

INVITED REVIEWS (ARTÍCULOS DE REVISIÓN INVITADOS)

Sánchez-Almeida J. "Small Scale Solar Magnetic Field" en "International Heliophysical Year, European General Assembly", 10-13 enero, París, Francia.

Bonet J.A. "Ground-Based Solar Telescopes" en "International Heliophysical Year, European General Assembly", 10-13 enero, París, Francia.

Licandro J. "Plutos and Charons in the Trans-Neptunian Belt" en "III Taller de Ciencias Planetarias", 6-9 marzo, Colonia del Sacramento, Uruguay.

Beasley M. "Do GCs actually trace Star Formation? Some General Ideas and a Case Study" en "Globular Clusters: Guides to Galaxies", 6-10 marzo, 2006, Concepcion, Chile.

Trujillo-Bueno J. "Quantum Spectropolarimetry" en "International Symposium on Solar Physics and Solar Eclipses", 27-29 marzo, Waw An Namos, Libia.

Moreno-Insertis F. "Transport of the Solar Magnetic Field" en "IAU Symp. No. 233: Solar Activity and its Magnetic Origin", 31 marzo - 3 abril, El Cairo, Egipto.

Rebolo R. "Results from COSMOSAMAS: CMB and Foregrounds" en "Francesco Melchiorri Memorial Conference", 12-15 abril, Roma, Italia.

Rodríguez-Espinosa J.M. "The GTC Facility Instruments" en "Astronomical Telescopes and

Instrumentation 2006: Probing the Universe from Ground and Space (SPIE)", 24-31 mayo, Orlando, Florida, EEUU.

Griffin M.J. et al. (Incluye Pérez-Fournon I.) "Extragalactic Science with Herschel-SPIRE" en "Studying Galaxy Evolution with Spitzer and Herschel", 29 mayo - 2 junio, Creta, Grecia.

Shahbaz T. "High-Speed Optical Observations of X-Ray Binaries" en "High Time Resolution Astrophysics", 6-7 junio, Galway, Irlanda.

Martín E.L. "Eclipsing Binaries from Antarctic" en "Optical and Infrared Wide Field Astronomy in Antarctic", 14-16 junio, París, Francia.

Herrero A. "Massive Stars with GTC" en "First Light Science with the GTC", 28-30 junio, Miami, Florida, EEUU.

Rodríguez-Espinosa J.M., Alvarez P. "The GTC: Getting ready for First Light" en "First Light Science with the GTC", 28-30 junio, Miami, Florida, EEUU.

Peimbert M., Peimbert A., Esteban C., García Rojas J., Bresolin, F., Carigi L., Ruiz, M.T., López-Sánchez, A.R. "The Calibration of the O/H Abundance Indicators for Extragalactic HII Regions Based on OII Recombination Lines" en "First Light Science with the GTC", 28-30 junio, Miami, Florida, EEUU.

Tenorio-Tagle G., Silich S., Muñoz-Tuñón C. "The Physics of Supergalactic Winds" en "The Fate of Gas in Galaxies", 12-14 julio, Dwingeloo, Países Bajos.

Pérez-Fournon I. "Formation and Evolution of Galaxies with SWIRE" in "36th COSPAR Scientific Assembly: Advances in FIR and Submillimeter Astrophysics", 16-23 julio, Pekín, China.

Rebolo R. "CMB Observations from Tenerife: Implications on Angular Spectrum and New Foregrounds" en "Benasque 2006 Workshop on Modern Cosmology", 30 julio -18 agosto, Benasque, Huesca.

Moreno-Insertis F. "Magnetic Flux Emergence into the Solar Atmosphere" en "SHINE 2006 Workshop", 31 julio - 4 agosto, Zermatt, Uta, EEUU.

Casares J. "Observational Evidence of Stellar Mass Black Holes" en "IAU Symposium No. 238: Black Holes - from Stars to Galaxies", 21-25 agosto,

Praga, República Checa.

Trujillo-Bueno J. "Radiative Transfer Modeling of the Hanle Effect in Convective Atmospheres" en "IAU Symp. 239: Convection in Astrophysics", 21-25 agosto, Praga, República Checa.

Santander-García M. "New Insights into the Dynamics and Expansion Parallax of Nebulae around Symbiotic Miras" en "Evolution and Chemistry of Symbiotic Stars, Binary Post-AGB and Related Objects", 28-30 agosto, Wierzba (Mazury Lakes), Polonia.

Gallart C. "The Star Formation History of the Universe: Constraints from Nearby Dwarf Galaxy" en "VII Reunión Científica de la SEA 2006", 12-15 septiembre, Barcelona.

Trujillo-Bueno J. "A New Way for Exploring Solar and Stellar Magnetic Fields" en "VII Reunión Científica de la SEA 2006", 12-15 septiembre, Barcelona.

Collados M. "Polarimetry in the Visible and Near-Infrared" en "Modern Solar Facilities - Advanced Solar Science", 27-29 septiembre, Göttingen, Alemania.

Ruiz-Cobo B. "Inversion Techniques: From Observations to Atmospheres" en "Modern Solar Facilities - Advanced Solar Science", 27-29 septiembre, Göttingen, Alemania.

Oscos A. "Presente y futuro de la Astronomía en el Observatorio del Teide" en "VII Reunión Científica de la SEA 2006", 12-15 septiembre, Barcelona.

Pérez-Fournon I. "Herschel-Spire and Extragalactic Science" en "VII Reunión Científica de la SEA 2006", 12-15 septiembre, Barcelona.

Martínez-Pillet V. "How to Measure Solar Magnetic and Velocity Fields" en "II Solar Orbiter Workshop", 16-20 octubre, Atenas, Grecia.

Vazdekis A. "New Roads for Understanding the Stellar Populations in Early-Type Galaxies" en "From Stars to Galaxies: Building the Pieces to Build up the Universe", 16-20 octubre, Venecia, Italia.

Rebolo R. "CMB Observations other than WMAP" en "Xth Paris Cosmology Colloquium", 26-28 octubre, París, Francia.

MEMORIA
2006 IAC

228

COMUNICACIONES A CONGRESOS INTERNACIONALES

Overestimate the Nitrogen Abundances of FLIERs"

Gonçalves D.R., Magrini L., Leisy P., Corradi R.L.M. "The Chemical Content of Nearby Galaxies: NGC 147"

Peimbert A., Peimbert M., Ruiz M.T., Esteban C. "High-Resolution Spectroscopy of PB 6"

Santander-García M., Corradi R.L.M., Whitelock P.A., Munari U., Mampaso A., Marang F., Boffi F., Livio M. "He 2-147: A Case in which the Expansion Parallax Method Fails"

Viironen K., Sabin L., Rodríguez-Flores E.R., Mampaso A., Corradi R.L.M., Greimel R. "New Planetary Nebula found by the IPHAS Survey"

Viironen K., Sabin L., Rodríguez-Flores E.R., Mampaso A., Corradi R.L.M., Greimel R. "New Planetary Nebulae found by the IPHAS Survey"

Manchado A., Villaver E., García-Segura G., Acosta-Pulido J.A., Barrena R. "Molecular Hydrogen Cometary Knots in NGC 6853"

"RAS National Astronomy Meeting 2006", 3-7 abril, Leicester, Reino Unido

Hammersley P.L. "Instrumentation for the GTC"

"14th SEAC International Conference on Archaeoastronomy: «Ancient Watching at Cosmic Space and Observation of Astronomical Phenomena", 6-10 abril, Rodas, Grecia

Belmonte J.A., Tejera A., Perera M.A., Marrero R. "On the Orientation of pre-islamic Temples of North-West Africa: A Reappraisal New Data in Africa Proconsularis"

González-García A.C., Costa-Ferrer L. "Orientation of Megaliths in Germany and the Netherlands"

"New Generation Large Aperture Solar Telescopes: Science Drivers, Observational Strategies and Perspectives", 10-12 abril, Monte Porzio Catone, Italia

Collados M. "Why Polarimetry beyond the Present Capabilities?"

Sánchez-Almeida J. "The Physics is in the Small Scales"

"IV Workshop: Estallidos de Formación Estelar en Galaxias", 25-27 enero, Madrid

Caon N., Cairós L.M. "The Puzzling Structure and Kinematics of Mrk 35"

Aguerri J.A.L. "Intraclusters Light in Virgo Cluster"

Sánchez-Janssen R. "Physical Properties of Nearby Galaxy Clusters in the SDSS"

Delgado E. "SPH, a Flexible Tool to Model Star Formation"

Amorin R. et al. "The Stellar Host in Blue Compact Dwarf Galaxies: The need of a 2D Fit"

Ramos-Almeida C., Pérez García A.M., Acosta-Pulido J.A., Rodríguez-Espinosa J.M., Barrena R., Manchado A. "The Narrow-Line Region of the Seyfert 2 Galaxy Mrk 78: An Infrared View"

Martínez-Delgado et al. "3D Spectroscopy of Blue Compact Dwarf Galaxies"

"2nd Miniworkshop on Supernova Remnants and Microquasars", 30 enero – 1 febrero, Barcelona

Costado Dios M.T., Panniello M., Delgado C., García-López R.J. "W44 and W66 Signal Search"

"VIII Torino Workshop on Nucleosynthesis AGB Stars", 6-10 febrero, Granada

García-Hernández D.A., García-Lario P., Plez B., Manchado A., D'Antona F., Lub J., Habing H., "s-Process Nucleosynthesis in Massive Galactic O-Rich AGB Stars"

"III Taller de Ciencias Planetarias", 6-9 marzo, Colonia del Sacramento, Uruguay

Alvarez-Candal A., Licandro J., de León J., Pinilla-Alonso N., Lazzaro D. "Asteroides en órbitas cometarias"

Sosa N., Licandro J., Fernández J. "Producción de polvo en el cometa 29P/Schwassmann-Wachmann 1"

Melita M., Licandro J., Jones D., Williams I.P. "Caracterización física y dinámica de los asteroides Troyanos"

"Globular Clusters: Guides to Galaxies", 6-10 marzo, Concepción, Chile

Cenarro A.J., Beasley M.A., Strader J., Brodie

J.P. "Keck Spectroscopy of Globular Clusters in NGC1407"

"Reunión Venezolana de Astronomía", 13-17 marzo, Mérida, Venezuela

García López R. "Retos tecnológicos en Astrofísica: la experiencia del IAC"

"Galaxies as Astrophysical and Cosmological Probes", 12-17 marzo, Ringberg, Alemania

Martínez-Delgado D. "Clues on the Shape of the Milky Way Dark Matter Halo" - "The Origin of a Giant Tidal Stream Remnant in Virgo"

"Galaxies and Structures through Cosmic Times", 26-31 marzo, Venecia, Italia

Gutiérrez C.M. "Optical and Near IR Searches for High Redshift Clusters"

"IAU Symp. 233: Solar Activity and its Magnetic Origin", 31 marzo – 3 abril, El Cairo, Egipto

Archontis V., Moreno-Insertis F., Galsgaard K., Hood A.W. "Flux emergence and interaction with a coronal field: 3D MHD simulations"

"IAU Symp. 234: Planetary Nebulae in our Galaxy and Beyond", 3-7 abril, Big Island, Hawaii, EEUU

García-Hernández D.A., García-Lario P., Plez B., Manchado A., D'Antona F. "Metallicity Effects in the Chemical Evolution from AGB Stars to PNe"

Corradi R.L.M. "Macrostructures and Microstructures in Planetary Nebulae"

Stanghellini L., García-Lario P., Manchado A., Perea-Calderon J.V., García-Hernández D.A., Shaw R.A., Villaver E. "The IRS Spitzer Spectra of the Magellanic Cloud Planetary Nebulae: Revealing the Dust and Gas Chemistry"

Villaver E., Manchado A., García-Segura G., Stanghellini L. "How Planetary Nebulae Shells Interact with their Local Environment"

Corradi R.L.M., Buzzoni A., Arnaboldi M. "The Luminosity-Specific Planetary Nebulae Density in Local Group Galaxies"

Dobrincic M., Villaver E., Guerrero M.A., Manchado A. "Kinematical Analysis of Bipolar Planetary Nebulae"

Gonçalves D.R., Ercolano B., Camero A., Mampaso A., Corradi R.L.M., Barlow M.J. "Proving that ICFs

Castro-Tirado A.J. et al. (Incluye Casares J.) "BOOTES-IR: A Robotic NIR Astronomical Observatory devoted to Follow-up of Transient Phenomena"

Gandorfer A.M. et al. (Incluye Martínez Pillet V.) "SUNRISE: High Resolution UV/VIS Observations of the Sun from the Stratosphere"

Montoya-Martínez L., Reyes M., Schumacher A., Hernández E. "DIPSI: The Diffraction Image Phase Sensing Instrument for APE"

García-Lorenzo B., Fuensalida J.J. "Automatic Determination of Atmospheric Turbulence Wind Profiles using Wavelets"

Varela A.M., Muñoz-Tuñón C., García-Lorenzo B., Fuensalida J.J. "Tropospheric Wind Regimes and Site Topography Effects: Importance for Site Characterization"

Yaitskova N. et al. (Incluye Reyes M., Montoya L.) "The Active Phasing Experiment Part I: Concept and Objectives"

Gonte F. et al. (Incluye Reyes M.) "The Active Phasing Experiment Part II: Design and Developments"

Dohlen K. et al. (Incluye Montoya L., Hernández E., Reyes M.) "ZEUS: A Cophasing Sensor Based on the Zernike Phase Contrast Method"

Rodríguez-Espinosa J.M., Alvarez P., García-Vargas M.L. "GTC Facility Instruments: Main Features and Readiness Status"

García-Vargas M.L., Rodríguez-Espinosa J.M., Martín-Fleitas J.M., Kohley R., Sánchez-Blanco E., Hammersley P.L., Cabrera A., Maldonado M., Vilela R. "Getting ELMER ready for Science: Laboratory Tests"

Garzón F., Abreu D., Barrera S., Becerril S., Cairós L.M., Díaz J.J., Fragoso A.B., Gago F., Grange R., González C., López P., Patrón J., Pérez J., Rasilla J.L., Redondo P., Restrepo R., Saavedra P., Sánchez V., Tenegi F., Vallbé M. "EMIR: The GTC NIR Multi-Object Imager-Spectrograph"

López J.A., Bringas V., Cuevas S., Díaz J.J., Eikenberry S.S., Espejo C., Estrada R., Flores-Meza R., Fuentes F.J., Garzón F., Hammersley P.L., Montoya J.M., Prieto A., Sánchez B., Toral R., Watson A. "FRIDA: Integral-Field Spectrograph and Imager for the Adaptive Optics System of the Gran Telescopio Canarias"

Teuwen M., Janssen H., Geurink R., Redondo P.,

Díaz-García J.J. "Development of Configurable Slit Unit for GTC-EMIR"

Herrera G.A., Gigante J.V., Joven E., Pérez A., Cepa J. "Enhancements over the Electronic Control for OSIRIS-GTC Fabry-Perot Tunable Filters"

Sánchez V., Barrera S., Becerril S., Correa S., Pérez J., Redondo P., Restrepo R., Saavedra P., Tenegi F., Patrón J., Garzón F. "Status of the EMIR Mechanical System"

"SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2006: Technology Advancements", 24-31 mayo, Orlando, Florida, EEUU

Rodríguez-Ramos J.M., Marichal-Hernández J.G., Rosa F. "Modal Fourier Wavefront Reconstruction using Graphics Processing Units"

Rodríguez-Ramos L.F., Viera T., Herrera G., Gigante J.V., Gago F., Alonso A. "Testing FPGAs for Real-Time Control of Adaptive Optics in Giant Telescopes"

Garzón F., Atad-Etchedgui E., Hammersley P.L., Henry D., Norrie C., Redondo P., Zamkotsian F. "SMART-MOS: A NIR Imager-MOS for the ELT"

"Mass Loss from Stars and Stellar Clusters", 29 mayo – 1 junio, Lunteren, Países Bajos

Lenorzer A. "Wind Diagnostics from NIR Lines"

"Studying Galaxy Evolution with Spitzer and Herschel", 29 mayo – 2 junio, Creta, Grecia

Hatziminaoglou E. & the SWIRE Team "Infrared Constraints on AGN Tori Models"

"Corot Week 10", 6-9 junio, Niza, Francia

Deeg H.J., Almenara J.M. "Results of the Second Blind Test Exercise: The IAC Team"

"The Metal Rich Universe", 11-16 junio, Los Cancajos, Breña Baja. La Palma

Simón-Díaz S. "Stella vs. Nebular Abundances in the Orion Nebula"

Rebolo R. "Metal Rich Stars Orbiting Black Holes and Neutron Stars"

Ecuvillon A., Israelian G., Pont F., Santos N.C., Mayor M. "Kinematics of Metal-Rich Stars with and without"

**"Francesco Melchiorri Memorial Conference",
12-15 abril, Roma, Italia**

Iglesias-Groth S. "Anomalous Microwave Emission:
The Role of Fullerenes"

"17th SOT Meeting", 17-20 abril, Tokio, Japón

Centeno R., Collados M., Trujillo Bueno J. "TIP II
+ He 10830: Diagnosing the High Chromosphere"

**"Ischia CMB 2006 - International Events", 18-22
abril, Ischia, Nápoles, Italia**

Watson R.A. "Perseus Anomalous Emission as
seen by VSA"

Hildebrandt S., Rebolo R., Gutiérrez C.M., Watson
R.A., Rubiño-Martín J.A. "COSMOSOMAS
observations of the CMB and Galactic Foregrounds
at 10-17 GHz"

**"Les Houches School on Dust from Fundamental
Studies to Astronomical Observations", 30 abril
– 5 mayo, Les Houches, Francia**

Iglesias-Groth S. "The Role of Fullerenes in
the Interstellar Medium: Extinction, DIBs and
Anomalous Microwave Emission"

**"The Future of Photometric, Spectrophotometric
and Polarimetric Standardization", 8-11 mayo,
Blankenberge, Bélgica**

Hammersley P.L. "Extension of the Techniques
Developed to Calibrate ISO to the Calibration of
10 m Class Ground Based Telescopes"

Di Cesare M.A., Hammersley P.L., Rodríguez
Espinosa J.M. "Spectrophotometric Calibration of
the 10-m GTC Telescope at La Palma Observatory"

Monelli M., Bono G. "Hints about the Reduction
and Calibration of Wide Field Imagers"

Martín-Luis F., Kidger M. "Mid-Infrared Calibration
of a Dense Spatial Network of Stars for
Accurate Absolute Spectrophotometry: A New
Approach for a New Generation Telescope"

**"Massive Stars: From Pop III and GRBs to the
Milky Way", 8-11 mayo, Baltimore, Maryland,
EEUU**

García M., Herald J., Bianchi L. "The Effective
Temperature Scale of O-type Stars in the Milky
Way. Comparative Analyses from WM-basic and

CMFGEN"

**"International Workshop on Redshift
Mechanisms in Astrophysics and Cosmology";
15-18 mayo, Clonakilty, Irlanda**

López-Corredoira M. "Galaxy-Galaxy and Galaxy-
QSO Discordant Associations"

**"Galaxies in the Cosmic Web", 15-19 mayo,
Nuevo México, EEUU**

Patiri S. "The Properties of Galaxies in Voids"

Patiri S., Carretero C., Trujillo I. "Detection of the
Effect of Cosmological Large-Scale Structure on
the Orientation of Galaxies"

Betancort-Rijo J. "Probabilities of Voids"

**"The Nature of V838 Mon and its Light Echo",
16-19 mayo, La Palma**

Santander M. "Light-Echo Evolution from INT
Observations"

**"SPIE Astronomical Telescopes and
Instrumentation 2006: "Space Telescopes
and Instrumentation I: Optical, Infrared, and
Millimeter" 24-31 mayo, Orlando, Florida, EEUU**

Griffin M. et al. (Incluye Pérez-Fournon I.)
"Herschel-SPIRE: Design, Performance, and
Scientific Capabilities"

Mennella A. et al. (Incluye Hoyland R.) "Calibration
and Testing of the Planck-LFI QM Instrument"

Alvarez-Herrero A. et al. (Incluye Martínez-Pillet V.,
Bonet J.A. "Lithium Niobate Fabry-Perot Etalons
in Double-Pass Configuration for Spectral Filtering
in the Visible Imager Magnetograph IMAx for the
SUNRISE Mission"

Alvarez-Herrero A. et al. (Incluye Martínez-Pillet V.,
Bonet J.A., Collados M., Jochum L., Ballesteros E.,
Medina-Trujillo J.L., Ruiz-Cobo B., González J.C.)
"Detailed Design of the Imaging Magnetograph
Experiment (IMaX): A Visible Imager Magnetograph
for the Sunrise Misión"

**"SPIE Astronomical Telescopes and
Instrumentation 2006: Ground-based and
Airborne Telescopes", 24-31 mayo, Orlando,
Florida, EEUU**

Alvarez P., Castro López-Tarruella J., Rodríguez-
Espinosa J.M. "The GTC Project: Preparing the
First Light"

Vallbé M., Cairós L.M., Garzón F. "The Comisioning of EMIR"

Di Césare M.A., Hammersley P.L., Rodriguez Espinosa J.M. "GTC Photometric Calibration"

Bouy H., Martín E.L., Huelamo N., Basri G. "VLT/VISIR Mid-IR Observations of Brown Dwarfs, Future Prospects with GTC/Canaricam"

Martínez-Delgado D. "Tracing Galactic Tidal Stream with GTC"

Castro-Rodríguez N., Herrero A., Trundle C., Bressolin F., García M. "VLT Spectroscopy of Masive Stars in NGC55"

Pérez-García A.M., Alfaro E., Cepa J., Bongiovanni A., Castañeda H.O., Gallego J., González-Serrano J.I., González-González J.J., Sánchez-Portal M. "The OTELO Project: Stelar Component in the Groth Field"

Iglesias-Groth S. "Searching with GTC for the Carrier of the Anomalous Microwave Emission"

Drozdovsky I., Aparicio A., Gallart C., Hidalgo S., Monelli M., Bernanrd E., Tikhonov N., Galazutdinova O. "The Stellar Structures around Disk Galaxies"

Gallart C., Aparicio A., Bernard E., Carrera R., Drozdovsky I., Hidalgo S., Marín-Franch A., Meschin I., Monelli M., Noël N., Rosenberg A. "Studying Galaxy Formation and Evolution from the Local Group galaxies"

López-San Juan C., Balcells M., Prieto M., Hornillos C., Erwin P., Abreu D., Eliche C., García-Dabo C.E., Domínguez-Palmero L.F., Zumsteg, J. "Merger Fraction in the Groth Strip"

Abreu D., Balcells M., García C.E., Prieto M., Eliche C. "Ks Band-Selected Galaxy Catalog $0 < z < 5$ "

Sánchez-Portal M., Pérez-García A.M., Povic M., Cepa J., Alfaro E., Bongiovanni A., Castañeda H.O., Gallego J., González-Serrano J.I., González-González J.J. "The OTELO Project: Deep X-Ray and Optical Observations of the Groth Strip"

Cepa J., Alfaro E., Bongiovanni A., Castañeda H.O., Gallego J., González-Serrano J.I., González-González J.J., Jones H., Pérez-García A.M., Sánchez-Portal M. "The OTELO Project"

Prieto M., Eliche C., Balcells M., García-Dabo C.E., Erwin P., Hornillos C. "GOYA Survey: U, B and K Galaxy Number Counts"

Domínguez-Palmero L.F., Balcells M., Prieto M. "Bulges Colors of Intermediate Redshifts"

Martín-Fleitas J.M., García-Vargas M.L., Cabrera A., Kohley R., Hammersley P.L., Sánchez-Blanco E., Maldonado M. "Elmer Imaging: Characterization and Performance results from the Pre-shipping Acceptance Tests"

Martínez-Delgado D., Peñarrubia J., Zucker D., Trujillo I., Alfaro E.J., Pohlen M., Juric M., Gabany R.J. "Fossils and Survivors: Near Field Hierarchical Galaxy Formation with GTC"

Juncosa R., Gutiérrez C.M. "A Catalogue of High Redshift Clusters"

Cabrera-Lavers A., García-Vargas M.L., Martín-Fleitas J., Kohley R., Sánchez-Blanco E., Hammersley P.L., Maldonado M., Vilela R., Barreto J.L. "Elmer Imaging: Characterization and Performance Results: From the pre-shipping Acceptance Tests"

"Cosmic Stories: Bernard's Journey across the Universe", 26-30 junio, Valencia

Rubiño J.A. "Searching for missing Baryons with the Sunyaev-Zel'dovich Effect"

Peñarrubia J., Martínez-Delgado D. "Tidal Streams in the Galactic Halo"

Martínez-Delgado D., Peñarrubia J., Zucker D., Trujillo I., Alfaro E.J., Pohlen M., Juric M., Gabany R.J. "Fossils and Survivors: Near Field Hierarchical Galaxy Formation with GTC"

Rubiño J.A. et al. "Lines in the CMB Spectrum from the Epoch of Cosmological Recombination"

"Fine-Tuning Stellar Population Models", 26-30 junio, Leiden, Países Bajos

Vazdekis A. "Spectral Synthesis at Moderately High Resolution"

"Trans Neptunian Objects Dynamical and Physical Properties", 3-7 julio, Catania, Italia

Pinilla-Alonso N., Licandro J., Brunetto R., Strazulla G. "Charon-like Objects"

Campins H., Ziffer J., Licandro J., Fernández Y., Pinilla-Alonso N. "Near-infrared Spectral Similarities between Cometary Nuclei and Trojan Asteroids"

Brunetto R., Leto G., Licandro J., Pinilla-Alonso N., Strazulla G. "Irradiation of Water, Ammonia

Carrera R., Gallart C., Hardy E., Costa E., Méndez E. "The Chemical Enrichment History of the Magellanic Clouds"

González-Hernández J.I., Rebolo R., Israelian G., Harlaftis E.T., Filippenko A.V., Chornock R. "On the Origin of the Black Hole in the X-Ray Binary XTE J1118+480"

Shchukina N.G., Trujillo-Bueno J., Israelian G., Ecuivillon A., Santos N.C. "NLTE Abundances of Fe and Ti in Metal-Rich Solar-Type Stars"

"LISA V (Library and Information Services in Astronomy V)", 18-21 junio, Cambridge, Massachussets, EEUU

Mahoney T. "Do Electronic Publications really have a Future?"

"PARA'06: Workshop on State-Of-The-Art in Scientific and Parallel Computing", 18-21 junio, Umea, Suecia

López-Ramos P., Mediavilla E., Dorta A., de Sande F. "Generation of Microlensing Magnification Patterns with High Performance Computing Techniques"

Almeida F., Delgado C., García-López R.J., Sande F. "Parallelization of a Public Astronomical Image Restoration Algorithm"

"The Dark Side of the Universe", 19-24 junio, Madrid

Delgado C. "Characteristics and Performance of the GAW Experiment for a Large of Field View Cerenkov Gamma-Ray Telescope"

"Fine-Tuning Stellar Population Models", 26-30 junio, Leiden, Países Bajos

Aparicio A., Hidalgo S., Gallart C., Cassisi S. "Resolved Stellar Populations: Lessons for Stellar Population Modeling"

Cenarro A.J., Beasley M.A., Strader J., Brodie J.P., Forbes D.A. "Extragalactic Globular Clusters: New Clues to Constrain Stellar Population Models"

Vazdekis A. et al. "Spectral Synthesis at Moderately High Resolution"

"Mapping the Galaxy and Nearby Galaxies", 26-30 junio, Isla Ishigaki, Japón

Beckman J.E., Erwin P., Pohlen M., Gutiérrez L., Aladro R., Trujillo I. "The External Zones or Spiral Galaxies: Truncations, No Truncations and

Antitruncations"
de Lorenzo-Cáceres A., Vazdekis A., Aguerri J.A.L. "Galaxies with Nested Bars Constraining their Formation Scenario"

Azzollini J.R., Beckman J.E. "Star Formation Morphology in a Sample of Local Galaxies"

Carretero C., Patiri S., Trujillo I. "Detection of the Effect of Cosmological Large-Scale Structures on the Orientation of Galaxies"

Mahoney T., López-Corredoira M., Cabrera-Lavers A., Hammersley P.L., Garzón F., González C. "Mapping the Inner Boxy Bulge of the Milky Way"

"First Light Science with the GTC", 28-30 junio, Miami, Florida, EEUU

Garzón F., Abreu D., Barrera S., Becerril S., Cairos L.M., Díaz J.J., Fragoso A., Gago F., López P., Patrón J., Pérez J., Rasilla J.L., Redondo P., Restrepo R., Saavedra P., Sánchez V., Tenegi F., Vallbé M. "EMIR, the GTC NIR Imager Spectrograph"

Sánchez-Portal M., Pérez-García A.M., Povic M., Cepa J., Alfaro E., Bongiovanni A., Castañeda H.O., Gallego J., González-Serrano J.I., González-González J.J. "OSIRIS Assembly and Integration"

García-Vargas M.L., Martín-Fleitas J.M., Rodríguez-Espinosa J.M., Cabrera A., Kohley R., Hammersley P.L., Sánchez-Blanco E., Maldonado M., Vilela R. "ELMER Performance; Results of Laboratory Tests"

Martín E.L. "Brown Dwarf Candidates ready for GTC Follow-up"

Rebolo R., González-Hernández J., Israelian G. "Chemical Composition of Black Hole and Neutron Star Companions"

Marín-Franch A., Aparicio A. "Surface Brightness Fluctuations in Stellar Populations"

Hammersley P.L., Garzón F., Cabrera A., López-Corredoira M., González C., Mahoney T. "EMIR Spectroscopic Survey of the Inner Galaxy"

Balcells M. "The Formation Epoch for Ellipticals and other Red-Sequence Galaxies"

Sánchez B., Bringas V., Cuevas S., Díaz J.J., Eikenberry S., Espejo, Flores R., Fuentes F.J., Gallego J., Garzón F., Hammersley P.L., López J.A., Pello R., Prieto A., Watson A. "FRIDA Management Plan"

Cobos J.D., González J.J., Rasilla J.L. "Expected OSIRIS Efficiency"

Manchado A. "H α Luminosity Function of z=1 Galaxies"

Amorín R. et al. "The Structure of the Stellar Host in Blue Compact Dwarf Galaxies"
Rodríguez-Eugenio N., Noeske K.G., Acosta-Pulido J.A., Prada F., Manchado A., and AEGIS Team "Star Formation Rates of a z~1 DEEP2 Galaxy Sample from LIRIS Multi-Slit Ha Spectroscopy"

"IAU Symp. No. 236: Near Earth Objects, our Celestial Neighbors: Opportunity and Risk", 14-18 agosto, Praga, República Checa

Duffard R., Lazzaro D., de Leon J., Licandro J., Serra-Ricart M. "A Mineralogical Analysis of Three Basaltic Asteroids in the NEO Population"

Licandro J. "Comet-Asteroid Transition Objects"

"IAU Symposium No. 237: Triggered Star Formation in a Turbulent ISM", 14-18 agosto, Praga, República Checa

Tenorio-Tagle G., Muñoz-Tuñón C., Pérez E., Silich S., Telles E. "On the Structure of Giant HII Regions and HII Galaxies"

Silich S., Tenorio-Tagle G., Muñoz-Tuñón C., Palous J. "Super Massive Star Clusters: From Superwinds to a Cooling Catastrophe and the Re-processing of the Injected Gas"

Kehrig C., Vilchez J.M., Sánchez S., Telles E., López-Martín L., Martín-Gordon D., Reverte D., Pérez-Montero E. "3D Spectroscopy of the Low-Metallicity HII Galaxies IZw18 and IIZw70"

Relaño M., Beckman J.E., Daigle O. "An Evolutionary Sequence of Expanding Hydrogen Shells in Galaxy Discs"

Beckman J.E., Gutiérrez L., Giammanco C. "HST Emission Line Images of the Orion HII Region: Proper Motions and Possible Variability"

"Neutron Stars and Black Holes in Star Clusters (JD 06 of the 2006 IAU General Assembly)", 17-18 agosto, Praga, República Checa

Muñoz-Darias T., Casares J., Martínez-Pais I.G. "The K-Correction for LMXBs. Application to X1822-371 and GX339-4"

"Calibrating the Top of the Stellar Mass-Luminosity Relation (JD 05 of the 2006 IAU General Assembly)", 21-22 agosto, Praga, República Checa

Herrero A. "Spectroscopic versus Evolutionary Masses"

"IAU Symp. No. 238: Black Holes – from Stars to Galaxies", 21-25 agosto, Praga, República Checa

Muñoz-Darias T., Casares J., Martínez-Pais I.G. "The K-Correction for LMXBs: Application to X1822-371 and GX339-4"

Bouy H. "Recent Results on the Multiplicity of BD in Pleiades and Usco"

Bouy H. "The Presence of Disks around some Binaries in Usco"

González Hernández J.I., Rebolo R., Israelian G., Harlaftis E.T., Filippenko A.V., Chornock "On the Origin of the Black Hole in the X-Ray Binary XTE J1118+480"

"Exploiting Large Surveys for Galactic Astronomy Stars (JD 13 of the 2006 IAU General Assembly)", 22-23 agosto, Praga, República Checa

Groot P.J., Drew J., Greimel R., Gaensicke B., Knigge C., Irwin M., Mampaso A., Augusteijn T., Morales-Rueda L., Barlow M., Iphas Collaboration, Uvex Collaboration, Vphas+Collaboration "The European Galactic Plane Surveys: EGAPS"

"Highlights of Recent Progress in the Seismology of the Sun and Sun-Like Stars (JD 17 of the 2006 IAU General Assembly)", 23 agosto, Praga, República Checa

García R.A., Turck-Chièze S., Jiménez-Reyes S.J., Ballot J., Pallé P.L., Eff-Darwich A., Mathur S., Provost J. "Knowledge of the Solar Core Dynamics through g Modes"

"Evolution and Chemistry of Symbiotic Stars, Binary Post-AGB and Related Objects", 28-30 agosto, Wierzba (Mazury Lakes), Polonia

Corradi R.L.M. "Search for Symbiotic Stars in the Galaxy"

"European Galactic Plane Surveys (EGAPS) Inaugural Meeting: Workshop on Science with New-Generation Optical/NIR Galactic Plane Surveys", 11-13 septiembre, Cambridge, Reino Unido

Mampaso A. "Spectroscopic Follow-up of New IPHAS Nebulae"

Viironen K., Mampaso A. "Searching for Compact Planetary Nebulae in IPHAS"

Mahoney T. "Structure of the Inner Galaxy"

and their Mixtures"

"Reunión de la Sociedad Astronómica Brasileña", 30 julio - 3 agosto, Atibaia, Brasil

de la Rosa I.G., de Carvalho R.R., Vazdekis A., Barbuy B. "Looking for Truncated Star Formation in Compact Groups of Galaxies"

"Benasque 2006 Workshop on Modern Cosmology", 30 julio - 18 agosto, Benasque, Huesca

Rubiño-Martín J.A. "Lines in the CMB Frequency Spectrum from the Epoch of Recombination"

"Cosmic Frontiers", 31 julio - 4 agosto, Durham, Reino Unido

Vallbé M., Balcells M. "The GOYA Survey"

"SOHO-18 / GONG2006 / HELAS I: Beyond the Spherical Sun: A New Era of Helio- and Asteroseismology", 7-11 agosto, Sheffield, Reino Unido

García R.A., Turck-Chieze S., Jiménez-Reyes S.J., Ballot J., Pallé P.L., Eff-Darwich A., Mathur S., Provost J. "Detection of Periodic Signatures in the Solar Power Spectrum. On the Track of $l=1$ Gravity Modes"

Appourchaux T. et al. (Incluye Jiménez A.) "Recent Progress on g-mode Search"

García R.A., Turck-Chieze S., Jiménez-Reyes S.J., Ballot J., Pallé P.L., Eff-Darwich A., Mathur S., Provost J. "Detection of Periodic Signatures in the Solar Power Spectrum. On the Track of $l=1$ Gravity Modes"

Eff-Darwich A., Korzennik S., Jiménez-Reyes S., García R. "On the Direct Determination of Sensitivity, Resolution and Information Content of Helioseismic Data - Application to the Inversion of the Solar Rotation Rate"

Elsworth Y. et al. (Incluye Jiménez A.) "The Internal Structure of the Sun Inferred from g modes and Low-Frequency p modes"

Jiménez A., Jiménez-Reyes S.J., García R.A. "A New Method to estimate the Acoustic cut-off Frequency of the Sun using the Different Properties between p-modes and pseudomodes of Low Degree"

New R., Chaplin W.J., Elsworth Y.P., García R.A., Jiménez-Reyes S.J. "Analysis of Velocity-Noise Variations arising from Photon-Noise in Data from the GOLF Instrument"

Lefebvre S., García R.A., Jiménez-Reyes S.J., Turck-Chieze S. "Comparison of the Solar Velocity Spectrum from MDI and GOLF during Cycle 23"

Salabert D., Jiménez-Reyes S.J. "Solar-Activity Changes in p-mode Damping and Excitation Observed in LOWL Data"

Salabert D., Jiménez-Reyes S.J. "Solar-Cycle Variations in p-mode Frequencies and even-order Splitting Coefficients from LOWL Observations"

Chaplin W.J. et al. (Incluye Jiménez A., Jiménez-Reyes S.J., Pallé P.L., Régulo C.) "Rotation Inversions of Artificial SolarFLAG Sun-as-a-Star Data"

Ballot J., Jiménez-Reyes S.J., García R.A. "How GOLF sees the Second Helium Ionization Layer across the Solar Cycle"

Simoniello R., Jiménez-Reyes S.J. "Dynamics Study of Solar Oscillations and Granulation with Themis"

Simoniello R., Chaplin W.J., Elsworth Y., New R. "A Study of the Role of Phase Evolution in the Amplitudes of Low Degree Solar p modes"

Simoniello R., Chaplin W.J., Elsworth Y., García R. "Reliable Analysis of Power and Phase Features as seen from BiSON and GOLF Observations"

Nghiem P.A.P., García R.A., Jiménez-Reyes S.J. "Solar Mean Magnetic Field near the Surface and its Variation during a Cycle"

Baran A., Oreiro R., Pigulski A., Pérez-Hernández F., Ulla A. and collaborators "Change of Splittings in the Pulsating Subdwarf Balloon09010001"

Vázquez Ramió H., Régulo C., Roca Cortés T. "Phenomenological Simulation of the Total Solar Irradiance and its Power Spectrum"

"Interaction of Stars with their Environment III", 9-11 agosto, Visegrád, Hungría

Relaño M., Beckman J.E., Daigle O. "Evolutionary Sequence of Expanding Hydrogen Shells in Galaxy Discs"

"IAU Symp. No. 235: Galaxy Evolution across the Hubble Time", 14-17 agosto, Praga, República Checa

Padilla C., Rebolo R., Génova-Santos R., Gutiérrez C.M., Rubiño-Martín J.A. "Baryonic Matter at Supercluster Scales: The Case of Corona Borealis"

Coimbra, Portugal

Merenda L, Trujillo-Bueno J., Collados M. "A Magnetic Map of a Solar Filament"

Manso R., Trujillo-Bueno J. "The Scattering Polarization of the Ca II IR Triplet for the Diagnostics of the Solar Chromosphere"

Centeno R., et al. "Influence of UV Coronal Irradiation on the Stokes Profile of the He 10830 A Triplet"

Asensio-Ramos A., Trujillo-Bueno J. "A user-friendly Code for the Diagnostics of the Dynamical and Magnetic Properties of Chromospheric Plasma Structures"

Belluzzi L., Landi Degl'Innocenti E., Trujillo-Bueno J. "Theoretical Investigation of the Polarimetric Properties of the D2 Lines of Alkali Atoms"

Trujillo Bueno J., Ramelli R., Merenda L., Bianda M. "The Magnetic Fields of Solar Chromospheric Spicules"

"Science Perspectives for 3D Spectroscopy", 10-14 octubre, Garching bei München, Alemania

López R., Sánchez S.F., García-Lorenzo B., Estalella R., Gómez G., Riera A., Exter K. "3D Spectroscopy of Herbig-Haro objects"

"6th Workshop of the European Astrobiology Network Association. (EANA)", 16-18 octubre, Lyon, Francia

Pallé E., Montañés-Rodríguez P., Vázquez M. "The Many Faces of Earth"

"From Stars to Galaxies: Building the Pieces to Build up the Universe", 16-20 octubre, Venecia, Italia

Gallart C. "Old Main Sequence turnoff Photometry of Isolated Local Group Dwarf Galaxies: First Results of an ACS Large Program"

de Lorenzo-Cáceres A., Vazdekis A., Aguerri J.A.L. "The Double-Barred Galaxy NGC 357: Kinematics and Stellar Populations"

Noël N., Gallart C., Hidalgo S., Aparicio A., Costa E., Méndez R. "SMC: Clues about its SFH"

Martínez-Delgado D., Peñarrubia J., Juric M., Alfaro E.J., Ivezić Z. "The Virgo stellar over-density: Mapping the infall of the Sagittarius tidal stream onto the Milky Way Disk"

Mampaso A. "A Search for New Planetary Nebulae Located at Large Galactocentric Distances"

Cervantes J.L., Vazdekis A. "An Optimized H β Index for Stellar Clusters and Galaxy Ages"

"II Solar Orbiter Workshop", 16-20 octubre, Atenas, Grecia

Vargas-Domínguez S., Bonet J.A., Martínez-Pillet V., Katsukawa Y. "Evidence of an Association between the Presence of Penumbra and Strong Radial Outflows in Sunspots"

Orozco Suarez D., Bellot Rubio L.R., Vargas S., Bonet J.A., Martínez-Pillet V., del Toro J.C. "Simulation and Analysis of VIM Measurements: Feedback on Design Parameters"

"The Central Engine of Active Galactic Nuclei", 16-21 octubre, Xian, China

Prieto M.A., Reunanen J., Beckert Th., Tristram K.R.W., Neumayer N., Fernández J.A., Acosta J.A. "Genuine Spectral Energy Distribution of AGN"

"The Second TPF/Darwin International Conference", 8-11 noviembre, Pasadena, California, EEUU

Pallé E., Seager S., Ford E., Vázquez M., Montañés-Rodríguez P. "Photometric Simulations of the Earth seen as an Exoplanet: Determining the Rotational Period and (perhaps) the Presence of Water"

"Science with ALMA: A New Era for Astrophysics", 13-17 noviembre, Madrid

Pérez-Fournon and the SWIRE team "The Spitzer Wide-area Infrared Extragalactic Survey (SWIRE) and ALMA"

"Solar Magnetism and Dynamics and THEMIS users Meeting", 15-17 noviembre, Meudon, Francia

Khomenko E., Collados M. "Magnetic Field Inversions from Stokes Profiles Generated by MHD Simulations"

Martínez González M.J. "The Internetwork Magnetism Observed in the Visible"

Collados M. "The EAST Project"

Asensio-Ramos A., Trujillo-Bueno J. "THEMIS Observations of the Hanle Effect in C2 Lines"

"VII Congreso Internacional de la Asociación Española de Estudios del Pacífico", 16-17 noviembre, Barcelona

Esteban C. "Orientaciones y Astronomía en Nan

- Corradi R.L.M. "The Search for Symbiotic Stars in IPHAS"
- Corradi R.L.M. "Discussion: Perspective and Strategies"
"Precision Spectroscopy in Astrophysics", 11-15 septiembre, Aveiro, Portugal
- Ecuivillon A. "Abundance Trends with Condensation Temperature in Planet-Harboring Stars"
- "23rd International Conference on Nuclear Tracks in Solids", 11-15 septiembre, Beijing, China**
- Aparicio A. "Counting α -Particle Tracks with IRAF"
- "Pale Blue Dot III: Searching for Life on Distant Worlds", 17-20 septiembre, Chicago, Illinois, EEUU**
- Pallé E., Montañés Rodríguez P., Vázquez M. "The Many Faces of Earth"
- "Vienna Workshop on the Future of Asteroseismology", 20-22 septiembre, Viena, Austria**
- Oreiro R., Pérez Hernández F., Ostentent, Solheim, McDolnal, Ulla A. "On the Frequency Distribution of PG1657+416, a Fast Pulsating SdB"
- "Transiting Extrasolar Planets Workshop", 25-28 septiembre, Heidelberg, Alemania**
- Almenara J.M., Deeg H.J., Régulo C., Alonso R. "Detecting False Alarms in Transit Data from Space: Rejection Methods tested in Corot Blind Test 2"
- Alonso R. et al. (Incluye Belmonte J.A, Deeg H., Rabus M. "The Transatlantic Exoplanet Survey"
- Rabus M., Brow T., Deeg H.J., Belmonte J.A., Almenara J.M. "Update and recent Results of the STARE Instrument"
- "Modern Solar Facilities - Advanced Solar Science", 27-29 septiembre, Göttingen, Alemania**
- Centeno R., Collados M., Trujillo Bueno J. "Wave Propagation and Shock Formation in Diverse Magnetic Structures"
- Khomenko E. "On the Determination of Magnetic Field Strength in IN"
- Martínez-González M.J., Collados M., Ruiz-Cobo B. "Internetwork Magnetic Fields"
- Olshesky O., Khomenko E., Collados M. "Numerical Modeling of MHD Waves. Propagation in Sunspots: a 3D Case"
- Sánchez-Andrade Nuño B., Centeno R., Puschmann K., Trujillo Bueno J., Kneer F. "Off-limb Spectroscopy of the He I 10830 Å Multiplet: Observations vs. Modeling"
 Trujillo Bueno J. "Understanding the Physics of Spectral Line Polarization for Facilitating New Advances in Solar Magnetism"
- "Galaxy Mergers: From the Local Universe to the Red Sequence", 4-6 octubre, Baltimore, Maryland, EEUU**
- López-San Juan C. "Merger Fraction in the Groth Strip"
- Balcells M., Dominguez-Palmero L., Erwin P. "Bulges of Disk Galaxies at $0.3 < z < 1.0$. Mergers and the Growth of the Structure"
- Balcells M. "Red Sequence, Satellites Accretion, and Growth of galaxy bulges"
- "38th Meeting of the AAS Division for Planetary Sciences", 8-13 octubre, Pasadena, California, EEUU**
- de León J., Duffard R., Licandro J., Pinilla-Alonso N., Serra-Ricart M. "Near-Earth Objects Spectroscopic Survey (NEOSS): First Results from Mineralogical Analysis"
- Licandro J., Campins H., Mothè-Diniz T., Pinilla-Alonso N., de León J. "The Nature of (3200) Phaethon"
- Pinilla-Alonso N., Licandro J., Gil-Hutton R. "The Surface Of Pluto-twin And Charon-like Objects"
- Campins H., Licandro J., Fernández Y., Hergenrother C., Ziffer J., Emery J., Cruikshank D., Pinilla-Alonso N. "Near-Infrared Rotational Variability in Comet-Asteroid Transition Object 944 Hidalgo"
- Dotto E., Fornasier S., Barucci M., Hainaut O., Boehnhardt H., Licandro J., Marzari F., De Bergh C., De Luise F. "Jupiter Trojans: The Physical Properties Of Members Of Dynamical Families"
- "At the Edge of the Universe: Latest Results from the Deepest Astronomical Surveys", 9-13 octubre, Sintra, Portugal**
- Hatziminaoglou E. "Extragalactic Science with Herschel-SPIRE"
- "Coimbra Solar Physics Meeting: Physics of the Chromospheric Plasmas", 9-13 octubre,**

Clocks for early-type Galaxies in Clusters"

Bernard E. et al. "Short-Period Variables in the Local Group Dwarf Galaxies LGS3 and Tucana"

de la Rosa I.G., de Carvalho R.R., Vazdekis A., Barbuy B. "The use of [Mg/Fe] to Trace Truncated Star Formation in Elliptical Galaxies"

Drozdosky I., Tikhonov N., Aparicio A., Gallart C., Monelli M., Hidalgo S., Bernard E.J., Galazutdinova O. and the LCID Team "The Stellar Structures around Disk Galaxies"

Knapen J.H., Allard E., Sarzi M., Peletier R. "The Star Formation History in Circumnuclear Regions of Galaxies"

Beckman J.E., Azzollini R. "Techniques for Quantifying the Star Formation Morphology of Galaxies at increasing Redshift"

Cervantes J.L. "A New Age Indicator for Intermediate and Old Stellar Populations Based on H β Feature"

Rodríguez-Espinosa J.M. "Star Light soon on the GTC"

Fathi K., Beckman J.E., Zurita A., Relaño M., Knapen J.H., Ostlin G., Carignan C., Chemin L., Daigle O., Hernández O., "Structure and Evolution of Star-Forming Gas in Late-Type Spiral Galaxies"

Domínguez-Palmero L., Balcells M. "Bulge Colors of Intermediate Redshift Galaxies in GSS and GOODS-N"

Crivellari L., Cardona O., Simonneau E. "Physical requirements for Modelling Stellar Atmospheres according to the Different Spectral Features Observed"

Monelli M. et al. (Incluye Aparicio A., Gallart C.) "Kinematical and Chemical Properties of Stellar Populations in the Carina dSph Galaxy"

Vallbé M., Shanks, T, P. Weilbacher, N. Metcalfe "Galaxies in Transformation: The Intermediate Galaxy Population"

Balcells M. "The Galaxy Red Sequence at z up to 1.5"

Beasley M "Globular Clusters in the nearest Giant Elliptical NGC5128: A Multiwavelength Tested for SSP Models"

Noël N., Gallart C., Hidalgo S., Aparicio A., Costa

E., Méndez R.A. "SMC: Hints of the Star Formation History"

Hidalgo S., Aparicio A., Martínez-Delgado S. "The Star Formation History of Phoenix Dwarf Galaxy using IAC-Pop Algorithm"

Duffau S., Zinn R., Vivas A.K., Méndez R.A., Carraro G., Winnick R., Gallart C. "The Virgo Stellar Stream"

Beckman J.E., Gutiérrez L., Aladro R., Erwin P., Pohlen M. "The Edges of the Stellar Populations of Early Type Spirals as probed by their Radial Brightness Profiles"

de Jong J.T.A., Butler D.J., Rix H.-W., Dolphin A.E., Martínez-Delgado D. "Studying Milky Way structure using Stellar Populations"

Cervantes J.L., Coelho P., Barbuy B., Vazdekis A. "A New Approach to derive $[\alpha/\text{Fe}]$ for Integrated Stellar Populations"

de Lorenzo-Cáceres A., Vazdekis A., Aguerri J.A.L. "Galaxies with Nested Bars Constraining their Formation Scenario"

Mármol-Queraltó E., Cardiel N., Cenarro A.J., Vazdekis A., Gorgas J., Peletier R.F. "a New Stellar Library in the K Band for the Empirical Calibration of the CO Index"

Martín-Hernández J.M., Mármol-Queraltó E., Gorgas J., Cardiel N., Sánchez-Blázquez P., Cenarro A.J., Peletier R.F., Vazdekis A., Falcón-Barroso J. "New Empirical Fitting Functions of the Lick/IDS Indices using MILES"

Toloba E., Gorgas J., Cenarro A.J., MAGPOP-ITP Team "Stellar Populations of Dwarf Elliptical Galaxies from Optical and near-IR Spectroscopic Data"

"Massive Stars: Fundamental Parameters and Circumstellar Interactions", 11-14 diciembre, Cariló, Buenos Aires, Argentina

Simón-Díaz S., Stasínska G., García-Rojas J., Morisset C., López-Sánchez A.R., Esteban C. "Massive Stars and their Surrounding Nebulae: A Combined Approach"

"2006 AGU Fall Meeting", 11-15 diciembre, San Francisco, California, EEUU

Pallé E., Vázquez M., Montañés Rodríguez P. "Ocean-Cloud Interactions at Decadal Time Scales"

"Texas in Australia - XXIII Texas Symposium

Madol (Pohnpe, Micronesia)"

"Towards a European Infrastructure for Lunar Observatories II", 23-24 noviembre, Bremen, Alemania

Garzón F. "SMART-MOS: A NIR Imager-MOS for the ELT"

"IAU Symp. No. 241: Stellar Populations", 10-16 diciembre, Los Cancajos, Breña Baja, La Palma

Aparicio A., Hidalgo S., Gallart C. "Resolved Stellar Population Modeling"

Cabrera-Lavers A., Garzon F., Hammersley P.L., González-Fernández C., López-Corredoira M., Vicente B. "Tracing the Milky Way's Structure with Red Clump Stars"

Marín-Franch A., Aparicio A. "Surface-Brightness Fluctuations in Stellar Populations: IAC-Star Models for the Optical and near-IR Wavelengths"

Vazdekis A. "Stellar Population SEDs at 2.3A"

Cenarro A.J., Beasley M.A., Brodie J.P., Strader J. "Extragalactic Globular Clusters: Unraveling Galaxy Formation and Constraining Stellar Evolution Theories"

de Lorenzo-Cáceres A. (2006) "Cleaning Absorption Lines from Gas Emission"

Sarajedini A. et al. (Incluye Aparicio A., Rosenberg A., Marín-Franch A.) "The HST/ACS Galactic Globular Cluster Treasury Project"

González-Fernández C., Cabrera-Lavers A., Garzón F., Hammersley P.L., López-Corredoira M. "TCS-CAIN Spectroscopic Follow-up: Inner Structure of the Milky Way"

Gallart C. et al. "Old Main-Sequence turnoff Photometry of Isolated Local Group Dwarf Galaxies: First Results from an ACS Large Program"

Carrera R., Gallart C., Costa E., Hardy E., Méndez R., Aparicio A., Noël, N. "The Magellanic Clouds Chemical Enrichment History"

Carretero C., Vazdekis A., Beckman J.E. "Chemical

COMUNICACIONES A CONGRESOS NACIONALES

"1^{er} Encuentro de la Radioastronomía Española", 8-11 mayo, Valencia

Iglesias-Groth S. "Anomalous Microwave Emission in the Galaxy and the Role of Hydrogenated Fullerenes"

Rebolo R. "Observational Results on Anomalous Microwave Emission"

Rubiño J.A. "Interferometric Observations of the Cosmic Microwave Background"

"III Congreso Ibérico de Egiptología", 10-14 septiembre, La Laguna, Tenerife

Belmonte J.A. "Estableciendo la Maat en el Egipto Antiguo: La orientación de los templos"

"VII Reunión Científica de la SEA 2006", 12-15 septiembre, Barcelona

Balcells M. "Formación de galaxias elípticas: cómo, cuándo"

García M. "Estrellas masivas en el UV y UV-lejano"

Licandro J., Pinilla-Alonso N. "Plutones y Carontes en el cinturón Trans-Neptuniano"

Bihain G. "Pleyades Low-Mass Brown Dwarfs"

Vazdekis A. et al. "A Step further for Studying Stellar Populations"

Carrera R. "The Chemical Enrichment History of Magellanic Clouds"

Agueri J.A.L. "Galaxy Evolution in Galaxy Clusters: Diffuse Light"

de León-Cruz J., Licandro J., Serra-Ricart M., Pinilla-Alonso N. "Método "Modified Gaussian Model" aplicado al análisis mineralógico de NEAs"

Iglesias-Groth S. "Bandas difusas extinción y emisión anómala de microondas en el Medio Interestelar: El papel de los fullerenos"

García-Rojas J., Esteban C. "The Abundante Discrepancy Problem in HII Regions"

MEMORIA
IAC 2006

239

Sensitivity, Information Content of Helioseismic Data the Solar Rotation Rate"

Martínez Pillet V., Shibu M., Solanki S. "Umbral brightness evolution over solar cycle 23"

Serra-Ricart M., de León J., Licandro J. "Análisis taxonómico de Asteroides usando Redes de Neuronas Artificiales"

Aparicio A. "Historia de la formación estelar: Modelización de poblaciones estelares resueltas"

Castro-Rodríguez N., Herrero A., Trundle C., Bresolin F., García M. "VLT Spectroscopy of Massive Stars in NGC55"

Gómez G., López R. "Observaciones en el NIR de supernovas de progenitores masivos con LIRIS"

Gómez G., López R., García-Lorenzo B., Sánchez S., Estalella R. "Spectral Atlas of HH 262"

González-Pérez J.M., López-Martín L. "Variabilidad fotométrica en estrellas centrales de Nebulosas Planetarias"

López R., Sánchez S., García-Lorenzo B., Gómez G., Estalella R. "Integral Field Spectroscopy of Herbig Haro Objects: HH 110"

López-Corredoira M., Cabrera-Lavers A., Mahoney T., Garzón F., Hammersley P.L. "La barra larga de la Vía Láctea"

Noël N., Gallart C., Costa E., Méndez R. "SMC: Clues about the Star Formation History"

Ascaso B., Moles M., Aguerri J.A.L., Sánchez-Janssen R., Varela J. "Propiedades de las galaxias brillantes de las regiones centrales de cúmulos de galaxias"

Bernard E., Gallart C. "Short-Period Variables in the Dwarf Galaxies LGS3 and Tucana"

Castañeda H., Cepa J., Alfaro E., González-Serrano J.I., González J. "Science with OSIRIS"

Castro-Rodríguez N., Aguerri J.A.L. "Luz difusa en el cúmulo de Virgo"

Cepa J. "The OTELO Project"

Costado M.T. "Astrofísica de Partículas del IAC"

Díaz-Sánchez A., Pérez-Garrido A., Villo I., Reboló R., Zapatero-Osorio M.R. "Overdensities of EROs: a Method to Search for Clusters of Galaxies at High Redshift"

González-Serrano J.I., Pérez-García A.M., Sánchez-Portal M., Cepa J., Gallego J. "Radiosources in the OTELO Survey: Groth Field"

Kehrig C., Vilchez J.M., Sánchez S., López-Martín L., Telles E. "HII Galaxies with 3D Spectroscopy"

Sánchez-Portal M., Pérez-García A.M., Povic M., Cepa J., Alfaro E. "The OTELO Survey: Chandra and WHT Observations of the Groth Strip"

Cabrera-Lavers A., Martín-Fleitas J., García-Vargas M.L., Kohley R., Hammersley P.L. "ELMER Spectroscopy: Characterization and Performance results from the pre-shipping Acceptance Tests"

García-Dabó C.E., Cabrera-Lavers A., Gómez-Cambronero P. "The GCS Data Processing Kit"

Hildebrandt S. "Observations of CMB and Galactic Foregrounds with the COSMOSOMAS Experiment. Evidence for Spinning Dust"

Martín E.L. "Update on the development of NAHUAL"

García-Vargas M.L., Martín-Fleitas J., Kohley R., Sánchez-Blanco E., Cabrera-Lavers A., Hammersley P.L., Maldonado M., Vilela R., Barreto J.L., Rodríguez-Espinosa J.M. "ELMER Imaging: Characterization and Performance Results from the pre-shipping acceptance tests"

Pérez-Fournon I. "Enseñanza de técnicas astrofísicas extragalácticas con el IAC-80 y el observatorio astrofísico virtual"

Pérez-Fournon I., Afonso-Luis A., Hernan-Caballero J.A., Hatziminaoglou E., Lonsdale C. "SWIRE: Two Million Infrared Galaxies"

Vallbé M., Garzón F., Hammersley P.L. "Ciencia con el Espectrógrafo Multiobjeto infrarojo en el GTC"

Barreiro R.B., Rubiño-Martín J.A., Martínez González E. "Gaussian Analysis of the CMB with the Smooth Tests of Goodness of fit"

Garzón F., Abreu D., Barrena S., Becerril S., Cairós L.M., Díaz J.J., Fragoso A.B., Gago F., Grange R., González C., López P., Patrón J., Pérez J., Rasilla J.L., Redondo P., Restrepo R., Saavedra P., Sánchez V., Tenegi F., Vallbé M. "EMIR: The GTC NIR Multi-Object Imager-Spectrograph"

Toloba E., Gorgas J., Cenarro A.J., Boselli A., Cardiel N., Carretero C., Gil de Paz A., Marmol-Queraltó E., Michielsen D., Peletier R.F., Pérez I., Vazdekis A. "High Resolution Spectroscopy of Dwarf Elliptical Galaxies within the MAGPOP-ITP Collaboration"

López-Sánchez A., Esteban C. "Massive Star Formation in Wolf Rayet Galaxies"

Khomenko E., Collados M. "Numerical Simulations of Magneto-Acoustic Waves in a Sunspot-like Magnetic Structure"

Rodríguez-Espinosa J.M. "El GTC, a punto para su primera luz"

Cepa J. "OSIRIS: Status and Science"

Garzón F. "EMIR, el espectrógrafo-cámara multiobjeto infrarrojo para GTC"

García-Lorenzo B., Fuensalida J.J., Delgado J.M., Högemann C., Rodríguez-Hernández A. "Profiling Atmospheric Turbulence with SCIDAR: Activities at the Observatories of Roque de los Muchachos and El Teide"

González-Fernández C. "Metalicidades en el interior de la Vía Láctea: seguimiento espectroscópico de TCS-CAIN"

Pérez-García A.M. et al. "OTELLO Survey: Stellar Components of the Groth Field"

López-Corredoira M. "Galactic Warp in the Overdensity of the Canis Major Region"

Collados M., Díaz-García J.J., Hernández E., López-López R., Páez-Mañá E. "A High Resolution Spectrograph for the 1,5 m Solar Telescope GREGOR"

Jiménez-Reyes S., Pallé P.L. "Detecting Gravity Modes with a New Resonant Scattering Spectrophotometer Concept, GOLF-NG"

Martínez González M.J., Collados m., Ruiz-Cobo B. "Campos magnéticos en el Sol en calma"

Padilla C.P., Rebolo R. "Materia bariónica en escalas de supercúmulos: El caso de Corona Boreales"

Vallbè M. "Completion of the GOYA Photometric Survey"

Martínez-Pillet V. "Measuring Solar Magnetic Fields from 1 to 0.2 AU"

Amorín R.O., Cairós L.M., Caon N., García-Lorenzo B. "Mapping the Old and Young Stellar Populations of Blue Compact Dwarf Galaxies: The case of Mrk5"

Ramos Almeida C., Pérez García A.M., Acosta-Pulido J.A., Rodríguez-Espinosa J.M., Barrera R., Manchado A. "The Narrow-Line Region of the

Seyfert 2 Galaxy Mrk 78: An Infrared View"

Cenarro A.J., Beasley M.A., Strader J., Brodie J.P., Forbes D.A. "Kinematics of Globular Clusters in NGC1407: Constraining the Galaxy Mass and its Dark Matter Halo"

Mármol-Queraltó E., Cardiel N., Cenarro A.J., Vazdekis A., Gorgas J., Peletier R.F. "Study of the CO index at 2.3 mm: a New Stellar Library in the K Band"

Eff-Darwich A., Korzennik S.G., Jiménez-Reyes S., García R. "On the Direct Determination of

ARTÍCULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES SIN ÁRBITRO Y COMUNICACIONES CORTAS

Garrido R. et al. (Incluye Deeg H.J., Alonso R., Belmonte J.A., Pérez-Hernández F., Roca-Cortés T.) "The Spanish Contribution to the CoRoT misión" *ESA-SP, 1306, 129.*

Deleuil M., Moutou C., Deeg H.J. et al. "Complementary Observations for the Corot Exoplanet Program" *ESA-SP, 1306, 341.*

Gilmore G., Prada F., Delgado D.M., Mahoney T.J., Gilmore G. "Book Review: SATELLITES AND TIDAL STREAMS / Astronomical Society of the Pacific, 2004" *The Observatory, 126, 64.*

Cabrera-Lavers, A., Garzón, F., Hammersley, P. L., Vicente, B., and Gonzalez-Fernandez, C. "TCS-CAIN: Galactic plane NIR survey (Cabrera-Lavers+, 2006)" *VizieR Online Data Catalog, 345, 30371.*

Torres M.A.P., Steeghs D., García M.R., McClintock J.E., Berlina P., Zhao P., Calkins M., Jonker P.G., Callanan P.J., Marsh T.R., Gänsicke B.T., Rodríguez-Gil P., Littlefair S., Dhillion V.S. "Optical Spectroscopy of Swift J0732.5-1331" *Optical Spectroscopy of Swift J0732.5-1331 ATel, 763.*

Jelinek M., Guziy S., González-Pérez J.M., Castro-Tirado A.J. "GRB60322: IAC80 Optical Observations" *GRB Coordinates Network, Circular Service, 4920.*

MEMORIA
IAC 2006

241

ARTICULOS EN REVISTAS NACIONALES

Esteban C., Moret S. "Ciclos de tiempo en la cultura ibérica: la orientación astronómica del templo del Tossal de Sant Miquel de Lliria"
Trabajos de Prehistoria **63** (1), 167.

Belmonte J.A. "Cuando el Cosmos era una isla: astronomía en Rapa Nui"
Tribuna de Astronomía y Universo **83**, 34.

Belmonte J.A. "Tiempo y calendario en las culturas canarias"
El Indiferente **18**, Cuadernillo Especial, 1.

Martínez-Delgado D. "Canibalismo galáctico: La destrucción de la galaxia enana de Sagitario"
Astronomía, **85-86**, 24.

LIBROS Y CAPÍTULOS DE LIBROS

Belmonte J.A. "La investigación arqueoastronómica: apuntes culturales, metodológicos y epistemológicos"
Capítulo en "Trabajos de Arqueoastronomía" Ed. J. Lull (Gandía), pag. 41-80.

Esteban C. "Arqueoastronomía en tierras levantinas"
Capítulo en "Trabajos de Arqueoastronomía" Ed. J. Lull (Gandía), pag. 81-102.

Belmonte J.A. "Astronomy on the Horizon and Dating: A Tool for Ancient Egyptian Chronology?"
Capítulo en "Handbook of Egyptian Chronology" Eds. E. Hornung R. Krauss and D. Warburton (Brill, Berlin), pag. 380-5.

MEMORIA
2006 IAC

242

Barrena Delgado R., de León Cruz J., Roca Cortes T., Torrentó Coello A.S. "Problemas de Astrofísica"
Serie Ciencia. Editorial @abecedario (ISBN: 84-96560-09-0).

Vázquez M., Hanslmeier A. "Ultraviolet Radiation in the Solar System"
Series "Astrophysics and space Science Library", vol. 331 (ISBN 1-4020-3726-0).

Aparicio Juan A., Esteban López C. "Las Pirámides de Gúimar. Mito y realidad"

TESIS

Alonso Sobrino R. "Detección y caracterización de exoplanetas mediante el método de los tránsitos"
Directores: Dres. Juan A. Belmonte Avilés y Hans Deeg.

Caballero Hernández J.A. "Formación, evolución y multiplicidad de enanas marrones y exoplanetas gigantes"
Directores: Dres. Rafael Reboló López y Víctor Sánchez Bejar.

Abajas Bustillo C. "Influencia del efecto microlente gravitatorio en las líneas de emisión anchas de los cuásares"
Director: Dr. Evencio Mediavilla Gradolph.

Hidalgo Rodríguez S.L. "Sobre las estructuras extensas de las galaxias enanas"
Director: Dr. Antonio Aparicio Juan.

Génova Santos R.T. "Anisotropías primarias y secundarias del Fondo Cósmico de Microondas: Parámetros Cosmológicos y la distribución de bariones"
Directores: Dres. Rafael Reboló López y Fernando Atrio Barandela (Univ. de Salamanca).

Martínez González M.J. "Campos Magnéticos en el Sol en calma"
Directores: Dres. Manuel Collados Vera y Basilio Ruiz Cobo.

González Hernández J.I. "Composición química de estrellas que orbitan alrededor de agujeros negros y estrellas de neutrones"
Directores: Dres. Rafael Reboló López y Garik Israelian.

Ecuivillon A. "Abundancias químicas en estrellas con y sin planetas extrasolares"
Director: Dr. Garik Israelian.

López Sánchez A.R. "Formación de estrellas masivas en galaxias de Wolf-Rayet enanas"
Director: Dr. César Esteban López.

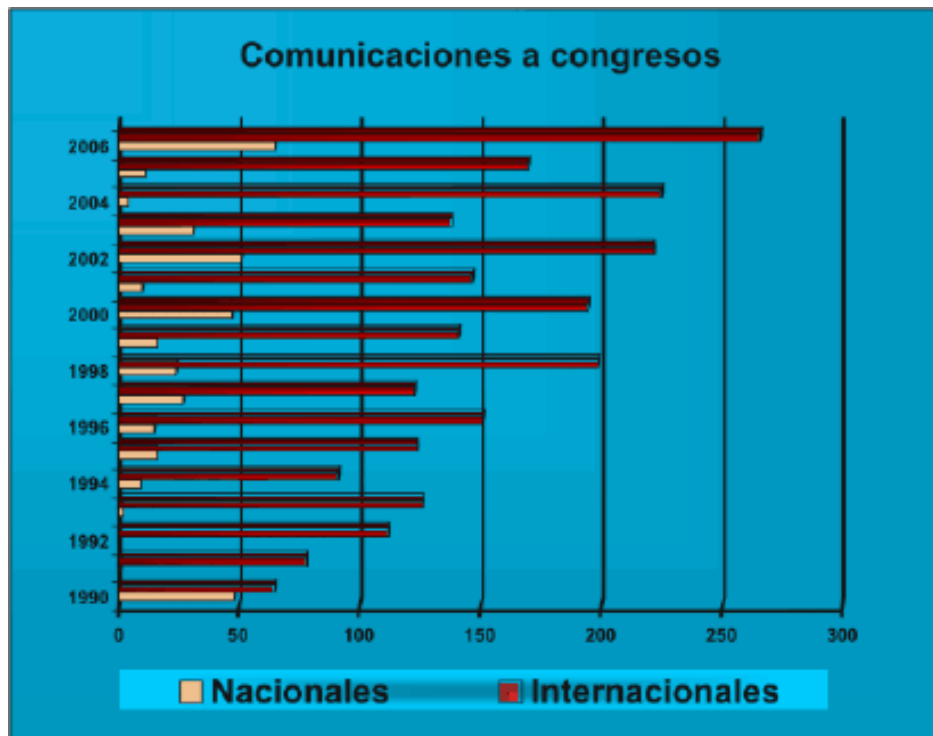
Centeno Elliot R. "Investigación de la propagación de ondas en la atmósfera solar mediante espectropolarimetría en helio I 10830 Å"
Directores: Manuel Collados Vera y Javier Trujillo Bueno.

Carrera Jiménez R.J. "Historia del enriquecimiento químico y gradientes de metalicidad en las Nubes de Magallanes"
Directora: Dra. Carme Gallart Gallart.

García Rojas J. "Abundancias químicas en Regiones HII y fluctuaciones de temperatura"

RESUMEN

ARIA	199	Artículos en revistas internacionales con árbitro.
IR	31	Invited Reviews (Conferencias invitadas).
CI	266	Comunicaciones a Congresos Internacionales.
CN	65	Comunicaciones a Congresos Nacionales.
ARIS	7	Artículos en revistas internacionales sin árbitros y comunicaciones cortas.
ARN	4	Artículos en revistas nacionales.
L	6	Libros y capítulos de libros.
T	12	Tesis doctorales.



REUNIONES CIENTÍFICAS

"LISA V (Library and Information Services in Astronomy V)"
Cambridge, Massachusetts (EEUU). Junio.

"PARA'06: Workshop on State-Of-The-Art in Scientific and Parallel Computing"
Umea (Suecia). Junio.

"The Dark Side of the Universe"
Madrid. Junio.

"Fine-Tuning Stellar Population Models"
Leiden (Países Bajos). Junio.

"Mapping the Galaxy and Nearby Galaxies"
Isla Ishigaki (Japón). Junio.

"First Light Science with the GTC"
Miami, Florida (EEUU). Junio.

"Cosmic Stories: Bernard's Journey across the Universe"
Valencia. Junio.

"Fine-Tuning Stellar Population Models"
Leiden (Países Bajos). Junio.

"Trans Neptunian Objects Dynamical and Physical Properties"
Catania (Italia). Julio.

"Reunión de la Sociedad Astronómica Brasileña"
Atibaia (Brasil). Julio-agosto.

"Benasque 2006 Workshop on Modern Cosmology"
Benasque (Huesca). Julio-agosto.

"Cosmic Frontiers"
Durham (Reino Unido). Julio-agosto.

"SOHO-18 / GONG2006 / HELAS I: Beyond the Spherical Sun: A New Era of Helio- and Asteroseismology"
Sheffield (Reino Unido). Agosto.

"Interaction of Stars with their Environment III"
Visegrád (Hungría). Agosto.

"IAU Symp. No. 235: Galaxy Evolution across the Hubble Time"
Praga (República Checa). Agosto.

"IAU Symp. No. 236: Near Earth Objects, our Celestial Neighbors: Opportunity and Risk"

Praga (República Checa). Agosto.

"IAU Symposium No. 237: Triggered Star Formation in a Turbulent ISM"
Praga (República Checa). Agosto.
"Neutron Stars and Black Holes in Star Clusters (JD 06 of the 2006 IAU General Assembly)"
Praga (República Checa). Agosto.

"Calibrating the Top of the Stellar Mass-Luminosity Relation (JD 05 of the 2006 IAU General Assembly)"
Praga (República Checa). Agosto.

"IAU Symp. No. 238: Black Holes – from Stars to Galaxies"
Praga (República Checa). Agosto.

"Exploiting Large Surveys for Galactic Astronomy Stars (JD 13 of the 2006 IAU General Assembly)"
Praga (República Checa). Agosto.

"Highlights of Recent Progress in the Seismology of the Sun and Sun-Like Stars (JD 17 of the 2006 IAU General Assembly)"
Praga (República Checa). Agosto.

"Evolution and Chemistry of Symbiotic Stars, Binary Post-AGB and Related Objects"
Wierzba, Mazury Lakes (Polonia). Agosto.

"III Congreso Ibérico de Egiptología"
La Laguna, Tenerife. Septiembre.

"European Galactic Plane Surveys (EGAPS) Inaugural Meeting: Workshop on Science with New-Generation Optical/NIR Galactic Plane Surveys"
Cambridge (Reino Unido). Septiembre.

"Precision Spectroscopy in Astrophysics"
Aveiro (Portugal). Septiembre.

"23rd International Conference on Nuclear Tracks in Solids"
Beijing (China). Septiembre.

"VII Reunión Científica de la SEA 2006"
Barcelona. Septiembre.

"Pale Blue Dot III: Searching for Life on Distant Worlds"
Chicago, Illinois (EEUU). Septiembre.

"Viena Workshop on the Future of Asteroseismology"
Viena (Austria). Septiembre.

"Transiting Extrasolar Planets Workshop"

"IV Workshop: Estallidos de Formación Estelar en Galaxias"
Madrid. Enero.

"2nd Miniworkshop on Supernova Remnants and Microquasars"
Barcelona. Enero-febrero.

"VIII Torino Workshop on Nucleosynthesis AGB Stars"
Granada. Febrero.

"III Taller de Ciencias Planetarias"
Colonia del Sacramento (Uruguay). Marzo.

"Globular Clusters: Guides to Galaxies"
Concepción (Chile). Marzo.

"Reunión Venezolana de Astronomía"
Mérida (Venezuela). Marzo.

"Galaxies as Astrophysical and Cosmological Probes"
Ringberg (Alemania). Marzo.

"Galaxies and Structures through Cosmic Times"
Venecia (Italia). Marzo.

"IAU Symp. 233: Solar Activity and its Magnetic Origin"
El Cairo (Egipto). Marzo-abril.

"IAU Symp. 234: Planetary Nebulae in our Galaxy and Beyond"
Big Island, Hawai (EEUU). Abril.

"RAS National Astronomy Meeting 2006"
Leicester (Reino Unido). Abril.

"14th SEAC International Conference on Archaeoastronomy: Ancient Watching at Cosmic Space and Observation of Astronomical Phenomena"
Rodas (Grecia). Abril.

"New Generation Large Aperture Solar Telescopes: Science Drivers, Observational Strategies and Perspectives"
Monte Porzio Catone (Italia). Abril.

"Francesco Melchiorri Memorial Conference"
Roma (Italia). Abril.

"17th SOT Meeting"
Tokio (Japón). Abril.

"Ischia CMB 2006 - International Events"
Ischia, Nápoles (Italia). Abril.

"Les Houches School on Dust from Fundamental Studies to Astronomical Observations"
Les Houches (Francia). Abril-mayo.

"The Future of Photometric, Spectrophotometric and Polarimetric Standardization"
Blankenberge (Bélgica). Mayo.

"1^{er} Encuentro de la Radioastronomía Española"
Valencia. Mayo.

"Massive Stars: From Pop III and GRBs to the Milky Way"
Baltimore, Maryland (EEUU). Mayo.

"International Workshop on Redshift Mechanisms in Astrophysics and Cosmology"
Clonakilty (Irlanda). Mayo.

"Galaxies in the Cosmic Web"
Nuevo México (EEUU). Mayo.

"The Nature of V838 Mon and its Light Echo"
La Palma. Mayo.

"SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2006: «Space Telescopes and Instrumentation I: Optical, Infrared, and Millimeter"
Orlando, Florida (EEUU). Mayo.

"SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2006: Ground-based and Airborne Telescopes"
Orlando, Florida (EEUU). Mayo.

"SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2006: Technology Advancements"
Orlando, Florida (EEUU). Mayo.

"Mass Loss from Stars and Stellar Clusters"
Lunteren (Países Bajos). Mayo-junio.

"Studying Galaxy Evolution with Spitzer and Herschel"
Creta (Grecia). Mayo-junio.

"Corot Week 10"
Niza (Francia). Junio.

"The Metal Rich Universe"
Los Cancajos, Breña Baja (La Palma). Junio.

Heidelberg (Alemania). Septiembre.

"Modern Solar Facilities - Advanced Solar Science"
Göttingen (Alemania). Septiembre.

"Galaxy Mergers: From the Local Universe to the
Red Sequence"
Baltimore, Maryland (EEUU). Octubre.

"38th Meeting of the AAS Division for Planetary
Sciences"
Pasadena, California (EEUU). Octubre.

"At the Edge of the Universe: Latest Results from
the Deepest Astronomical Surveys"
Sintra (Portugal). Octubre.

"Coimbra Solar Physics Meeting: Physics of the
Chromospheric Plasmas"
Coimbra (Portugal). Octubre.

"Science Perspectives for 3D Spectroscopy"
Garching bei München (Alemania). Octubre.

"6th Workshop of the European Astrobiology
Network Association. (EANA)"
Lyon (Francia). Octubre.

"From Stars to Galaxies: Building the Pieces to
Build up the Universe"
Venecia (Italia). Octubre.

"II Solar Orbiter Workshop"
Atenas (Grecia). Octubre.

"The Central Engine of Active Galactic Nuclei"
Xian (China). Octubre.
"The Second TPF/Darwin International Conference"
Pasadena, California (EEUU). Noviembre.

"Science with ALMA: A New Era for Astrophysics"
Madrid. Noviembre.

MEMORIA
2006 IAC

246

"Solar Magnetism and Dynamics and THEMIS
users Meeting"
Meudon (Francia). Noviembre.

"VII Congreso Internacional de la Asociación
Española de Estudios del Pacífico"
Barcelona. Noviembre.

"Towards a European Infrastructure for Lunar
Observatories II"
Bremen (Alemania). Noviembre.

"IAU Symp. No. 241: Stellar Populations"
Los Cancajos, Breña Baja, (La Palma). Diciembre.

"Massive Stars: Fundamental Parameters and
Circumstellar Interactions"
Cariló, Buenos Aires (Argentina). Diciembre.

"2006 AGU Fall Meeting"
San Francisco, California (EEUU). Diciembre.

"Texas in Australia - XXIII Texas Symposium on
Relativistic Astrophysics 2006"
Melbourne (Australia). Diciembre.

CONGRESO INTERNACIONAL DE ASTROFÍSICA "LA ESTRELLA V838 MON Y SU ECO DE LUZ"

El Grupo de Telescopios Isaac Newton (ING), con la colaboración del IAC, de las instituciones italianas Instituto Nazionale di Astrofisica y Observatorio Astronomico de Padova, el Cabildo Insular de La Palma y el Patronato de Turismo de La Palma, celebró el congreso internacional de Astrofísica "The Nature of V838 Mon and its Light Echo" ("La estrella V838 Mon y su eco de luz"), del 16 al 19 de mayo en el Hotel H10 Taburiente Playa de los Cancajos.

El congreso reunió en La Palma a más de 50 expertos de todo el mundo para discutir sobre la enigmática (el origen) naturaleza de la estrella V838 Mon y su "eco de luz". Asimismo permitió planificar futuras observaciones y establecer nuevas colaboraciones. Los resultados del congreso han serán publicados en ASP Conference Series.

del gas y el polvo que rodea a V838 Mon.



Participantes en el Congreso

*La estrella V838 Mon y su eco de luz
(© NASA and The Hubble Heritage Team - AURA/STScI).
La estrella recibe la denominación "V838 Mon" debido a que se ha usado la nomenclatura propia de los objetos variables en brillo y a que se encuentra en la constelación de Conoceros (Mon es la abreviatura de Monocerotis). V838 Mon es, por lo tanto, la estrella variable V838 de la constelación de Monoceros.*

Una de las primeras imágenes de este "eco de luz" fue obtenida por el Telescopio WHT del Observatorio del Roque de los Muchachos, La Palma. Posteriores observaciones realizadas con el mismo telescopio y también con el telescopio HST han permitido el seguimiento del eco, revelando la compleja y espectacular estructura



CONGRESO "THE METAL-RICH UNIVERSE" ("LA EVOLUCIÓN QUÍMICA DEL UNIVERSO")

El



La

Instituto de Astrofísica de Canarias, con la colaboración del Cabildo Insular La Palma, el Patronato de Turismo de La Palma, DISA Corporación Petrolífera S.A. y el Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA), celebró el congreso internacional de Astrofísica "The Metal-Rich Universe" ("La evolución química del Universo – El Universo rico en metales"), del 12 al 16 de junio en el Hotel H10 Taburiente Playa de los Cascajos, fue el primer encuentro internacional dedicado al estudio de sistemas que presentan una alta metalicidad, es decir, una gran abundancia de elementos más pesados que el helio en el Universo.

novedad de este congreso, que reunión en La Palma a más de 80 investigadores de todo el mundo, estuvo en que puso el acento en sistemas donde la abundancia de metales es mucho mayor que en el Sol, es decir, que ya han procesado estos elementos y que se corresponden, por tanto, con fases avanzadas de su evolución.

Otro de los puntos interesantes de este encuentro fue, que por primera vez,

se estudiaba la alta metalicidad en sistemas con un origen tan diferente como bulbos de galácticos, galaxias elípticas y estrellas ricas en metales. También se presentaron trabajos relacionados con la abundancia de elementos químicos en estrellas con planetas o sin planetas conocidos, con el objetivo de entender el importante papel que desempeña la metalicidad en la formación de sistemas planetarios.

Una de las fotos más famosas del universo lejano, el campo profundo capturado por

el Telescopio HST, muestra multitud de galaxias elípticas, como la galaxia alargada naranja cercana a la estrella brillante justo a la izquierda del centro. Estas galaxias son viejas y ricas en metales, consumieron la mayor parte de su gas en estrellas a altos z. (© HST/NASA)

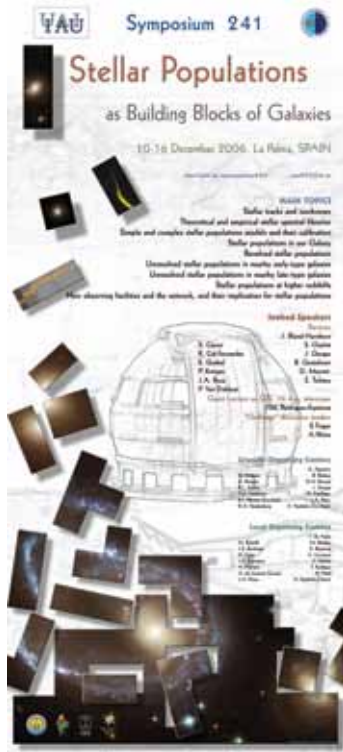


SIMPOSIO DE LA UNIÓN ASTRONÓMICA INTERNACIONAL

"STELLAR POPULATIONS AS BUILDING BLOCKS OF GALAXIES" (LAS POBLACIONES ESTELARES COMO BLOQUES CONSTRUCTIVOS DE LAS GALAXIAS)

En la semana del 10 al 16 de diciembre tuvo lugar, en el Hotel H10 Taburiente Playa, en los Cancajos, La Palma, el Simposio número 241 de la Unión Astronómica Internacional (IAU), la mayor asociación mundial de astrónomos profesionales. Este Simposio, organizado por el IAC lleva por título "Stellar Populations as Building Block of Galaxies" ("Poblaciones estelares como bloques constructivos de las galaxias") y estuvo enfocado hacia los últimos avances en este campo, algunos de los cuales parecen contradecir la visión hasta ahora más aceptada sobre cómo se han formado y evolucionan las galaxias.

El Simposio, financiado por la IAU y el Ministerio de Educación y Ciencia español, contó además con la colaboración del Grupo de Telescopios Isaac Newton, la Universidad de La Laguna, el Patronato de Turismo y los ayuntamientos de los Llanos de Aridane, El Paso y Breña Baja de la isla de La Palma.



En los más de 50 años de la existencia de estos simposios, los de mayor impacto en Astronomía, está es la segunda vez que se consigue organizar en España, y en esta ocasión contó con las asistencia de más de 180 participantes de todo el mundo, de los más de 300 que lo habían solicitado. Además de las ponencias el programa incluyó doce charlas impartidas por expertos de prestigio, numerosas contribuciones (comunicaciones y pósters) y dos sesiones "desafío" dedicadas a comparar predicciones de modelos de evolución estelar y de poblaciones de estrellas.

Los participantes visitaron el Observatorio del Roque de los Muchachos, así como los volcanes de Fuencaliente y varias villas de la Isla.



TIEMPO DE OBSERVACIÓN FUERA DE CANARIAS

NOMBRE	FECHA	OBSERVATORIO	INSTALACION
HERVE BOUY	15-24/1	Obs. de Mauna Kea (Hawai, EEUU)	Telescopio Keck
KERTHU VIIRONEN	20/1-1/2 17-27/7	Obs. Astronómico Nacional de San Pedro Martir (México)	Telescopio de 2,1 m
VERONICA MELO	2-6/2	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio de 3,5 m
MIKE BEASLEY	16-25/2	Obs. de Mauna Kea (Hawai, EEUU)	Telescopio Keck
GARIK ISRAELIAN	20-31/3 14/8-5/9	SAO (Rusia)	Telescopio 1,2 m
JORGE GARCIA ROJAS	5-23/4	Obs. de Mauna Kea (Hawai, EEUU)	Telescopio Keck
CESAR ESTEBAN	15-30/4	Obs. de Mauna Kea (Hawai, EEUU)	Telescopio Keck
RICARDO AMORIN JOSE A. LOPEZ AGUERRI	23-29/4	Radio-Obs. del Pico Veleta (Granada)	Radio-telescopio IRAM 30 m
ANGEL LOPEZ SANCHEZ	6/6-23/7	Australian Telescope Compact Array (Australia)	Red de radio telescopios
JORGE CASARES TEODORO MUÑOZ	18-28/6	ESO, Cerro Paranal (Chile)	Telescopio VLT
TARIQ SHAHBAZ	24/6-10/7	Obs. McDonald, Texas (EEUU)	Telescopio de 2,1 m
JOSE A. LOPEZ AGUERRI	25-29/6	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio de 3,5 m
CARLOS GUTIERREZ DE LA CRUZ	10-24/7 20-28/9	Obs. CASLEO (Argentina) Obs. de Haute-Provence, Grenoble (Francia)	Telescopio 2,1 m Telescopio de 1,9 m
ROMANO CORRADI	13-28/7	Obs. Astronómico Nacional de San Pedro Martir (México)	Telescopio de 2,1 m
JORDI CEPÀ	24-31/8	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio de 2,2 m
SANTIAGO PATIRI	17/8-5/9	Obs. CASLEO (Argentina)	Telescopio 2,1 m
JAVIER CENARRO MIKE BEASLEY	23/11-4/12	ESO, Cerro Paranal (Chile)	Telescopio VLT
M. ROSA ZAPATERO OSORIO	24/11-3/12	ESO, La Silla (Chile)	Telescopio NTT
HUMBERTO HERNANDEZ	18/12-15/1	Obs. Astronómico Nacional de San Pedro Martir (México)	Telescopio de 1,5 m
GABRIEL BIHAIN	19/12-8/1	ESO, La Silla (Chile)	Telescopio NTT

VISITANTES

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. Todos los años se celebran, además, varias reuniones científicas, a las que acuden cientos de participantes, de modo que el número de visitas se incrementa notoriamente.

NOMBRE	FECHA	PROCEDENCIA
HSIU-WEI CHEN DEAN YI CHOU	10-12/1 24-25/1	Univ. de Taiwán
RAFAEL MANSO	10-16/1	High Altitude Observatory (EEUU)
DAVID MARTÍNEZ DELGADO	10-18/1	IAA, Granada
BERTRAND GOLDMAN	12-13/1	Inst. Max-Planck (Alemania)
RICCARDO CORATELLA	15-30/1	Univ. La Sapienza, Roma (Italia)
ESTHER MÁRMOL	16-27/1	Univ. Complutense de Madrid
ROSARIO LÓPEZ HERMOSO	19-24/1 7-9/5 6-7/7 9-10/7 18-19/7 10-11/9 13-14/9	Univ. de Barcelona
CARLOS TEJADA	24/1-8/2	UNAM (México)
VICENTE DOMINGO CODOÑER	25-27/1	Univ. de Valencia
ROGER OLIVA	8-12/2	Inst. de Estudios Espaciales, Barcelona
RAFAEL MORALES PABLO MELLADO	13-17/2	IAA, Granada
BEGOÑA ASCASO ANGLÉS	13-28/2	IAA, Granada
LAURENCE SABIN	19-22/2	ING (La Palma)
MARCO MONTALTO	21-28/2	Univ. de Padua (Italia)
TOSHIFUMI SHIMIZU	27/2-4/3	NAOJ, Tokio (Japón)
ROBERT SCHWARZ	1-2/3	Inst. Astrofísico de Postdam (Alemania)
ANGEL BONGIOVANNI	7-21/3	Univ. de Caracas (Venezuela)
OLIVER CAMPERO	10-13/3	Univ. de Huelva
ROSER PELLÓ S. BRAU-NOGUE S. BARATCHARD	21-23/3	Obs. Midi-Pyrénées (Francia)
JENS CHLUBA	25/3-4/4	Inst. Max-Planck (Alemania)
REMON CORNELISSE	31/3-14/4	Univ. de Oxford (Reino Unido)
KAMBIZ FATHI	3-19/4	Univ. de Estocolmo (Suecia)
MÁXIMO GARCÍA JOVE	10-13/4	Univ. de Grenoble (Francia)
SANTI CASSISI	18-25/4	Obs. de Teramo (Italia)
SIMONE ZAGGIA	22-27/4	Obs. de Trieste (Italia)
PIERRE DALLO	23/4-3/5	Univ. de Niza (Francia)
J. MIKOLAJEVSKA ARTUR RUTKOWSKI	27-28/4 2-4/5	Inst. Astronómico Copernicus (Polonia)
EDUARDO SIMMONEAU	2-9/5	Inst. de Astrofísica de París (Francia)
LUIS GOICOECHEA	8-13/5	Univ. de Cantabria

M. ROSA ZAPATERO OSORIO	9-12/5 14-15/5 15-21/7	LAEFF-INTA (Madrid)
MIRIAM CENTURIÓN OSCAR STRANIERO	9-12/5	Obs. de Trieste (Italia)
YAKIV PAVLENKO	9-24/5	Obs. de Kiev (Ucrania)
SALVO GUGLIELMINO	13-18/5	Univ. de Catania (Italia)
REICHEL STREET	14-15/5 23-28/5	Queens Univ. Belfast (Reino Unido)
HUMBERTO CAMPINS	15-18/5	Univ. Central de Florida (EEUU)
JORGE BALBAS	15-16/5	Univ. de Michigan (EEUU)
JOHAN KNAPEN	15-20/5	Univ. de Hertfordshire (Reino Unido)
MARK CHEUNG	21-27/5	Inst. Max-Planck (Alemania)
CARLOS DÍAZ JAVIER BERDUGO	24-25/5	CIEMAT (Madrid)
RAMARAO TATA	26-30/5 9-13/6	Univ. Central de Florida (EEUU)
MARCO TUCCI	31/5-15/6	Imperial Collage, Londres (Reino Unido)
FRANCISCO JOSÉ SOLER GIL	1-6/6	Univ. de Bremen (Alemania)
VERÓNICA MOTTA	4-19/6	Univ. John Hopkins (Reino Unido)
IGNACIO NEGUERUELA	5-6/6	Univ. de Alicante
GRAZYNA STASINSKA	5-10/6 17-18/6	Obs. de París-Meudon (Francia)
MARTIN ABRAHAMYAN	11-12/6 16-17/6	Univ. de Yerevan (Armenia)
MEIR SEMEL JULIO RAMÍREZ	20/6-1/7	Obs. de París-Meudon (Francia)
JEREMIE LOCHARD	5-20/7	Obs. de París-Meudon (Francia)
HÉCTOR OTÍ FLORANES	10-11/7	Univ. de Cantabria
SEBASTIEN COMERON LIMBOURG	10-11/7	Univ. de Barcelona
ERIC MICHEL	11-20/7	Obs. de París-Meudon (Francia)
DARÍO DEL MORO	19-22/7 4-10/8	Univ. Tor Vergara, Roma (Italia)
TIM BROWN	20-21/7	Las Cumbres Obs., California (EEUU)
FRANCO LEONE	21-22/7	Inst. de Astrofísica de Catania (Italia)
ALBERTO REBASSA MANSERGAS	2-3/8 6-11/8 17-22/8	Univ. de Warwick (Reino Unido)
BRIGITTE SCHMIEDER	24-25/8	Obs. de París-Meudon (Francia)
CINTIA GÓMEZ	6-8/9	Univ. de Florida (EEUU)
CLAUDE AIME	9-10/9	Obs. de Niza (Francia)
IGNACIO NEGUERUELA DÍEZ	9-10/9	Univ. de Alicante
CATHERINE GREC MARIANNE FAUROBERT	13-15/9	Obs. de Niza (Francia)
NICOLAS LABROSSE	29-30/9	Univ. de Gales (Reino Unido)

La residencia que existía hasta ahora en la sede central del IAC, en La Laguna, quedó clausurada, el 30 de septiembre, por reestructuración del edificio, por lo que el listado de visitantes alojados en ella se suspende desde esa fecha.

Y ADEMÁS

Aparte de científicos, ingenieros y técnicos, el IAC y sus Observatorios también reciben otro tipo de visitas institucionales y con fines diversos, entre ellas:

Visita de Federico García Moliner

Ganadores del Concurso "Física en tu casa"

Los ganadores del concurso "Física en tu casa" de 2005, convocado por la FECYT, visitaron la sede central del IAC, en La Laguna, y el Observatorio del Teide, en Tenerife, los pasados 10 y 11 de marzo, respectivamente. También, como parte del programa de visitas organizado por el IAC, visitaron las Cañadas del Teide, el Loro Parque de Tenerife y el Museo de



Federico García Moliner durante la visita a las instalaciones del GTC.



El Premio Príncipe de Asturias de Investigación científica y Técnica 1992, Federico García Moliner, visitó en el mes de mayo El Observatorio del Roque de los Muchachos. Durante la visita pudo conocer las instalaciones del Gran Telescopio CANARIAS GTC.

la Ciencia y el Cosmos.

Fotos de la visita de los ganadores al Instituto de Astrofísica,

NOMBRE	FECHA	PROCEDENCIA
D. HELMUT ZEITRAEGGER	17/1	GSI
Directores Generales de Educación	23/1	
D. JUAN ROMERO PI		Presidente de la Zona ZEC
Asistentes a las Jornadas de Oportunidades Tecnológicas e Industriales en Astrofísica	2/2	
D. JUAN CASTRO RODRIGUEZ D. MIGUEL CALERO	10/2	Alcalde del Ayuntamiento de Garafía
Miembros de la Federación Española de Municipios y Provincias	28/2	
D. ROBERT-JAN SMITTS	12/4	DG Research: Structuring the European Research Area
SIR STEPHEN WRIGHT	28/4	Embajador Británico en España
DÑA. MERCEDES SIERRA D. JORGE LOMBA DÑA. ANDREA PEREZ CARRO	11-12/5	Directora de Aeronáutica y Espacio Jefe del Departamento de Programas de ESA Responsable del Programa de vuelos tripulados , microgravedad y explotación Responsable del Programa científico
DÑA. M. PILAR ROMAN		
Miembros de la Delegación de la Universidad de San Antonio de Texas	15/5	
Miembros de la Delegación de la Universidad de Florida	15-17/5	
Asistentes a la inauguración de STELLA	18/5	
D. FEDERICO GARCIA MOLINER		Premio Príncipe de Asturias de Física
D. VICENTE CEBRIAN ECHARRI D. JOSE A. RUIZ DEL ARBOL D. JOSE PEREZ MOYA D. ROSA PULIDO	22-24/5	Director General INSA Director de Estaciones del INSA Director de la Estación de Maspalomas Jefe del Departamento de Ingeniería INSA
D. WOLF-RUTHART BORN D. ARNULF BRAUN	31/5	Embajador de la República Federal Alemana en España Cónsul de la República Federal de Alemania en Canarias
DÑA. LUDIMLA MALOFEVA	4/7	Participante en el Salón Europeo de la Cooperación
D. VIRGILIO ZAPATERO	12/8	Rector de la Universidad de Alcalá y Presidente de la Oficina de Cooperación Universitaria
D. ANTONIO FERNANDEZ	29/8	Vicerrector de Investigación de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Asistentes a la inauguración de la exposición de Oscar Domínguez	30/9	
D. BILL NEWTON-DUNN	6/10	Miembro del Parlamento Europeo
Delegación de la Universidad de Chicago	13-15/12	

ORGANIZACIÓN Y PERSONAS

A. Ruigómez.
L. Manadé.

PERSONAL FUNCIONARIO

Ofertas Empleo Público

Durante 2006 se convocaron dos plazas de Investigador Titular de OPI's correspondiente a la oferta de 2005.

PERSONAL LABORAL

Durante 2006 se convocaron diversos procesos selectivos para la provisión definitiva como personal laboral fijo de ocho plazas vacantes de personal laboral, cuatro plazas de personal acogido a Convenio (2 Administrativos, 1 Técnico de Sistemas Junior y 1 Secretaria) y otras cuatro de personal laboral fuera de Convenio (1 Administrador observatorio-ORM, 1 Gerente operacional y 2 Ingenieros Senior). El proceso finalizará en el primer trimestre de 2007.

El IAC tramitó a través de la Subdirección de Coordinación Normativa (MEC) y de la Subdirección General de Planificación y Estudios de Recursos Humanos (MAP) toda la contratación laboral de carácter temporal, bien a través del CUPO aprobado a principios de año, bien a través de solicitud de autorizaciones específicas ante necesidades que fueron surgiendo a lo largo del año, cumpliéndose los objetivos previstos.

FORMACIÓN CONTINUA

Se continuó el esfuerzo formativo mediante el desarrollo del Plan de Formación Continua del IAC aprobado por el INAP.

Se impartieron seis cursos dentro del Plan de Formación Continua subvencionado por el INAP:

- Ley de Subvenciones: Ante las reformas producidas en la normativa de las subvenciones, el objetivo del curso fue conocer el régimen jurídico, administrativo y presupuestario de las subvenciones para mejorar los procesos de gestión y justificación.

- Labview para ingenieros: Conocer la familia de productos Labview de la empresa National Instruments y adquirir la capacidad de resolver por medio de dichos productos problemas relacionados con adquisición de datos, control en tiempo real y programación de interfaces gráficas de usuario

para prototipos y sistemas de pequeña y media escala con tiempos de desarrollo especialmente cortos.

- Reingeniería de gestión por procesos: Dominar los fundamentos del Sistema de Gestión por Procesos; Conocer herramientas y metodología para organizarse en torno a procesos, desde el punto de vista operativo y de gestión; Aprender a realizar un diagnóstico sobre la implantación y buen funcionamiento de un sistema de gestión por procesos; Dotar de herramientas que permitan mantener y desarrollar el proceso de mejora continua y reingeniería dentro de la organización.

- Formación en ANSYS Wokbench: Formar en ANSYS Workbench a los integrantes del Departamento de Mecánica a fin de integrar todas las herramientas necesarias que permitan extender el conocimiento a este nuevo entorno.

- Negociación y resolución de conflictos: Gestionar adecuadamente las negociaciones habituales en los proyectos (contratos, negociación con proveedores, como clientes y como contratados), abordar de manera correcta los conflictos en los proyectos.

- Organización y funcionamiento de la Administración pública.

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 2006. La Comisión Paritaria de Acción Social se reunió en seis ocasiones.

El presupuesto para Ayudas del Plan de Acción Social para 2006 fue de 60.300 €, habiéndose concedido ayudas por el importe total del presupuesto. Las ayudas del Plan de acción Social del IAC para 2006 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

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 2006 se hizo un esfuerzo en formación en prevención de riesgos laborales. Así otros 14 trabajadores del IAC obtuvieron la formación del nivel básico de prevención y 165 personas asistieron a cursos y seminarios en diversos aspectos de Seguridad y Salud en el trabajo. Estos cursos se desarrollaron tanto en las instalaciones del IAC como en las del Servicio de Prevención Ajeno, FREMAP.

Hasta el 31 de diciembre de 2006, se realizaron 101 revisiones médicas.

Actuaciones realizadas:

- Medida del nivel de ruido en el Taller de Mecánica debido al cambio de valores límite en la legislación.
- Concluidas las obras se procedió a la Revisión de la nueva Sala AIV en lo relativo a Seguridad y Salud.
- Evaluación de riesgos en el Experimento COSMOSOMAS (Observatorio del Teide).
- Revisión de la señalización, rutas de emergencia, BIE's y extintores para la actualización de planos del manual de autoprotección, en desarrollo.
- Se procedió a la revisión ergonómica de diversos puestos de trabajo.
- Se aprobaron los protocolos para la revisiones médicas, protocolos relacionados con los puestos de trabajo y evaluación de riesgos efectuada en 2005.

Se concluyeron los borradores de los siguientes procedimientos:

- Equipos de Protección individuales (EPI's).
- Manual de autoprotección (Plan de Emergencia).
- Manual de coordinación de actividades empresariales.

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

Comunicación Interna

A finales de 2006 se entregó al Comité de Dirección del IAC, las propuestas de mejora derivadas del

trabajo realizado durante el año por un equipo de trabajo creado al efecto, y tras la realización de un cuestionario al personal del IAC se recogieron 153 respuestas, aproximadamente un 60 % del personal al que iba dirigido. También se realizaron 28 entrevistas al personal del IAC. Este trabajo se realizó siguiendo el modelo MICAG, de la Universidad de Deusto, utilizado para analizar y desarrollar la Gestión de la Innovación en Centros de Gestión Avanzada, que ya han adoptado estrategias avanzadas de Gestión, como EFQM, Reingeniería, etc.

Tras analizar los resultados de las encuestas, reuniones y cuestionarios realizados en torno al funcionamiento de la Información y Comunicación internas en el IAC, el Equipo de Comunicación Interna (ECI), elaboró un informe con el resultado de todo ello y realizó las propuestas de mejora correspondientes.

Grupos de trabajo

Durante 2006 se crearon dos grupos de trabajo inter-áreas:

- Formación: procedimiento para la elaboración de los planes de formación anuales.
- Evaluación: procedimiento para la evaluación del desempeño que posibilite un sistema más eficaz y objetivo para el reparto de la productividad.

Se espera que estos grupos finalicen su trabajo en el primer trimestre 2007, procediéndose durante este año a la implantación de los mismos.

CONCIERTO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN PARA LA FORMACIÓN EN CENTROS DE TRABAJO

Se cumple el decimo tercer año consecutivo de estos conciertos de colaboración IAC-Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias. Durante el 2006 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.

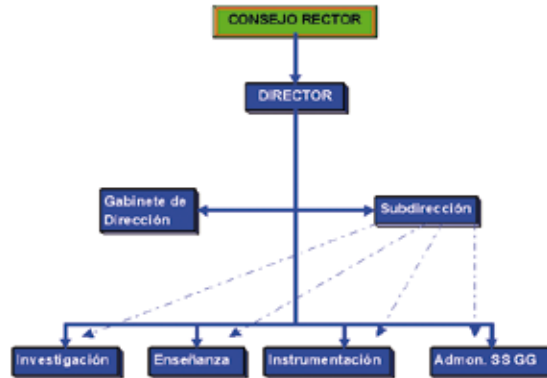
Se incorporaron al Taller de Mecánica:

- R. González Hernández, del IES Virgen de Candelaria.
- G.L. Sosa Chávez, del IES Oscar Domínguez.

La experiencia, al igual que en años anteriores ha sido muy positiva.

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 (UL)

Secretaría

M. Mónica Gutiérrez Hernández (CLT)
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)
Laura Calero Hernández (CLT)

Natalia Ruiz Zelmanovitch (CLT)

Becarios

Inés Bonet Márquez (V)
Iván Jiménez Montalvo (V)

Gara Mora Carrillo (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

Enrique Aguado Valladares (CLT)

Jorge Quintero Nehr Korn (CLT)

Anselmo C. Sosa Méndez (CLT)

SERVICIOS INFORMÁTICOS COMUNES (SIC)

Jefe

* Antonio Jiménez Mancebo (PO)

Secretaría

M. Adela Rivas Fortuna (CL)

DEPARTAMENTO DE REDES Y COMUNICACIONES (DRC)

Ingenieros

Susana Delgado Marante (CL)
Jorge Goya Pérez (CLT)

Carlos A. Martín Galán (CL)
Diego M. Sierra González (CL)

Técnico

Irene Corona Hernández (CL)

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS Y SOFTWARE (DSS)

Ingenieros

Antonio J. Díaz Chinaea (CL)
Justo Luna López (CLT)

Francisco Orta Soler (CLT)
Estrella Zatón Martín (CL)

Técnicos

Héctor J. Hernández Hernández (CL)
Francisco J. López Molina (CL)

Víctor Plasencia Darías (CL)

DEPARTAMENTO DE BASES DE DATOS (DBD)

Ingenieros

Ricardo Díaz Campos (CLT)

Carlos Westendorp Plaza (CLT)

Técnico

Manuel Ramos Aguilar (CL)

SERVICIO DE OPERACIONES + CAU

Técnicos

Aurelio A. Gutiérrez Padrón (CL)
Joaquín Gutiérrez Rodríguez (CLT)

Isabel M. Plasencia García (CL)

ÁREA DE INVESTIGACIÓN

Coordinador

* Artemio Herrero Davó (UL)

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 (CLT)

Astrónomos de Soporte

Gabriel Gómez Velarde (CLT)

Alfred Rosenberg González (CLT)

José Miguel González Pérez (CLT)

Observadores

Luis Miguel Chinarro Fuentes (CL)

Antonio Pimienta de la Rosa (CL)

Santiago López González-Coviella (CL)

Operadores

Arabela de la Nuez Cruz (CLT)

Daniel López Prieto (CLT)

Manuel Felipe Núñez Díaz (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)

PERSONAL INVESTIGADOR

Profesor visitante

Guido Ceppatelli (V)

Astrofísicos

- * José Antonio Acosta Pulido (V)
- * Antonio Aparicio Juan (UL)
- * M. Jesús Arévalo Morales (UL)
- * Marc Balcells Comas (PO)
- * John E. Beckman (CSIC)
- * Juan A. Belmonte Avilés (PO)
- * Juan E. Betancort Rijo (UL)
- * José Antonio Bonet Navarro (PO)
- * Jorge Casares Velázquez (PO)
- * Manuel Collados Vera (UL)
- * Hans Deeg (PO)
- * César Esteban López (UL)
- * M. Carmen Gallart Gallart (PO)
- * Ignacio García de la Rosa (PO)
- * Francisco Garzón López (UL)
- * Jesús González de Buitrago Díaz (UL)
- * Ignacio González Martínez-Pais (UL)
- * Carlos M. Gutiérrez de la Cruz (PO)
- * Jesús Jiménez Fuensalida (PO)
- * Johan Knapen (PO)
- * Carlos Lázaro Hernando (UL)
- * Antonio Mampaso Recio (PO)
- * Arturo Manchado Torres (CSIC)
- * Eduardo Martín Guerrero de Escalante (PO)
- * Valentín Martínez Pillet (PO)
- * Evencio Mediavilla Gradolph (UL)
- * Fernando Moreno Insertis (UL)
- * Casiana Muñoz-Tuñón (PO)
- * Pere Lluís Pallé Manzano (PO)
- * Ismael Pérez Fournon (UL)
- * Fernando Pérez Hernández (UL)
- * Almudena Prieto Escudero (PO)
- * Mercedes Prieto Muñoz (UL)
- * Rafael Rebolo López (CSIC)
- * Clara Régulo Rodríguez (UL)
- * Teodoro Roca Cortés (UL)
- * José Miguel Rodríguez Espinosa (PO)
- Inés Rodríguez Hidalgo (UL)
- * Basilio Ruiz Cobo (UL)
- * Jorge F. Sánchez Almeida (PO)
- * Javier Trujillo Bueno (CSIC)
- * Manuel Vázquez Abeledo (PO)
- * M. Rosa Zapatero Osorio (PO)

Becarios y contratados

- Carlos A. Álvarez Iglesias (V)
- Andrés Asensio Ramos (CLT)
- Rafael D. Barrera Delgado (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)
- Andrés Javier Cenarro Lagunas (CLT)
- Remon Cornelisse (CLT)
- Romano Corradi (V)
- Luis Corral Escobedo (V)
- Lucio Crivellari (V)
- Carlos José Delgado Méndez (CLT)
- Eduardo J. Delgado Donate (CLT)
- Moncef Devorich (CLT)
- Ithaiza Domínguez Cerdeña (CLT)
- Igor Drozdovsky (CLT)
- Martín Durant (CLT)
- Kambiz Fathi (CLT)
- Miriam García García (CLT)
- Begoña García Lorenzo (CLT)
- Sergi Hildebrandt Rafels (CLT)
- Claudia Höegemann (CLT)
- Susana Iglesias Groth (CLT)
- Garik Israelian (CLT)
- Olena Khomenko (CLT)
- Anniqve Lenorzer (CLT)
- Jérémié 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)
- Inmaculada Martínez Valpuesta (CLT)
- Matteo Monelli (CLT)
- Ana M. Pérez García (CLT)
- Pablo Rodríguez Gil (CLT)
- Ángeles Rodríguez Hernández (CLT)
- José Alberto Rubiño Martín (CLT)
- Tariq Shahbaz (CLT)
- Víctor Sánchez Béjar (V)
- Rosaria Simoniello (CLT)
- Marco Lorenzo Tucci (CLT)
- Marc Vallbe Mumbro (CLT)
- Alejandro Vazdekis Vazdekis (CLT)
- M. Rosario Villamariz Cid (V)
- Anthony Robert Watson (V)

Colaboradores

- Xavier Calbet Alvarez (V)
- Emilio Casuso Romate (V)
- Antonio Eff-Darwich Peña (V)
- Peña Fabiani Bendicho (V)
- Lester I. Fox Machado (V)
- Inés Márquez Rodríguez (V)
- Verónica Pabla Melo Martín (V)
- José Manuel Rodríguez Ramos (V)

ÁREA DE ENSEÑANZA

Coordinador

* Jordi Ceba Nogué (UL)

Secretaría

M. Lourdes González Pérez (CL)

M. Nieves Villoslada Dionis (CL)

ASTROFÍSICOS RESIDENTES

Residentes 2º IAC

Ricardo Oscar Amorín Barbieri (AR)

José Ruymán Azzollini Felipe (AR)

Martina Dobrincic (AR)

Antonio Hernán Caballero (AR)

Noelia Estella D. Noël (AR)

Residentes 1º IAC

Valeria Buenrostro Leiter (AR)

Carlos López San Juan (AR)

Teodoro Muñoz Darias (AR)

Mauricio Panniello (AR)

Rubén Sánchez Janssen (AR)

Kerttu Viironen (AR)

Beca 2º 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 1º 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)

Becarios y colaboradores

David Abreu Rodríguez (CLT)

Alejandro Afonso Luis (CLT)

José Manuel Almenara Villa (V)

Edouard Joseph Bernard (CLT)

Gabriel Bihain (V)

Héctor Cánovas Cabrera (V)

Nieves Dolores Castro Rodríguez (V)

Norberto Castro Rodríguez (V)

José Luis Cervantes Rodríguez (V)

Alejandra di Cesare (V)

M. Teresa Costado Dios (V)

Carolina Domínguez Cerdeña (V)

Rosa M. Domínguez Quintero (V)

M. del Carmen Eliche Moral (V)

Miriam Fernández Lorenzo (V)

Carlos González Fernández (V)

Robert Juncosa Serrano (V)

Maritza Arlene Lara López (V)

Fabiola I. Martín Luis (V)

Ismael Martínez Delgado (V)

Ingrid Patricia Meschin (V)

Laura Merenda (V)

Noemí Miranda Cáceres (V)

Raquel Oreiro Rey (V)

Carmen Pilar Padilla Torres (CLT)

Santiago Gabriel Patiri (V)

Illa Rivero Losada (V)

Markus Rabus (CLT)

Cristina Ramos Almeida (V)

Antonio Enea Romano (CLT)

Nayra Rodríguez Eugenio (V)

Laurence Sabin (CLT)

Miguel Santander García (V)

Santiago Vargas Domínguez (V)

Héctor Vázquez Ramió (V)

ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN

Coordinador

* Ramón J. García López (UL)

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

Mar Azuaga Aragoncillo (CLT)
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)
Miguel Núñez Cagigal (CLT)
Teodora A. Viera Curbelo (CL)

DEPARTAMENTO DE MECÁNICA

Jefe

Vicente Sánchez de la Rosa (CL)

Ingenieros

Sonia Barrera Ordóñez (CLT)
Santiago Becerril Jarque (CLT)
Francisco Javier Fuentes Gandía (CL)
M. Belén Hernández Molina (CLT)
Elvio Hernández Suárez (CLT)

Lorenzo César Peraza Cano (CL)
Jaime Pérez Espinós (CLT)
Pablo Saavedra Rodríguez de Palacio (CLT)
Fabio Tenegi Sanginés (CLT)

Becarios

Rene Restrepo Gómez (V)

Pablo Zuluaga Ramírez (V)

DEPARTAMENTO DE ÓPTICA

Ingenieros

Sergio Chueca Urzay (CLT)
Ana Belén Fragozo López (CL)
Félix Gracia Temich (CLT)
Maider Insausti Mugica (CLT)

Roberto López López (CL)
Jorge Sánchez-Capuchino Revuelta (CLT)
José Luis Rasilla Piñeiro (CL)

Becario

Carlos Tejeda Vargas (V)

DEPARTAMENTO DE SOFTWARE

Jefe

Carlos Martín Díaz (CL)

Ingenieros

Marta del C. Aguiar González (CL)
M. Francisca Gómez Reñasco (CL)
Alberto Javier Herrera de Lamo (CLT)
Pablo López Ramos (CLT)
José Carlos López Ruiz (CL)

Juan Luis Medina Trujillo (CLT)
Heidy Moreno Arce (CLT)
Esperanza Páez Mañá (CL)
Ruth M. Rodríguez Ramallo (CLT)

PROYECTOS

Jefe

Marcos Reyes García-Talavera (CL)

Gestores

Ángel Alonso Sánchez (CLT)	José Miguel Herreros Linares (CL)
Manuel Amate Plasencia (CL)	Lieselotte Jochum (CL)
Carmen M. Barreto Cabrera (CL)	Jesús Patrón Recio (CL)
Víctor M. González Escalera (CL)	M. del Rosario Pérez de Taoro (CLT)
Juan Carlos González Herrera (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 Arnay 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

Ruth Fernández Ribera (CLT)

Sonia Fumero de Sande (CLT)

Nieves S. García Pérez (CL)

M. José González Díaz (CL)

Dionisio Pérez de la Rosa (CL)

Carmen Yolanda Zamora Expósito (CL)

TESORERÍA

Lydia de Araoz Vigil (CL)

Nieves Fátima Ferraz Gutiérrez (CLT)

José M. Rodríguez Acosta (CL)

PERSONAL

L. Olivia Hernández Tadeo (CL)

Ana M. Lamata Martínez (CLT)

M. Belén Rodríguez González (CLT)

CONTRATACIÓN ADMINISTRATIVA

Carmen Aloys García Suárez (CL)

COMPRAS E INVENTARIO

Otilia de la Rosa Yanes (CL)

A. Delia García Méndez (CL)

DIETAS Y VIAJES

M. del Carmen De Luca López (CL)

GERENCIA OPERACIONAL

Gerente

Germán R. Pescador Rodríguez (CLT)

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)

Enrique Patrón Recio (CL)

Ramón R. Díaz Díaz (CL)

Rafael A. Ramos Medina (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 (CLT)

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)

Técnico en prácticas

Aytami Peñate Rodríguez (CLT)

Conductor

José Adelto Hernández Sánchez (CL)

Doctorandos	-	-	7	-	-	23	28	58
TOTAL	23	119	117	22	5	23	54	363

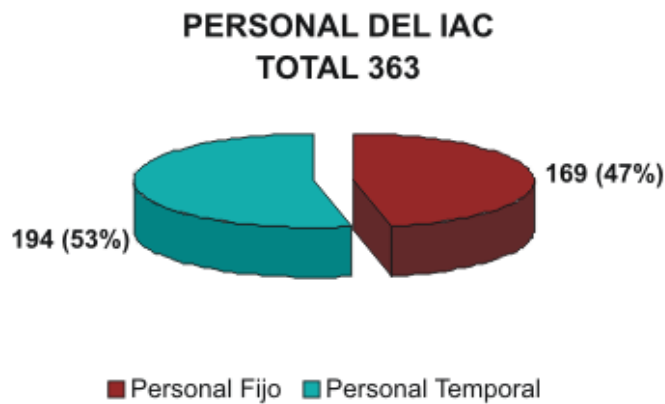
	PO	UL	CSIC	OTROS	TOTAL
PERSONAL FUNCIONARIO *	23	21	5	1	50
PERSONAL NO FUNCIONARIO	-	1	-	312	313
TOTAL	23	22	5	313	363

* = 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 31-12-2006)

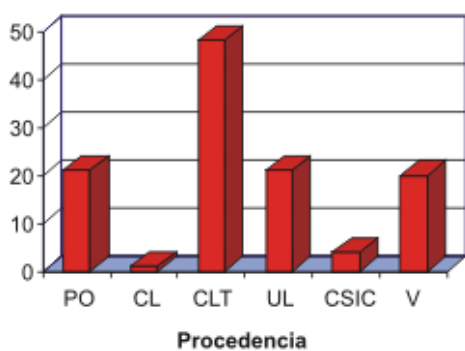
	PO	CL	CLT	UL	CSIC	AR	V	
TOTAL								PERSONAL FIJO 169
Astrofísicos 115	21	1	48	21	4	-	20	PERSONAL TEMPORAL 194
Técnicos 131	1	78	47	1	1	-	3	
Administrativos 59	1	40	15	-	-	-	3	



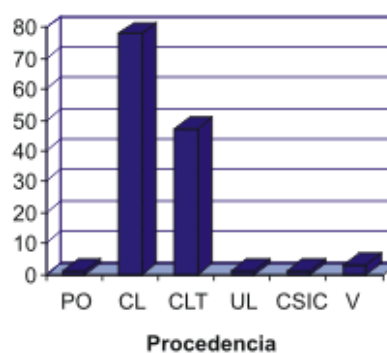
DISTRIBUCIÓN Y PROCEDENCIA DEL PERSONAL DEL IAC

(a 31-12-2006)

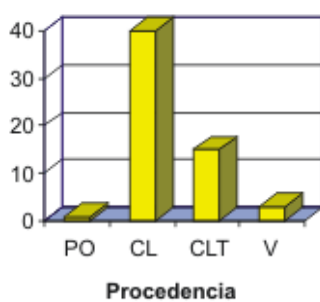
ASTROFÍSICOS



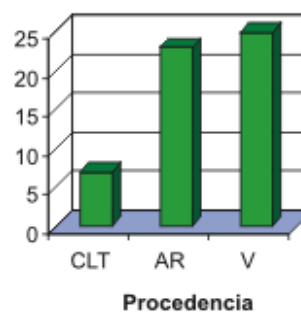
TÉCNICOS



ADMINISTRATIVOS

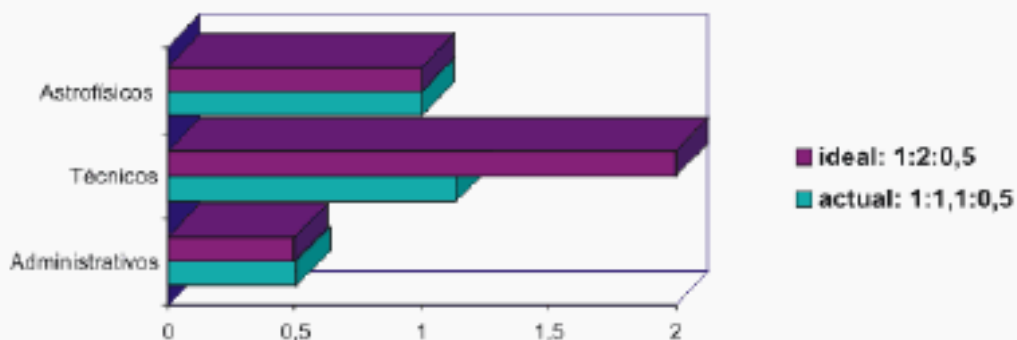


DOCTORANDOS



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
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
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
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
Web: <http://www.iac.es/orm>

