



MEMORIA IAC - 2009

**MEMORIA
2009**

“INSTITUTO DE ASTROFISICA DE CANARIAS”

“INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS”

GABINETE DE DIRECCIÓN

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

7-	PRESENTACIÓN
8-	CONSORCIO PÚBLICO IAC
12-	LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS
12-	- Observatorio del Teide (OT)
13-	- Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM)
14-	COMISIÓN PARA LA ASIGNACIÓN DE TIEMPO (CAT)
18-	ACUERDOS
19-	Gran Telescopio CANARIAS (GTC)
39-	ÁREA DE INVESTIGACIÓN
42-	- Estructura del Universo y Cosmología
63-	- El Universo Local
105-	- Física de las estrellas, Sistemas Planetarios y Medio Interestelar
133-	- El Sol y el Sistema Solar
157-	- Instrumentación y Espacio
197-	- Otros
221-	ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN
221-	- Ingeniería
232-	- Producción
237-	- Acciones de apoyo tecnológico
239-	- Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI)
250-	ÁREA DE ENSEÑANZA
250-	- Cursos de doctorado
251-	- Seminarios científicos
255-	- Coloquios
255-	- Becas
257-	- XXI Escuela de Invierno: "Procesos de acreción en Astrofísica"
261-	ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES
261-	- Instituto de Astrofísica
262-	- Observatorio del Teide
263-	- Observatorio del Roque de los Muchachos
264-	- Centro de Astrofísica de la Palma
264-	- Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo (OTPC)
267-	- Ejecución del Presupuesto 2009
268-	GABINETE DE DIRECCIÓN
268-	- Ediciones
270-	- Comunicación y divulgación
276-	- Visitas a las instalaciones del IAC
278-	SERVICIOS INFORMÁTICOS COMUNES (SIC)
282-	BIBLIOTECA
283-	PUBLICACIONES CIENTÍFICAS
283-	- Artículos en revistas internacionales con árbitros
298-	- Artículos de revisión invitados (Invited Reviews)
300-	- Comunicaciones a congresos internacionales
312-	- Comunicaciones a congresos nacionales
314-	- Artículos en revistas internacionales sin árbitros y comunicaciones cortas
315-	- Artículos en revistas nacionales
315-	- Libros y capítulos de libros
316-	- Tesis doctorales
319-	REUNIONES CIENTÍFICAS
328-	TIEMPO DE OBSERVACIÓN FUERA DE CANARIAS
329-	DISTINCIONES
330-	RECURSOS HUMANOS
336-	PERSONAL
349-	DIRECCIONES Y TELÉFONOS



Imagen de la galaxia M51, más conocida como “la Galaxia Remolino”.

Localizada a 23 millones de años luz de distancia de La Tierra, esta magnífica espiral se observó utilizando el Instrumento OSIRIS, instalado en el Gran Telescopio Canarias GTC, con un tiempo de observación de dos minutos. Para llegar a la misma profundidad, un telescopio de un metro de diámetro necesitaría un tiempo de exposición de cuatro horas aproximadamente. La imagen se ha obtenido como composición de imágenes en tres colores. Tratamiento de imagen Daniel López (IAC).

PRESENTACIÓN

Este año de 2009 será recordado por la comunidad astrofísica – y que sin duda no olvidaran los astrónomos españoles - como el año de la inauguración del Gran Telescopio Canarias (GTC), en el que se comenzó a observar en él, y en el que aparecieron sus primeras publicaciones científicas. Hazaña científico-técnica imposible, según los agoreros de siempre y otros más.

La Inauguración resultó un acto brillante y emotivo, presidido por los Reyes de España – que reiteradamente nos han honrado con su presencia - , y en el que participaron los constructores del GTC y astrónomos del todo el mundo, junto con autoridades y políticos destacados. Dentro de esta Memoria podrán encontrar referencias e imágenes de todo ello. Para mí constituyó - ¿por qué no decirlo? - algo muy significativo y simbólico, que me hizo revivir la historia del IAC concentrada en personas y hechos. Por eso dije en aquel acto: “Y da uno por buenas las mil y una batallas que ha sido necesario librar hasta llegar a este momento. Y recuerda emocionado, que el camino no lo ha hecho solo, que también se han dejado la piel a su lado un puñado de compañeros y amigos, profesionales rigurosos y apasionados, sin los cuales nada habría sido posible”. Y así seguimos.

Sin duda, para los más directamente implicados en la construcción del telescopio y sus instrumentos focales ha sido éste un año pleno de esfuerzos y de angustias, pues las expectativas son altas, y afinar la maravillosa y compleja máquina que es el GTC no es tarea fácil. Aun llevará tiempo lograr que el telescopio alcance su “velocidad de crucero”, y todos tendremos que tener paciencia crítica, ya que no podremos estar del todo satisfechos, hasta que los descubrimientos que con sus observaciones se realicen sedan una contribución destacada al conocimiento del Universo.

El Instituto ha seguido pleno de actividad, como puede comprobarse repasando esta Memoria anual, aunque la Dirección, el grupo de “site testing” y un puñado de personas más, han estado muy dedicados a producir datos y proporcionar estudios para la buena elección del sitio de ubicación del E-ELT. Pero ésta es otra guerra, con sus principales batallas en el próximo año.

Difícil es elegir cuáles de nuestras investigaciones destacar. Por citar alguna, entresacamos la publicada en Nature, sobre estrellas con bajo contenido en Litio como rastro para encontrar sistemas planetarios semejantes al nuestro. Pero hay otros resultados notables que encontrarán en esta Memoria.

El esfuerzo en instrumentación científica se ha centrado en la instrumentación para el GTC, con OSIRIS y EMIR, y en el espacio con contribuciones en Heschel y Plank y el experimento Sunrise.

Bien conocido es que 2009 ha sido el Año Internacional de la Astronomía, y que por todo el mundo han proliferado las actividades divulgativas de esta rama de la Ciencia. España ha sido muy activa y el IAC también. En esta Memoria podrán encontrar sus referencias.

MEMORIA
IAC 2009

7

La iniciativa del IAC, conocida como “STARLIGHT”, ha seguido afianzándose, consiguiendo el respaldo de la Unión Astronómica Internacional, de la UNESCO y hasta de la Organización de Naciones Unidas para el Turismo. Va prosperando más allá de la lucha por la no contaminación del cielo nocturno, y entra en la defensa de los ecosistemas nocturnos y se expande hacia la difusión de la Ciencia en la Cultura.

Prof. Francisco Sánchez
DIRECTOR

CONSORCIO PUBLICO

“INSTITUTO DE ASTROFISICA DE CANARIAS”

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

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

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

La participación de las instituciones de los diversos países en los Observatorios se realiza a través del Comité Científico Internacional (CCI). 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 la Asignación de Tiempo (CAT) reparte cuidadosamente entre las numerosas peticiones formuladas por los astrofísicos españoles.

MEMORIA
2009 IAC

8

El IAC lo integran:

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

Se estructura en áreas:

- Investigación
- Instrumentación
- Enseñanza
- Administración de Servicios Generales

Organos Directivos: N° Reuniones

*** CONSEJO RECTOR 1**

PRESIDENTE - Ministro de Ciencia e Innovación

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**

Organos Colegiados: N° Reuniones

*** COMISION ASESORA PARA LA INVESTIGACION (CAI) 1**

*** COMITE DE DIRECCION (CD) 33**

- Consejo de Investigadores 1
- Comisión de Investigación 8
- Comisión de Enseñanza 5
- Comisión de Doctores 6
- Comité de la Biblioteca 2

*** COMITE CIENTIFICO INTERNACIONAL (CCI)**

SUBCOMITES - Finanzas 2
- Operación del Obs. del Roque de los Muchachos 2
- Operación del Obs. del Teide 2
- Calidad Astronómica del Cielo 2

**MEMORIA
IAC 2009**

9

*** COMISION PARA LA ASIGNACION DE TIEMPO (CAT)**

- Telescopios nocturnos (sala nocturna) 2
- Telescopios solares (sala diurna) 1

REUNIONES CELEBRADAS

Reunión del Consejo Rector

El Consejo Rector del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), presidido por la Ministra de Ciencia e Innovación, Cristina Garmendia, y del que forma parte el Presidente del Gobierno de Canarias, Paulino Rivero, se reunió el pasado 26 de marzo, en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), en La Palma.

El día anterior la Ministra visitó el ORM, especialmente, las instalaciones del Gran Telescopio CANARIAS (GTC) que prepara su inauguración para finales del mes de julio.

Uno de los principales puntos del orden del día de esta reunión fue la posible ubicación del telescopio gigante europeo, el E-ELT (European Extremely Large Telescope) en el ORM y los pasos a seguir para consolidar su posición frente a su competidor, el observatorio de Chile, así como la creación de un centro tecnológico denominado IAC-Tecnología, ligado al Instituto de Astrofísica de Canarias para desarrollar al máximo las potencialidades tecnológicas de la Astrofísica e impulsar un nuevo tejido empresarial innovador en el seno de la Comunidad Autónoma de Canarias.

El Director del IAC, Francisco Sánchez, presentó un informe sobre las actividades del Instituto y sus Observatorios Internacionales, en especial, sobre los principales logros científicos y técnicos; la liquidación del presupuesto del IAC de 2008 y el proyecto de presupuesto para el 2009. También se abordaron cuestiones de personal y asuntos de trámite.

Asistieron a la reunión:

- Cristina Garmendia, Ministra de Ciencia e Innovación
- Paulino Rivero, Presidente del Gobierno de Canarias
- Carlos Martínez, Secretario de Estado de Investigación
- Rafael Rodrigo, Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
- Eduardo Domenech, Rector de la Universidad de La Laguna
- Milagros Luis, Consejera de Educación del Gobierno de Canarias
- Ricardo Melchior, Presidente del Cabildo Insular de Tenerife
- Guadalupe González, Presidenta del Cabildo Insular de La Palma
- Juan Ruiz, Director de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información
- Pedro Alvarez, Director General de GRANTECAN S.A.
- Francisco Sánchez, Director del IAC
- Carlos Martínez, Subdirector del IAC
- Luis Martínez, Jefe del Gabinete de Dirección del IAC
- Rafael Arnay, Administrador de los Servicios Generales del IAC



Reuniones del Comité Científico Internacional (CCI)

Durante 2009 tuvieron lugar dos reuniones del CCI. La reunión número **61**, el 5 de mayo y la número **62**, el 17 de noviembre, ambas celebradas en el Hotel La Laguna.

Los principales temas tratados estaban relacionados con los informes sobre los nuevos telescopios y la aprobación para la instalación del WEB (en el Observatorio del Teide) y SuperWASP-Alsubai-Follow up Telescope (en el Observatorio del Roque de los Muchachos).

También se repasaron las actividades llevadas a cabo en Canarias dentro del programa del Año Internacional de Astronomía 2009.

En relación al futuro de los Observatorios de Canarias y el marco de los Acuerdos de Cooperación en Astrofísica se acordó invitar a todas las Instituciones Usuarias a expresar por escrito sus preferencias en cuanto al posible desarrollo de un nuevo marco administrativo para la operación de sus telescopios.

**MEMORIA
IAC 2009**

11

En ambas reuniones los Administradores de los Observatorios presentaron sus informes y fueron felicitado por su excelente gestión de los mismos.

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)
30	Telescopio robótico Bradford	Univ. de Bradford (RU)	2005
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)	2009
155	Telescopio infrarrojo Carlos Sánchez (TCS)	IAC (E)	1972
	Interferómetro de microondas (VSA)	Univ. Cambridge (RU) Univ. Manchester (RU) IAC (E)	2002
	<u>Instrumentos en el LABORATORIO SOLAR:</u>		
	- Espectrofotómetro integral MARK-I	Univ. Birmingham (RU) IAC (E)	1977
	- Tacómetro de Fourier GONG-T	NSO (EEUU)	1996
	- 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

Comunicaciones: Red IBERCOM (6 líneas de emergencia con 65 extensiones, 2 líneas de fax), sistema de radio-enlace con 1 estación de base, 5 a bordo de vehículos y 5 portátiles.

- Alojamiento: Residencia con 24 plazas.
- Vehículos: 9 adscritos a las instalaciones telescópicas y 4 todo-terreno.
- Energía: 3 centros de transformación con 660 KVA y 3 grupos electrógenos con 295 KVA.
- Cúpula 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

LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS

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

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

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

A= Alemania; AR= Armenia B= Bélgica; D= Dinamarca; E= España; EEUU= Estados Unidos; FI= Finlandia; FR= Francia; IT= Italia; M= México; N= Noruega; PB= Países Bajos; P= Polonia; RU= Reino Unido; R= Rusia; S= Suecia; U= Ucrania; IS= Islandia

- Comunicaciones: Red IBERCOM (30 líneas externas con 114 extensiones, 2 líneas de fax), sistema de radio-enlace con 6 estaciones de base y 42 a bordo de vehículos, línea de datos a 2 Mb/s de velocidad.
- Alojamientos: Residencia con 29 habitaciones (24 individuales y 5 dobles); Anexo con 30 habitaciones (9 individuales y 21 dobles).
- Vehículos: 3 todo-terreno, 1 turismo, 1 camión (quitanieve y contra incendios) y 1 ambulancia.
- Helipuertos: 4.
- Otras instalaciones: Zona de Servicios con despachos, Laboratorio de Electrónica, Taller de Mecánica, Almacén, Garajes, Grupos Electrógenos, Transformadores, Cuarto de Máquinas, Taller de Soldadura y Gasolinera.

COMISIÓN PARA LA ASIGNACIÓN DE TIEMPO (CAT)

En los Observatorios del IAC

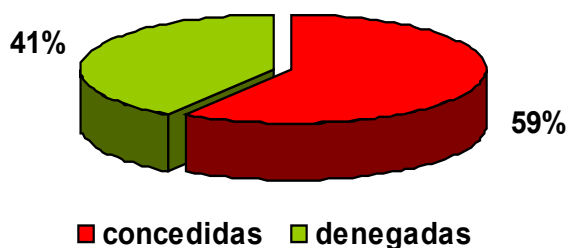
Entre los objetivos del IAC figura “promover la investigación astrofísica” y “fomentar las relaciones con la comunidad científica nacional e internacional”. La forma más directa que tiene el Instituto de actuar en tal sentido es facilitando el uso de tiempo de observación disponible en cada uno de los 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 adscribe a las listas de candidatos elegibles según sus campos de investigación. Las normas sobre su composición y funcionamiento las fija el Consejo Rector del IAC.

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

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

1.012,7 noches solicitadas en los telescopios
nocturnos del ORM y OT



Factor de sobrepetición 1,8 (180%)

Sala nocturna

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

**12, 13 y 14 de mayo
10, 11 y 12 de noviembre**

Presidente
Juan A. Belmonte (IAC)

Vicepresidente
J. Ignacio González Serrano (IFCA)

PANEL I; GALAXIAS Y COSMOLOGIA (GACOS)

Comisionado
José A. Acosta (IAC)

Vice-comisionado
Mercedes Mollá Llorente (CIEMAT)

Vocales
Vicent Martínez (UV)
Johan Knapen (IAC)
Reynier Peletier (RUG)

PANEL II; GALAXIAS Y ESTRELLAS (GAES)

Comisionado
Emilio Alfaro (IAA)

Vice-comisionado
Carlo Martínez Roger (IAC)

Vocales
Josep Martí Ribas (Univ. Jaén)
Ignacio Negueruela (Univ. Alicante)
Pablo Rodríguez Gil (ING)

PANEL III; ESTRELLAS Y PLANETAS (ESPLA)

Comisionado
Ignacio Ribas Canudas (IEEC)

Vice-comisionado
Enric Pallé (IAC)

Vocales
M. Jesús Arévalo (IAC)
José Luis Ortiz (IAA)
David Barrado y Navascúes (LAEFF)

Sala diurna

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

27 de enero

Presidente
Pere Lluís Pallé (IAC)

Representante del MICINN
Jesús Burgos (IAC)

Vocal del IAC
Andrés Asensio

Vocales de la Comunidad Nacional
José A. del Toro (IAA-CSIC)
Javier Rodríguez-Pacheco (UAH)

Vocal Comité Científico Internacional
Saku Tsuneta (Obs. Nacional de Japón)

En las tres reuniones del CAT, dos de la sala nocturna y una de la sala diurna, ha actuado *Tatiana Karthaus*, del IAC, como Secretaria.

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

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

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

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

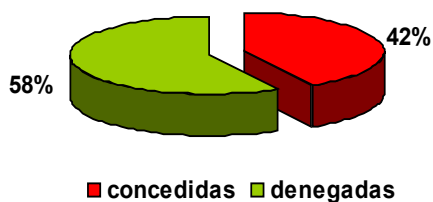
**MEMORIA
IAC 2009**

15

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

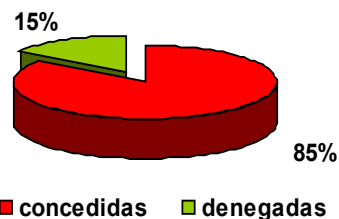
El factor de sobrepetición expresa el número de noches solicitadas por cada noche concedida.

228,4 noches solicitadas en el telescopio WHT (ORM)



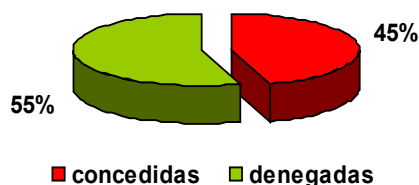
Factor de sobrepetición 2,8 (280%)

71,2 noches solicitadas en el telescopio INT (ORM)



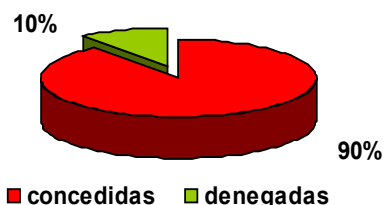
Factor de sobrepetición: 1,2 (120%)

85,5 noches solicitadas en el telescopio NOT (ORM)



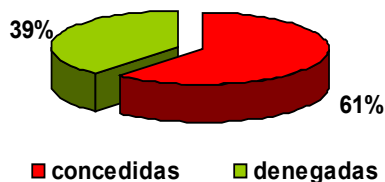
Factor de sobrepetición: 2,2 (220%)

22 noches solicitadas en el telescopio LT (ORM)



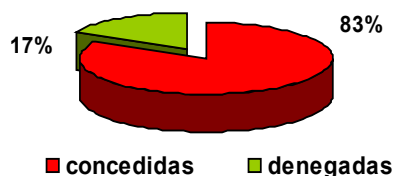
Factor de sobrepetición: 1,1 (110%)

69,6 noches solicitadas en el telescopio TNG (ORM)

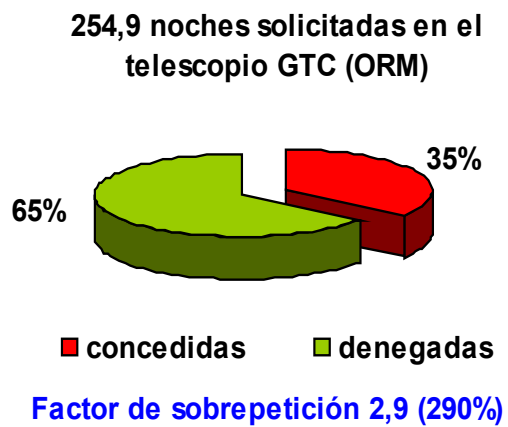
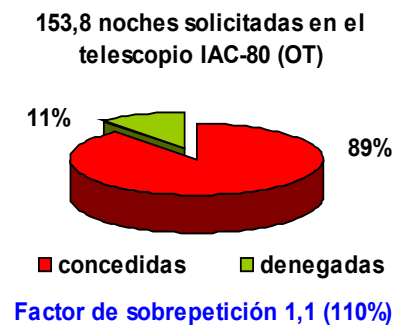
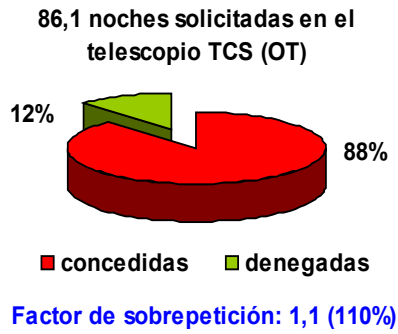


Factor de sobrepetición 1,6 (160%)

41 noches solicitadas en el telescopio MERCATOR (ORM)



Factor de sobrepetición 1,2 (120%)



ACUERDOS

ACUERDO CON EL MINISTERIO DE DEFENSA Y EL MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

La Ley de la Ciencia estableció un marco normativo para promover la cooperación y la colaboración entre las distintas administraciones públicas, universidades, organismos públicos de investigación en el ámbito de la investigación científica y desarrollo tecnológico.

El Ministerio de Ciencia e Innovación tiene la responsabilidad de impulsar y coordinar las actuaciones relativas a las grandes instalaciones científicas entre las que se encuentra el Observatorio del Roque de los Muchachos, en la Isla de La Palma.

El Real Instituto y Observatorio de la Armada (ROA), en San Fernando, Cádiz, ha participado y participa de forma activa en la investigación científica en los campos de la Astronomía, efemérides, geofísica y hora.

Se ha formalizado un convenio para establecer el marco de colaboración entre el Ministerio de Defensa, el Ministerio de Ciencia e Innovación y el IAC que asegure y potencie las observaciones e investigaciones en Astrometría que se llevan a cabo con el Círculo de Tránsitos Automático (IAC) y con el Círculo Meridiano Automático (ROA) así como para la publicación de catálogos astrométricos.

CONVENIO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN ENTRE EL IAC Y LA COMISIÓN NACIONAL DE EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD INVESTIGADORA PARA LA GESTIÓN DE LA EVALUACIÓN DE SEXENIOS

Convenio entre la Comisión Nacional de Evaluación de la Actividad Investigadora (CNEIA) y el IAC por el cual se articula y formaliza la encomienda de gestión para la evaluación de la actividad investigadora (evaluación de sexenios) de los investigadores permanentes que prestan servicio en el IAC.

CONVENIO DE COLABORACIÓN CON EL INSTITUTO CERVANTES

Convenio de colaboración entre el Instituto Cervantes y el IAC para la organización de los encuentros titulados "Los caminos desconocidos del Universo" en la red de centros que del exterior del Instituto Cervantes durante el próximo año 2010.

**MEMORIA
2009 IAC**

18

El objetivo de estos encuentros es acercar al gran público los temas sobre los que más se cuestiona el ser humano y que más curiosidad y misterio suscitan, transmitir cuál es la aportación de la Astrofísica española a la investigación en el ámbito de la Astronomía.

Calendario de la itinerancia previsto por los centros del Instituto Cervantes es el siguiente: Belo Horizonte y Brasilia (Brasil), septiembre; Praga (República Checa), octubre; y Nueva Delhi (India), noviembre.

El IAC se hará cargo de diseñar los contenidos de los citados encuentros, asignar las ponencias y la selección de los ponentes que irán a los centros. El Instituto Cervantes, por su parte, asumirá los viajes, honorarios y traducción simultánea además de poner a disposición del IAC las infraestructuras oportunas.

GRAN TELESCOPIO CANARIAS (GTC)



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) y financiado por el Estado Español, a través del Ministerio de Educación y Ciencia, el Gobierno Autónomo de Canarias, a través de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes, 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).

El año 2009 marca un hito importante: la finalización de la fase de construcción del Gran Telescopio CANARIAS (GTC) y el inicio de la fase de operación. Un hito, denominado Día Uno del GTC, y que fue fijado en la fecha del 1 de marzo de 2009.

Hasta dicha fecha de Día Uno, la actividad ha estado concentrada en la preparación del telescopio y del instrumento **OSIRIS**, instalado en el mes de diciembre de 2008, para el inicio de las observaciones científicas para la comunidad astronómica.

A partir del 1 de marzo se da comienzo a la realización de observaciones científicas previamente seleccionadas por los tres comités de asignación de tiempos (CATs) que distribuyen el tiempo disponible del GTC: el CAT del IAC, para la comunidad astronómica española; el CAT de México, para la comunidad astronómica mexicana; y el CAT de la Universidad de Florida para su comunidad. Los tiempos de telescopio destinados a programas en colaboración entre estas tres comunidades son repartidos por estos mismos CATs en forma alternativa.

En el primer semestre con el GTC, el semestre 2009A que abarca del 1 de marzo de 2009 al 31 de agosto de 2009, se destina a observaciones científicas por selección de CATs el 50% del tiempo del telescopio, mientras que el restante 50% se destina a actividades de carácter técnico. Estas actividades técnicas corresponden a: actividades de mantenimiento regular del telescopio, especialmente la limpieza y realuminizado de espejos, la implementación de desarrollos pendientes del sistema de

control, la puesta a punto de nuevos modos de observación del instrumento OSIRIS y a las actividades destinadas a la instalación de **CanariCam**. En este semestre se recibieron para su ejecución 39 programas españoles, 1 de México, 4 de Florida, 1 de colaboración entre México y España, otro de colaboración entre Florida y España, una de tiempo garantizado de **OSIRIS**, y uno en el acuerdo científico España/ESO. En el reparto de tiempo español es de destacar un factor de sobrepetición de 3. A la finalización del semestre se ejecutó un total de 23 de estas propuestas.

El 24 de julio tuvo lugar la ceremonia de inauguración solemne del telescopio por parte de SS.MM. los Reyes de España (Ver INAUGURACIÓN DEL GTC).

El segundo semestre de observación con el GTC, el semestre 2009B que abarca del 1 de septiembre de 2009 al 28 de febrero de 2010, se destina a observaciones científicas por selección de CATs el 75% del tiempo del telescopio, mientras que el restante 25% se destina a actividades de carácter técnico. Estas actividades técnicas corresponden a las mismas que el semestre anterior. Es de destacar el avance logrado en la preparación de la estación focal en la que se instalará **CanariCam** y las primeras pruebas de este instrumento en el telescopio realizadas en el mes de noviembre. En este semestre se recibieron para su ejecución 48 programas españoles, 4 de México, 4 de Florida, 1 de colaboración entre México y España, 3 de colaboración entre Florida y España, 10 de tiempo garantizado de **OSIRIS**, y uno en el acuerdo científico España/ESO. En el

reparto de tiempo español es de destacar un factor de sobrepetición de 4, superior al semestre anterior.

Además, a lo largo del año 2009 se realizan las siguientes actividades destacadas:

- Se inicia el proceso de realuminizado de los segmentos instalados en el telescopio y del espejo terciario lo que mejora de forma importante la eficiencia del telescopio. Se inicia también el proceso de limpieza del espejo primario con CO₂. Se trabaja en estandarizar estos procesos de forma regular y en la formación del personal implicado.
- Se trabaja en mejorar la robustez del sistema de control del telescopio.
- Se trabaja en el diseño de una modificación del sistema de apertura de la compuerta grande de observación de la cúpula para alcanzar la totalidad de su apertura.
- La empresa SESO completa el espejo nominal del sistema de calibración de instrumentos. El proceso de aceptación de este espejo se realizará en 2010.
- Se continúa con las actividades de diseño de detalle del sistema de óptica adaptativa del GTC. La actual planificación prevé sus pruebas de laboratorio en 2011 y su instalación en el GTC a lo largo del año 2012.
- Se realiza la licitación y adjudicación de los mecanismos de los focos Cassegrain plegados o "Folded Cass".

En el terreno de la instrumentación científica:

- Se avanza en la puesta a punto de los modos de observación simples de **OSIRIS** (imagen directa con filtros anchos y con el filtro sintonizable rojo, y espectroscopía de rendija larga con resoluciones hasta 2000) que son los ofrecidos a la comunidad. Se trabaja en la solución de diferentes problemas en los modos operativos (criostato y detector, ruedas de filtros,

fantasmas ópticos en algunos elementos y en la calibración del filtro sintonizable) y en poner en marcha nuevos modos de observación (fotometría rápida, modo MOS, espectroscopía a resolución 2500 y filtro sintonizable azul).

- Pruebas en laboratorio y en telescopio de **CanariCam**. En el mes de noviembre se realizan las primeras pruebas instalado en el telescopio, en las que se pudieron comprobar las diferentes interfaces entre este instrumento y el telescopio. La puesta a punto se planifica para 2010.

- El IAC, en colaboración con los restantes miembros del consorcio que lo respalda, avanza en la fabricación del instrumento **EMIR**. **EMIR** es el primero de los instrumentos de segunda generación del GTC. Su instalación en el telescopio está prevista para el año 2012/13.

- El instrumento **FRIDA**, que diseña el Instituto de Astronomía de la UNAM, en México, en colaboración con otras instituciones como el IAC, la Universidad de Florida, la Universidad Complutense de Madrid, etc., completa el diseño preliminar y avanza en el diseño detallado del instrumento. Su instalación en el telescopio está actualmente estimada para el año 2012/13.

- El instrumento **CIRCE**, que fabrica la Universidad de Florida, será un instrumento visitante en el GTC ofrecido a toda la comunidad del GTC. Su instalación está prevista para finales de 2010;

- Se inicia el proceso de selección de dos nuevos espectrógrafos para el telescopio con capacidades de resolución intermedia (10000 a 20000) y multiobjeto. Para ello, se realiza en abril una convocatoria de manifestaciones de interés, o cartas de intención, en el desarrollo de estos instrumentos; y se convoca, en el mes de septiembre, la realización de diseños conceptuales en régimen competitivo y con fecha límite el 30 de mayo de 2010.

INAUGURACIÓN DEL GRAN TELESCOPIO CANARIAS (GTC)

Observatorio del Roque de los Muchachos, La Palma
24 de julio de 2009

INAUGURACIÓN DE LA MAYOR MÁQUINA DEL TIEMPO

La inauguración del Gran Telescopio CANARIAS (GTC), el mayor y más avanzado telescopio óptico-infrarrojo del mundo, tuvo lugar el 24 de julio de 2009 en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), en la isla de La Palma. Quedaba así abierta oficialmente una nueva "ventana" al Universo que ampliará el horizonte celeste de la comunidad astronómica internacional. Con el GTC, se captará lo nunca visto y se podrá ahondar en el estudio del origen y evolución del Universo.

Gracias a la superficie de su espejo primario, el GTC es actualmente la mayor máquina del tiempo del planeta, un puzzle de piezas singulares. El rompecabezas al completo equivale a un espejo circular de 10,4 metros de diámetro. Esta cualidad le confiere un poder de visión insólito, equiparable a cuatro millones de pupilas humanas.

Sus instrumentos le permitirán alcanzar los objetos celestes más tenues del Universo no sólo en el rango visible, que es la luz que el ojo humano puede captar, sino también en el infrarrojo. Los instrumentos de primera generación OSIRIS y CanariCam incorporan al GTC esta doble visión y sus prestaciones de vanguardia. La combinación es notoria: el mayor telescopio con los mejores instrumentos de última generación.

Será posible estudiar más a fondo las características de los agujeros negros, descifrar los componentes químicos surgidos tras el Big Bang, ahondar en la materia oscura o descubrir, oculto tras densas nubes moleculares, el nacimiento de nuevas estrellas. El telescopio será también una máquina para acercarnos a descubrir planetas similares al nuestro, potenciales candidatos a albergar alguna forma de vida en otros sistemas estelares.

UNA CEREMONIA POR TODO LO ALTO

Llegada al Observatorio del Roque de los Muchachos

La ceremonia de inauguración estuvo presidida por SS.MM. los Reyes de España y contó además con la presencia de la Ministra de Ciencia e Innovación, Cristina Garmendia, y el Presidente del Gobierno de Canarias, Paulino Rivero.

Previamente a la llegada de las autoridades, comenzó desde primeras horas de la mañana el desfile incesante de invitados hacia el Observatorio del Roque de los Muchachos, con un día soleado y buen tiempo por delante.

Entre los más de 500 invitados asistentes al acto, se encontraban representantes de las instituciones de México (Universidad Autónoma de México y el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica) y de Estados Unidos (Universidad de Florida), socios activos del proyecto cuya colaboración hizo posible que el telescopio se convirtiera en una realidad. Junto

a numerosas personalidades científicas, acudieron también a la inauguración directores de los principales telescopios del mundo, así como representantes de la Comisión Europea.

Los invitados tuvieron la oportunidad de visitar el telescopio, unos antes y otros después de la inauguración. Astrónomos e ingenieros del equipo de GRANTECAN se encargaron de guiarles por las instalaciones, ilustrarles sobre las principales virtudes del telescopio y responder a sus numerosas preguntas.

Visita al telescopio de SS.MM. los Reyes de España

SS.MM los Reyes de España, tras aterrizar en el helipuerto del Observatorio, fueron recibidos por las autoridades locales.



De arriba a abajo: S.M. el Rey saludando a Dña. Carolina Darias San Sebastian, Delegada del Gobierno en Canarias; D. Abilio Reyes Median, Alcalde de la Villa de Garafía y Dña. Guadalupe González Taño, Presidenta del Cabildo Insular de La Palma a su llegada al Observatorio.



Izquierda: efectivo saludo de S.M. el Rey y el Prof. Francisco Sánchez, Director y fundador del Instituto de Astrofísica de Canarias.
Derecha: el Dr. Pedro Álvarez, director de GRANTECAN, saluda a el Rey en presencia del Prof. Sánchez.

El Prof. Francisco Sánchez y el Dr. Pedro Alvarez, directores del Instituto de Astrofísica y GRANTECAN respectivamente, acompañaron a los Reyes y al grupo de autoridades hasta el interior de esta gran infraestructura científica donde este último hizo de cicerone durante la visita. Junto a los paneles que se encuentran en la entrada al edificio, comenzó sus explicaciones con una breve introducción sobre el proceso de construcción del telescopio y sus principales metas astronómicas.

SS.MM. los Reyes entraron en el interior de la cúpula donde contemplaron la colosal estructura que sustenta el espejo primario del GTC.





Izquierda: S.M. el Rey saludando a D. Ricardo Melchior Navarro, Presidente del Cabildo de Tenerife; derecha: saludando a D. Juan Ruiz Alzola, Director General de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información del Gobierno de Canarias.



Izquierda: S.M. el Rey saludando al Prof. Joseph Glover, Rector (Provost) de la Universidad de Florida; derecha: saludando al Prof. José Narro Robles, Rector de la Universidad Autónoma de México.

Tras saludar a miembros del IAC y del equipo de GRANTECAN, pudieron observar en una pantalla las primeras imágenes obtenidas por el telescopio.

En este sentido, el Dr. Álvarez precisó que el GTC venía observando desde marzo de 2009 con OSIRIS como instrumento focal, y que la comunidad astrofísica ya había empezado a reducir sus primeros datos científicos. Todas las autoridades mostraron gran interés durante la proyección de las imágenes y formularon preguntas al respecto.

El recorrido finalizó con la muestra de uno de los segmentos del telescopio y los invitados, pudieron apreciar muy de cerca su compleja estructura y la red de sensores y actuadores que convierten a su espejo primario en un instrumento único en el mundo.



De izquierda a derecha y de arriba a abajo, S.M. el Rey saludando a los miembros del IAC: Dr. Carlos Martínez Roger, Subdirector; D. Luis A. Martínez Sáez, Jefe del Gabinete de Dirección; Dr. Ramón García López, Coordinador del Área de Instrumentación; Dr. Arturo Manchado Torres, Coordinador del Área de Investigación; Dr. Evencio Mediavilla Gradolph, Coordinador del Área de Enseñanza y Dr. Juan C. Pérez Arencibia, Administrador del Observatorio del Roque de los Muchachos.





De izquierda a derecha: S.M. el Rey saludando a los Dres. Jordi Cepa Nogué, Investigador Principal del Proyecto OSIRIS; Francisco Garzón López, Investigador Principal del Proyecto EMIR; y Charles Telesco, Investigador Principal del Proyecto CanariCam.



De izquierda a derecha y de arriba a abajo: el Dr. Álvarez presenta a su S.M. el Rey al equipo de GRANTECAN, D. Antonio D. Alonso Díaz (Oper. telescopio); Dr. Carlos Álvarez Iglesias (Astron. soporte); D. César Cabrera Rodríguez (Ingen. operación); Dr. David García Álvarez (Astron. soporte); D. Antonio M. García Rodríguez (Oper. telescopio); D. Víctor Herrera Pérez (Oper. telescopio); D. Luis A. Rodríguez García (Ingen. operación); Dr. Rene Rutten (Jefe de Operación) y D. Michail Van der Hoeven (Jefe de Mantenimiento).

Al final de la visita guiada, SS.MM. los Reyes de España firmaron en el libro de honor, justo en la base del telescopio.

SS.MM el Rey firmando en el libros de honor en presencia del Dr. Álvarez, Dña. Cristina Garmendia Mendizábal, Mnistra de Ciencia e Innovación y D. Paulino Rivero, Presidente del Gobierno de Canarias.





Después de firmar, recibieron de manos del Dr. Pedro Álvarez un obsequio muy especial: la imagen de la galaxia M51. Más conocida como la Galaxia Remolino, esta magnífica espiral localizada a 23 millones de años luz de distancia de la Tierra se observó utilizando el instrumento OSIRIS en el telescopio GTC con un tiempo de exposición de dos minutos. Para llegar a la misma profundidad, un telescopio de un metro de diámetro necesitaría un tiempo de exposición de unas cuatro horas.



Descubrimiento de la escultura conmemorativa

La construcción de esta “catedral astronómica” comenzó en el año 2000, momento de la colocación de la primera piedra por S.A.R. el Príncipe de Asturias, D. Felipe de Borbón. Siete años después, sería de nuevo el Príncipe de Asturias quien presidiera el acto de Primera Luz del telescopio, 13 de julio de 2007.

En esta ocasión, SS.MM. los Reyes descubrieron en el exterior del telescopio una escultura conmemorativa del acto, un bloque de piedra estilo menhir que sobresalía un metro y medio del suelo y cuyo color armonizaba con el terreno. En la parte superior del monolito, una placa en forma hexagonal contenía el texto:



Sus Majestades los Reyes Don Juan Carlos I y Doña Sofía

**inauguraron el Gran Telescopio CANARIAS
en el Observatorio del Roque de los Muchachos
del Instituto de Astrofísica de Canarias**

**Garafía, Isla de La Palma
24 de julio de 2009**

Como telón de fondo, ondearon durante el acto las Banderas del Cosmos, basadas en el diseño del artista lanzaroteño César Manrique. De este modo, se recordó al tiempo la figura del artista y su creación, cuyo motivo no fue otro que la Inauguración de los Observatorios del IAC en 1985.

Discursos

Tras el descubrimiento de la placa conmemorativa por parte de SS.MM, tuvieron lugar los discursos de las autoridades, en los que se destacó la excelencia del GTC como poderosa herramienta con la que observar el Universo y su valor como pilar del enriquecimiento tecnológico para las empresas que intervienen en su construcción.



Prof. Francisco Sánchez
Fundador y Director
del Instituto de
Astrofísica de
Canarias

Majestades,
Excmo. Sr. Presidente del Gobierno de Canarias,
Sra. Ministra de Ciencia e Innovación,
Señores Rectores de las Universidades de México y Florida,
Distinguidas Autoridades,
Compañeros y amigos,

Comprenderán que, en un momento como este, un amasijo de sentimientos muy profundos me conmuevan.

Cuando anoche encaramado en lo alto de este Gran Telescopio miraba el cielo estrellado, su serena belleza, debo confesarles, se me hizo muy humana, y no tan serena, gracias a los recuerdos que me invadían y me trasportaban. Eran jirones de mi propia vida, amargos unos, dulces



otros, todos muy fuertes, que penetraban en avalanchas mi corazón. Recuerdos que iban desde cuando llegué a Canarias en 1961 para comprobar si sus cumbres servirían para la moderna astronomía; a cuando subí al Roque de los Muchachos por primera vez, andando con mi hijo Jorge de once años por estas cumbres y durmiendo en una mínima tienda de campaña; a cuando en el verano de 1985 nuestra Familia Real al completo inauguraba este Observatorio, en compañía de otros monarcas y jefes de estado.

Muchísimas otras vivencias me asaltaron anoche, mientras me dejaba mecer por la belleza de este cielo limpio tachonado de estrellas. Las vivencias incluían las angustias pasadas hasta ver hecho realidad el sueño del GTC, que ya operativo, me abrazaba en la noche.

Hoy, ya lo ven, estamos viviendo un día espléndido y glorioso, lleno de luz, en el que SSMM han inaugurado esta instalación científica singular española, en la que participan instituciones de Estados Unidos de Norteamérica y de México. Instituciones que creyeron en nosotros desde los comienzos.

¡Que privilegiado me siento por poder vivir estos momentos!

Muchas gracias Majestades. Gracias a todos Ustedes también por estar hoy compartiendo con nosotros un acto tan gozoso y relevante para la ciencia. Gracias, (¿cómo no?) a las muchas personas, instituciones y empresas que han hecho realizable este imposible proyecto. Especial mención merecen los sucesivos gobiernos de España de Canarias, sin cuya voluntad política, expresada en hechos, no habría GTC.

Debo confesarles para terminar, que lo que más me llena de dicha, es el saber que nuestros astrofísicos pueden codearse ya con los mejores del mundo, haciendo ciencia de primera con un telescopio propio, el GTC, hecho por España, que es en estos momentos, ciertamente, el mayor y el más avanzado telescopio óptico-infrarrojo del mundo. Y da uno por buenas las mil y una batallas que ha sido necesario librar hasta llegar a este momento. Y recuerda emocionado, que el camino no lo ha hecho solo, que también se han dejado la piel a su lado un puñado de compañeros y amigos, profesionales rigurosos y apasionados, sin los cuales nada habría sido posible. ¡Mil gracias y mil enhorabuenas por ello, queridos amigos!

Majestades, gracias de nuevo por estar aquí. Su presencia con nosotros, al igual que la de SAR el Príncipe de Asturias poniendo la Primera Piedra de este telescopio español y presidiendo su Primera Luz, es muy importante por múltiples razones.

Espero que no tardando mucho pueda haber otra ocasión memorable para que SSMM vuelvan a estar con nosotros en el Roque de los Muchachos.

Gracias



**Prof. José Narro
Robles
Rector de la
Universidad
Nacional
Autónoma de
México UNAM**

Saludo con alta consideración a Sus Majestades los Reyes de España.

De igual manera lo hago con el señor Presidente del Gobierno de Canarias y con la señora Ministra de Ciencia e Innovación de España.

Señoras y señores:

Deseo en primer término reconocer la importancia científica de la iniciativa que hoy nos convoca. Junto a ello, quiero agradecer la confianza puesta en dos instituciones de México: su Universidad Nacional y el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica. Gracias por acoger con entusiasmo nuestra participación en un proyecto multinacional de tal envergadura.

Esta fecha quedará inscrita en las efemérides de la investigación astronómica. Las contribuciones al conocimiento del universo, a partir de los trabajos que se efectúen en el Gran Telescopio Canarias que hoy se inaugura, serán sin duda de enorme valía. Con este acto que resumen años de trabajo, hoy edificamos un futuro. Uno que se anticipa promisorio; uno que, como en otros casos, se origina en el pasado, pero se construye en el presente.

De hecho, por el pasado y el presente se explica nuestra participación en esta alianza. En México la astronomía forma parte de la cultura. Tenemos sangre de ancestros que la cultivaban con enorme aplicación. Somos descendientes de observadores del cielo



**Prof.. Joseph
Glover
Provost and
Senior Vice
President for
Academic Affairs
Rector de la
Universidad de
Florida**

acuciosos y metódicos. La astronomía forma parte importante de nuestra historia y de una auténtica aventura humana.

Pero también puedo argumentar que, junto a esa historia mult centenaria, la astronomía que hoy se practica en México es de categoría internacional. Los investigadores que la ejercen tienen un espacio en la ciencia mundial. De igual manera, la Universidad Nacional Autónoma de México es un orgullo del país por su enorme tradición y por la trascendencia de su actualidad. Su significado en la investigación está fuera de toda discusión y su papel en las humanidades toma relevancia cuando aprovecho esta oportunidad para agradecer la distinción que le ha conferido recientemente el jurado del Premio Príncipe de Asturias.

La presencia de Sus Majestades da realce al acto y traduce la importancia que en España se concede a la investigación. Impulsar la investigación significa abrir la mente y buscar mejores horizontes. También, luchar contra la ignorancia. Por todo ello, en nombre de la comunidad académica que represento, reitero a ustedes el profundo beneplácito que nos genera esta ocasión en la que, sin duda, afirmamos el destino de nuestro porvenir.

The University of Florida's partnership in the GTC reflects our continuing quest for international opportunities in world-class research projects. In 2001, we had opportunities to join other large telescopes, but we chose to join the GTC for several reasons. It offered one of the world's most advanced telescopes at one of the world's best astronomical sites. While we prize the observing time this affords us to peer into the universe, we realize you offer much more than that.

This partnership offers unparalleled research and educational opportunities for our faculty and students in an international setting that complements the international mission of our university.

Through our GTC partnership, nine students from Spain have joined our astronomy program, and two have already completed their doctoral degrees. We have also given two postdoctoral fellowships to talented young scientists from Spain. These young professionals will strengthen our partnership into a long term friendship rich in collaborations and stimulating interactions.

A telescope has two equally important parts. The large mirror gathers the light. We congratulate the Director of the GTC, Pedro Alvarez, and his team of engineers and scientists for the amazing engineering feat that is this mirror. But the dance of photons across the heavens must be analyzed by sophisticated instruments that interpret the dance. They produce the spectra that become the science.

The design and construction of these astronomical instruments will be a strength of the GTC, and Florida is proud to participate in their creation with our colleagues in Spain and Mexico. We have already built an infrared camera and spectrograph called CANARICAM that is one of two major instruments initially employed on the telescope. We anticipate the completion of other instrumentation projects currently underway.

We stand here today in celebration of the GTC, one of the world's finest scientific facilities. But to keep it on the cutting edge of science, we must create the next generation of instruments. The design and construction of astronomical instrumentation is one of Florida's hallmarks, and we pledge our expertise in collaboration with our colleagues from Spain and Mexico to ensure that the scientific life of the GTC is long and fruitful. We are proud to be members of the GTC's leading international teams in scientific discovery. We look forward to a long, productive, and starlit future.

(Discurso en castellano)

Majestades,

La participación como socios por parte de la Universidad de Florida en el GTC, es un fiel reflejo de nuestro empeño en seguir buscando oportunidades de participar en proyectos internacionales de investigación. En el 2001 tuvimos oportunidades de participar en otros proyectos de grandes telescopios pero elegimos el GTC por varias razones, entre las que estaban que sería uno de los telescopios más avanzados del mundo además de su emplazamiento en uno de los mejores sitios del mundo. Si bien es cierto que valoramos mucho el tiempo de observación que nos permite escudriñar el Universo, nos dimos cuenta que ofrecen mucho más que eso.

Nuestra participación como socios nos ofrece oportunidades inigualables en los campos de la investigación y educación en un marco internacional, tanto para nuestro profesorado como para nuestros alumnos; complementando la misión internacional de nuestra universidad.

Nuestra colaboración en GTC ha facilitado la participación de nueve estudiantes de España en nuestro programa de astronomía, de los cuales dos han obtenido su doctorado. También hemos otorgado becas postdoctorales a dos excelentes jóvenes científicos españoles. Estos jóvenes profesionales fortalecerán nuestra cooperación fomentando una amistad duradera y colaboraciones dinámicas.

Un telescopio consta de dos partes de igual importancia. El gran espejo que recoge la luz, y aquí aprovechamos para felicitar a Pedro Álvarez, Director del GTC, y su equipo de ingenieros y científicos por este espejo que es un logro maravilloso de ingeniería, pero este baile de fotones que viene a través de los cielos, debe ser analizado por instrumentos sofisticados, los cuales interpretan el baile. Ellos producen el espectro que se convierte en ciencia.

El diseño y construcción de estos instrumentos astronómicos será uno de los puntos fuertes del GTC, y Florida se siente orgullosa de participar en su creación en colaboración con nuestros colegas de España y México. Ya hemos construido una cámara de infrarrojos con espectrógrafo, CANARICAM, que es uno de los dos principales instrumentos de primer uso en el telescopio. Nos anticipamos en la finalización de otros proyectos de instrumentación que ya se están llevando a cabo.

Nos reunimos aquí hoy en celebración del GTC, uno de las mejores infraestructuras científicas del mundo. Sin embargo, para mantenerlo en la primera línea de la ciencia, tenemos que crear la siguiente generación de instrumentos. El diseño y construcción de instrumentación astronómica es uno de los puntos fuertes de Florida y comprometemos nuestra pericia en colaborar con nuestros colegas de España y México para garantizar que la vida científica del GTC sea larga y fructífera. Nos sentimos orgullosos de formar parte de los equipos internacionales del GTC que están liderando los descubrimientos científicos. Esperamos disfrutar de un futuro largo y productivo a la luz de las estrellas.



**Sra. Dña. Cristina
Garmendia
Mendizábal
Ministra de Ciencia
e Innovación**

El 24 de julio de 2009 es un gran día para la ciencia española. Esta jornada quedará marcada como el día en el que inauguramos la mayor infraestructura científica construida en España hasta la fecha.

Quiero por ello aprovechar esta oportunidad para agradecer su trabajo a los cientos de científicos, gestores y empresas que han hecho posible este reto colectivo. Estoy segura de que el Gran Telescopio CANARIAS, resultado de su esfuerzo, supondrá un nuevo estímulo para la creciente comunidad astronómica española cuya evolución está siendo magnífica en los últimos años.

Pero la inauguración del GTC nos ofrece, asimismo, la oportunidad de poner de manifiesto ante toda la sociedad la relevancia de esta infraestructura, que va más allá de su impacto en la astronomía española.

Para empezar, el Gran Telescopio CANARIAS supone un paso importante en la consolidación de la ciencia española entre la de los países más avanzados. Somos la novena potencia científica mundial y la octava en astronomía, es cierto, pero conviene recordar que este avance sólo es posible con instalaciones del máximo nivel y con un intenso trabajo en el ámbito internacional. La puesta en marcha del Gran Telescopio y la participación activa de España en ESO son la mejor muestra de ello.

Por otra parte, la construcción exitosa de este telescopio es el mejor reflejo de la madurez tecnológica de nuestras empresas para liderar proyectos en el ámbito de la “industria de la ciencia”. Una experiencia que estamos replicando en la construcción de otras infraestructuras del Mapa Español de Instalaciones Científico-Técnicas Singulares, que agrupa un total de 32 instalaciones en funcionamiento más 24 de nueva creación, y que supone una inversión total de más de 3.800 millones de euros hasta el año 2024.

Además, esta inauguración nos habla también del éxito de la cooperación entre el Gobierno de España - representado por el Ministerio de Ciencia e Innovación - y el Gobierno Canario, como principales financiadores de esta instalación. Una cooperación que responde a una visión compartida sobre la importancia de la ciencia y la innovación para el futuro de Canarias y de España en su conjunto.

Por último, inaugurar el GTC en el año 2009, en que celebramos el Año Internacional de la Astronomía como homenaje a Galileo, está cargado de significado. Este año nos recuerda el papel que la Astronomía ha tenido para mejorar la comprensión del universo y de nuestro lugar en él; un esfuerzo al que se une el Gran Telescopio CANARIAS, el más complejo de los instrumentos ópticos que la humanidad ha diseñado para observar las estrellas. Pero bajo toda la tecnología que hace posible el funcionamiento de esta instalación, late la misma pasión que movió a Galileo, la misma sed de respuestas que hizo que nuestros antepasados elevasen la vista hacia el cielo.

En este año, y en el contexto de la puesta de largo del GTC, es bueno que toda la sociedad pueda compartir esa pasión.



**Excmo. Sr. D.
Paulino Rivero
Baute
Presidente del
Gobierno de
Canarias**

Majestades; Ministra; Director del Instituto de Astrofísica de Canarias; dignísimas autoridades, señoras y señores.

Hace justamente un siglo, en 1909, un intelectual de la talla de Miguel de Unamuno, ante las continuas burlas internacionales que aseguraban que en España “ni se hacía ni se sabía hacer ciencia”, lanzó una afirmación que lamentablemente se incrustó en la memoria colectiva.

¡Que inventen ellos!, dijo

Tal afirmación queda cien años atrás en el tiempo.

Cien años después, aquella sentencia ha quedado aparcada en las sombras del pasado imperfecto.

Un siglo más tarde, las capacidades científicas, tecnológicas e innovadoras de España son una evidencia reconocida por la comunidad internacional.

Así las cosas, precisamente porque la realidad de la España del siglo XXI es bien diferente, hoy no nos reconocemos de ninguna manera en la afirmación de Unamuno.

Hitos como el que hoy nos reúne confirman que las cosas han cambiado.

Logros como el que hoy celebramos hablan alto y claro del magnífico nivel alcanzado por la ciencia y la tecnología en nuestro país.

Pero, no sólo eso.

Con la inauguración del Gran Telescopio CANARIAS se ha puesto de relieve, además,

que el mejor camino es aquel que se recorre desde la colaboración, el compromiso y la suma de esfuerzos.

El sueño de muchos es hoy una realidad porque muchos así lo han querido.

Se ha demostrado que cuando el conocimiento científico y los recursos financieros y humanos trabajan en la misma dirección, todos los retos son alcanzables.

Llegar hasta aquí no ha sido fácil.

Tocar el cielo con la mano nunca lo fue.

Este recorrido ha sido posible gracias al empeño de mujeres y hombres que han sido motores imprescindibles de este reto de alcance mundial.

Han sido muchos los desvelos. Mucho el esfuerzo.

Esfuerzo, sin duda, el del IAC y su fundador, Francisco Sánchez.

Esfuerzo, igualmente, el del responsable directo del diseño y construcción del GRANTECAN, Pedro Álvarez, así como el de los científicos, técnicos y operarios que “*han hecho posible lo imposible*” encontrado soluciones donde no las había, respuestas donde éstas no asomaban.

Un esfuerzo colectivo en el que, desde el primer momento, han participado con convicción, fe e ilusión las instituciones y el Gobierno de Canarias, que desde los años 80 apoyó las primeras ideas y discusiones sobre la necesidad de dotar al Roque de los Muchachos de una infraestructura de estas características.

Esfuerzo, también, el de la Administración del Estado, sin cuyo impulso, y sin el respaldo de los recursos europeos del FEDER, el proyecto del GRANTECAN tampoco habría podido llevarse a cabo.

Esfuerzo el de la comunidad internacional, pues no sólo la Unión Europea, sino los Estados Unidos de América y México han colaborado firme y decididamente para sacarlo adelante.

A la vista está, para tocar el cielo con las manos ha sido necesario el concurso de

tantos como un día tuvieron un sueño; sueño que hoy es ya una realidad.

Ahora bien, el sueño no acaba aquí.

Nos queda un inmenso horizonte que recorrer.

Un universo por descubrir.

Muchas metas por alcanzar.

Muchas de las respuestas a tantas incógnitas se obtendrán aquí.

Aquí verán la luz, y desde aquí se pondrán al servicio de la comunidad internacional, pasando así a formar parte del acervo científico del ser humano.

Siendo así, me gustaría sumarme al deseo expresado por un Astrofísico de Honor del IAC, su Alteza Real el Príncipe Felipe, quien en 2007, con motivo de la primera luz del GRANTECAN, defendió que el saber científico y tecnológico, además de enriquecer nuestro conocimiento y bienestar, debe llegar a los ciudadanos de forma directa y rápida mediante su divulgación.

“Porque la divulgación”, señaló el Príncipe, “aporta al mundo científico la respuesta del aliento de la sociedad y la mayor vinculación de ésta con la investigación”.

La ciencia al servicio de las personas.

Un objetivo que los canarios compartimos plenamente.

De ahí que desde el Gobierno de Canarias estemos dando pasos decididos hacia un modelo de desarrollo en plena consonancia con los objetivos de la Unión Europea.

Pasos decididos hacia un modelo responsable, inteligente, respetuoso con el territorio que pisamos, con el aire que respiramos, con el cielo que observamos.

Pasos como los distintos proyectos que estamos impulsando en el medio marino, en energías renovables o –como es el caso- en astronomía.

Proyectos como la futura Plataforma Oceánica de Canarias.

Proyectos como *El Hierro 100% Energías Renovables*, que hará de la Isla del Meridiano

la primera isla autosostenida con energías limpias.

O como los proyectos de desalación de aguas, en los que somos un referente mundial, y que están siendo puestos al servicio de la cooperación internacional.

Asimismo, con el apoyo del Gobierno de Canarias el IAC está impulsando nuevos retos, como la instalación en La Palma del Telescopio Europeo Extremadamente Grande, conocido como Telescopio Gigante.

Las excepcionales condiciones de observación astronómica que ofrece este entorno avalan, sin duda, esta candidatura, constituyendo una garantía el nivel alcanzado por los observatorios canarios.

La Palma, como reconoció el Príncipe en su última visita, se ha convertido en la isla del sol y las estrellas gracias al Roque de Los Muchachos y a la Ley del Cielo -la primera que reguló en España este bien esencial.

Esperamos ahora que la declaración como Reserva de la Biosfera, con la que ya cuenta el medio marino y terrestre de La Palma, se amplíe también a los cielos de la Isla.

Majestades, señoras y señores.

Estoy convencido de que el ilustre rector salmantino no volvería hoy a repetir aquella inmovilista frase que tanto se le recriminó después.

No tendría argumentos para sostenerla.

Porque entre todos, remando juntos, hemos situado a Canarias en el primer lugar de la observación astronómica mundial.

Majestades, señoras y señores.

Este suelo es nuestra casa.

Y, desde esta ventana, invitamos al mundo a contemplar el Universo.

Muchas gracias.



**SS.MM. el
Rey
D. Juan
Carlos I**

Muchas gracias por tan amables palabras y afectuosa acogida.

Volvemos, con particular alegría y orgullo, a esta maravillosa isla de La Palma para proceder a la muy esperada inauguración oficial del Gran Telescopio de Canarias o GRANTECAN, en este Roque de los Muchachos, verdadero centro adelantado de la astronomía internacional.

Es la tercera vez que tenemos la dicha de visitar este Observatorio que inauguramos en 1985, junto a diversos Jefes de Estado del Viejo Continente, como ventana para contemplar el universo desde este impresionante balcón sobre la Caldera de Taburiente.

Aquel fue también un día memorable para esta Comunidad Autónoma y para toda España. Por obra del Instituto de Astrofísica de Canarias, se alumbraba un proyecto internacional único y ejemplar.

Como dije entonces, Canarias se alzaba en tierra de convivencia, de luz y de diálogo.

Una tierra acogedora, capaz de aportar a la más moderna ciencia de España y de Europa, su tradición de avanzada en los grandes descubrimientos del Siglo Dieciséis

y de puente permanente para el mejor conocimiento mutuo entre continentes, países y culturas.

Con este Observatorio, Canarias y sus gentes han demostrado que esta tierra, más allá de su envidiable oferta turística, ofrece indudables posibilidades para el desarrollo de nuevas iniciativas con el concurso del resto de España.

En este día, la "Isla Bonita",- auténtica "reserva de la biosfera" y admirable centro de producción agraria que merece nuestro pleno apoyo-, refuerza sus numerosos atractivos para cuantos tenemos la suerte de disfrutar de su hospitalidad.

El amplio y limpio cielo de La Palma se abre hoy a los ojos del mayor y más avanzado telescopio óptico-infrarrojo hasta ahora construido.

Representa la mejor aportación de España a la investigación astronómica en este "Año Internacional de la Astronomía".

Impresionados por su dimensión de auténtica hazaña científica y tecnológica, celebramos la feliz terminación de este telescopio, cuya primera piedra, hace nueve años, y "Primera Luz" hace apenas dos años, fueron presididas por el Príncipe de Asturias.

Por tamaño, calidad y fiabilidad de imagen, su puesta en marcha representa un acontecimiento científico de primer orden que, en presencia de tantos y tan distinguidos astrónomos, nos llena de lógica admiración y de muy legítimo orgullo.

No podía ser de otro modo, pues esta magnífica obra otorga a España una posición de liderazgo en los proyectos de la llamada "Gran Ciencia".

Gracias al GRANTECAN, que ha sido determinante para la incorporación de España al Observatorio Europeo Austral (ESO), los observatorios de Canarias -en la Palma y Tenerife-, fortalecen su posición de primera fila en la investigación astronómica internacional.

Al mismo tiempo, la alta competencia y dedicación de los científicos españoles sitúan a nuestro país entre los diez primeros del mundo en esta compleja rama de la Ciencia.

Me siento especialmente orgulloso de que este espléndido telescopio sea el producto de una intensa cooperación a escala nacional e internacional, que ha movilizado la mejor capacidad tecnológica de nuestra industria.

El GRANTECAN es, en efecto, un buen ejemplo de eficaz cooperación e integración de esfuerzos entre el Gobierno de la Nación y la Comunidad Autónoma de Canarias, contando con la ayuda de la Unión Europea, a través del FEDER.

Cooperación también internacional, gracias a la muy estimable aportación de la Universidad de Florida y de la Autónoma de México, junto al Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica de aquella Nación.

En suma, este telescopio –concebido y construido en España- supone una clara demostración de la capacidad científica y tecnológica de nuestro país, que estimula nuestros crecientes esfuerzos en I+D+i.

Unos esfuerzos en I+D+i, y también en educación, que hoy deseo reiterar resultan especialmente necesarios en estos tiempos de grave crisis económica, para reemprender con éxito el camino del empleo, del crecimiento y del mayor bienestar social.

La Reina se une a mí para felicitar de corazón a sus directivos, a cada uno de los científicos, ingenieros y expertos, así como a las distintas Administraciones, Instituciones científicas y empresas, que han hecho posible esta feliz realidad.

El estudio de los confines del Universo, de sus orígenes, evolución y perspectivas,



disponen -desde ahora- de un nuevo y gran instrumento propio por parte de nuestro país.

Por todo ello, la Astrofísica en España está hoy de enhorabuena, y la Corona -que desde hace siglos ha dedicado especial atención y apoyo a esta área del

saber- siente una gran alegría.

Muchas felicidades a todos, y larga vida -así como mil éxitos-, al GRANTECAN en este lugar emblemático de Villa de Garafía, centro de la singular “reserva astronómica” que es la isla de La Palma.

Muchas gracias.



Foto de familia e impacto mediático

Una imponente foto de familia, con el medio millar de invitados en pie, dio fin a el acto de inauguración. En primera línea, SS.MM. los Reyes, la Ministra de Ciencia e Innovación y el Presidente del Gobierno de Canarias se hallaban acompañados por las autoridades locales más representativas del archipiélago y por los rectores de la Universidades de Florida, UNAM, La Laguna y Las Palmas de Gran Canaria.

La ceremonia al completo fue retransmitida a todo el mundo tanto por la Web de Telefónica en Internet como a través de la señal institucional facilitada por la Televisión Canaria, una señal que fue requerida desde países como Alemania, Francia, México ó Estados Unidos. La audiencia del acto sólo en España alcanzó un 8,4% del total de espectadores televisivos. A nivel mediático, la repercusión no tuvo precedentes, con alrededor de treinta medios nacionales e internacionales cubriendo la ceremonia.





Caluroso recibimiento del pueblo palmero a sus SS.MM. los Reyes de España a su llegada a Santa Cruz de la Palma.

Inauguración de la exposición Cosmovisiones

Como final a los actos de inauguración del Gran Telescopio CANARIAS, SS.MM. los Reyes de España inauguraron por la tarde la exposición Cosmovisiones, en el Palacio Salazar de Santa Cruz de La Palma. En las céntricas calles de la capital, Sus Majestades tuvieron un contacto más cercano con el pueblo palmero, que les recibió calurosamente.



La muestra Cosmovisiones explora la evolución de la concepción del Universo siguiendo los pasos de los astrónomos del pasado. A través de las representaciones artísticas que han llegado hasta nuestros días en libros y manuscritos, Sus Majestades pudieron realizar un repaso histórico por las diversas cosmogonías, desde las primeras civilizaciones, pasando por la astronomía medieval y su aceptación del sistema geocéntrico de Ptolomeo, hasta la revolución científica moderna iniciada con el modelo heliocéntrico de Copérnico y completada por Galileo, Kepler y Newton.

El Prof. Francisco Sánchez, como Director del IAC fue el encargado de guiarles durante su visita a la exposición. La muestra estuvo organizada por el IAC bajo el patrocinio del plan Septenio del Gobierno de Canarias y la colaboración del Excmo. Cabildo Insular de La Palma. Con este acto se dieron por finalizados los actos de inauguración en el gran día del Gran Telescopio CANARIAS.



CIENCIA CON EL GTC

El Gran Telescopio CANARIAS es un proyecto de “Gran Ciencia” concebido especialmente para dotar a la comunidad científica española de un instrumento de vanguardia y supone un paso más en el afán del IAC por impulsar el desarrollo tecnológico e industrial. En su diseño, construcción y montaje, promovido por el Instituto de Astrofísica de Canarias, y llevado a cabo por la empresa pública GRANTECAN S. A., han intervenido más de mil personas y un centenar de empresas.

En un momento en el que el telescopio espacial Hubble tiene anunciada su fecha de jubilación y los astrónomos ya han comenzado a diseñar la nueva generación de supertelescopios terrestres de más de 40 metros, el Gran Telescopio CANARIAS es una potente plataforma abierta a la comunidad científica internacional.

Los proyectos en curso del GTC cubren las incógnitas más candentes de la Astrofísica actual, con observaciones que van desde la búsqueda de planetas más allá del Sistema Solar hasta la exploración de galaxias primigenias. Las dimensiones del GTC le permiten “ver” muy lejos en el espacio y en el tiempo, de modo que una de sus prioridades es analizar la estructura del Cosmos a gran escala y, en particular, la del Universo más violento. A este ambicioso propósito se suman las investigaciones sobre los agujeros negros, la materia oscura o el estudio del Universo Local, con cuyo estudio se pretende proporcionar una panorámica más completa de nuestra propia galaxia, la Vía Láctea.

Seminario “Ciencia con los telescopios de 8-10 m en la era de los ELT’s y el JWST”

La parte más científica de los actos inaugurales del GTC fue el Seminario especial sobre “Ciencia con los telescopios de 8-10 m en la era de los ELT’s y el JWST” que tuvo lugar los días 25 y 26 de julio (Ver REUNIONES CIENTÍFICAS). Participaron en él los astrónomos más relevantes presentes en la Inauguración y fueron ponentes los directores de los telescopios mayores del mundo, tanto en tierra como en el espacio.

Estuvo organizada por el IAC, con el patrocinio de la Red Infraestructuras de Astrofísica, la Fundación Ramón Areces y el Grupo Santander (Encuentros Astrofísicos “Blas Cabrera”).

ÁREA DE INVESTIGACIÓN

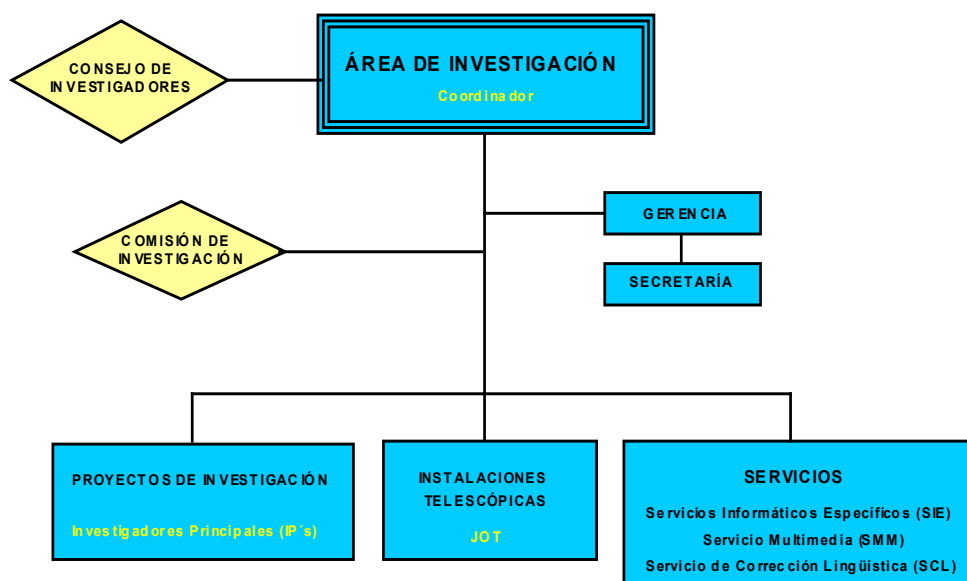
Corresponde al Área de Investigación la “elaboración y desarrollo de Proyectos de Investigación en el campo de la Astrofísica y en áreas relacionadas con ella”. A fin de cumplimentar sus objetivos, el Área tiene una estructura organizativa, de gestión y de servicios enfocada a facilitar y encauzar el 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, cinco doctores del centro, uno de ellos elegido por los estudiantes de Doctorado, y la Gerente de Investigación. Si bien es éste un órgano consultivo del Coordinador - para estudiar todos los asuntos relativos a la investigación y proponer las resoluciones pertinentes a los órganos competentes, éste lleva a través de la misma una dirección colegiada del Área de Investigación.

La organización del Área se apoya en la Secretaría y cuatro Servicios. La **Gerencia**, que dirige la Secretaría, tiene como misión 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 a la 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 (Oper), los “Técnicos de Operaciones Telescópicas” (TOT) (en formación) y los “Astrónomos de Soporte” (AS), investigadores contratados con dedicación preferente (70%) a labores concretas relacionadas con las instalaciones telescópicas del IAC en el OT y el ORM y con las noches de servicio CAT para otras instalaciones, en telescopios, instrumentación y el apoyo a los astrónomos necesario para que obtengan el máximo partido. Los avances en este servicio pueden encontrarse en el informe del correspondiente Proyecto de Investigación.

Servicios

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

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

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

Actividad Investigadora

Finalmente, la actividad netamente investigadora en el IAC se estructura en **Proyectos de Investigación** que actualmente se engloban en seis 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; El Universo Local; Física de las Estrellas, Sistemas Planetarios y Medio Interestelar; El Sol y el Sistema Solar; Instrumentación y Espacio; y Otros.

MEMORIA
2009 IAC

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

El personal adscrito al Área (con relación contractual) se eleva a 141 personas, además de 13 Investigadores Afiliados y 9 doctores con el status de “Colaborador” adscritos al Área, quienes participan en distintos proyectos.

Durante el año 2009 se aprobaron 6 proyectos de investigación dirigidos por investigadores del IAC, en el marco del Área de Física y Ciencias del Espacio del Plan Nacional de I+D+i, por un total de 677.000 €. A través de los proyectos del Plan Nacional se incorporaron al IAC 19 nuevos postdocs (incluyendo 2 Ramón y Cajal y 4 Juan de la Cierva). También se aprobó la incorporación de 2 nuevos investigadores a través del Subprograma Ramón y Cajal y 1 más, a través del Subprograma Juan de la Cierva 2009, cuyos contratos comenzarán durante el año 2010. Además, se han solicitado 16 nuevos proyectos de investigación al Plan Nacional de I+D+i, por valor de 10,7 M€, que deberán ser aprobados a lo largo de 2010.

Igualmente ha habido una intensa actividad de Seminarios y Coloquios en el Área. A lo largo de 2009, 10 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 60 investigadores han impartido Seminarios y Charlas.

Finalmente, cabe destacar que durante 2009 se ha alcanzado un nuevo máximo en el número de artículos científicos publicados en revistas internacionales contempladas en SCI. La gran mayoría de estos artículos han sido publicados en las revistas más prestigiosas de la especialidad.

ESTRUCTURA DEL UNIVERSO Y COSMOLOGÍA

ANISOTROPÍA DEL FONDO CÓSMICO DE MICROONDAS (310586)

R. Rebolo López.

**J.A. Rubiño Martín, R. Génova Santos,
I. Flores Cacho, S. Hildebrandt Rafels,
C.H. López Caraballo, S. Iglesias
Groth, C.M. Gutiérrez de la Cruz, y B.
Ruíz Granados.**

Colaborador del IAC: R. Hoyland.

M. Hobson, A. Lasenby (Univ. de Cambridge, Reino Unido) L. Piccirillo, B. Watson, R. Davies, R. Davis (Univ. de Manchester, Reino Unido) E. Martínez, P. Vielva, D. Herranz (Inst. Física de Cantabria) J. Dellabrouille, G. Patachon (Univ. de París, Francia) C. Burigana (Bologna, Italia) M. de Petris, L. Lamagna, (Univ. de Roma, Italia) R. Sunyaev, J. Chluba (Max-Planck Inst. für Astrophysics, Garching, Alemania), Planck Consortium.

Introducción

El Proyecto persigue determinar las variaciones espaciales en la temperatura del Fondo Cósmico de Microondas y en su Polarización en un amplio rango de escalas angulares que van desde pocos minutos de arco hasta varios grados. Las fluctuaciones primordiales en la densidad de materia, que dieron origen a las estructuras en la distribución de materia del Universo actual, debieron dejar una huella impresa en el Fondo de Microondas en forma de irregularidades en la distribución angular de su temperatura. Experimentos como el COBE (galardonados dos de sus investigadores principales con el Premio Nobel de Física 2006) o el de Tenerife han mostrado que el nivel de anisotropía a escalas angulares de varios grados está en torno a 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 con precisiones mejores que el 10%. El Proyecto concentra sus esfuerzos en realizar medidas a más alta resolución espacial y sensibilidad que las obtenidas por este satélite. En el pasado se utilizó el experimento interferométrico Very Small Array, en la actualidad este objetivo se persigue con el satélite Planck.

En la primera mitad del año 2009 tuvo lugar el lanzamiento del satélite Planck de la Agencia Espacial Europea en cuya carga útil se ha participado aportando entre otras cosas, el sistema de control digital y procesado de datos de uno de los dos instrumentos del satélite y la programación del software de abordaje para control del instrumento. El equipo participa 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 complemente 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.

Para más información acerca del Proyecto, puede visitarse su página Web: <http://www.iac.es/project/cmb>

Hitos

Se ha realizado un estudio detallado de la recombinación del hidrógeno y el helio en el Universo. Se ha obtenido un código, públicamente disponible, que obtiene la fracción de electrones libres en el Universo a cualquier desplazamiento al rojo con precisiones mejores del 0.5%.

Evolución del Proyecto

A partir de los estudios que se iniciaron en años anteriores acerca de la física de la recombinación en el Universo, tanto para el hidrógeno ($z=1300$) como para el helio ($z=1800$), se ha obtenido un código que describe con gran precisión la fracción de electrones libres en el Universo como función del desplazamiento al rojo y de la Cosmología (Fendt et al. 2009). La descripción de la recombinación que este código proporciona es precisa a niveles mejores que el 0.5%. Este código está disponible públicamente en esta Web: cosmos.astro.uiuc.edu/rico/.

Usando este nuevo código, se está investigando el impacto que tendría usar un modelado incorrecto de la recombinación en el Universo en las restricciones sobre los parámetros cosmológicos que obtenga el satélite Planck. El estudio demuestra que si no se tiene en cuenta un modelado detallado

de la recombinación, pueden cometerse errores de varias sigmas en la determinación de algunos parámetros, como el contenido de bariones del Universo, o el índice espectral escalar de las fluctuaciones iniciales.

Se ha concluido y publicado el estudio sobre la distribución espacial de galaxias en el supercúmulo de Corona Borealis utilizando datos del Sloan Digital Sky Survey (Padilla et al. 2009, Génova-Santos et al. 2009). Encontramos evidencia de un cúmulo previamente no advertido en la dirección del decremento de temperatura del CMB que VSA ha medido en la región central de este supercúmulo. Las estimaciones del efecto Sunyaev-Zeldovich (SZ) producido por este cúmulo indican que podría ser responsable de una parte significativa de la señal detectada pero en absoluto de la parte dominante. Se ha investigado como posibles fuentes adicionales la presencia de cúmulos o supercúmulos a más alto desplazamiento al rojo en la línea de visión y conseguido tiempo de observación con el telescopio GTC en el óptico y con el telescopio WHT en el infrarrojo para tratar de identificarle. Los datos están siendo analizados. Además se ha concluido el estudio de la contribución de gas en escalas supracumulares utilizando simulaciones hidrodinámicas (Flores-Cacho et al. 2009) y su aplicación al caso del supercúmulo de Corona Borealis. Las simulaciones actuales no permiten explicar el decremento de la temperatura del CMB asociado a un efecto SZ como resultado de plasma caliente intercumular.

Tuvo lugar con gran éxito el lanzamiento del satélite Planck. El REBA del instrumento de baja frecuencia LFI es la contribución más destacada del grupo al hardware de abordaje. Este subsistema que procesa todos los datos obtenidos por el LFI ha mostrado un funcionamiento muy satisfactorio. También funcionan perfectamente las múltiples funciones de software programadas por el

equipo del IAC. Se trabaja activamente en varios de los grupos de ciencia del satélite Planck, y se está comenzando la explotación de los datos recibidos. Hasta el momento la misión ha resultado un gran éxito.

Se continúa investigando las propiedades de la emisión anómala de microondas en los datos de COSMOSOMAS. Se han procesado ya todos los datos obtenidos por este experimento y construido nuevos mapas de mayor sensibilidad. Se ha procesado y analizado las medidas obtenidas por el VSA a 33 GHz en la región del complejo molecular de Perseo. Estas medidas indican la presencia de varios nodos intensos de emisión anómala de microondas en escalas de varios minutos de arco. Utilizando datos del satélite WMAP se está analizando la polarización de la emisión anómala en el complejo molecular de Perseo. Las únicas medidas de esta polarización fueron proporcionadas por el experimento COSMOSOMAS. Con los mapas de polarización de WMAP es posible extender la investigación a 22 GHz e imponer fuertes límites al nivel de polarización de esta emisión.

Se ha concluido el análisis de los flujos y propiedades espectrales de radiofuentes detectadas por WMAP empleando datos del VSA y de AMI a frecuencias de 33 y 16 GHz.

ASTROFÍSICA RELATIVISTA Y TEÓRICA (310688)

E. Mediavilla Gradolph.

J. González de Buitrago, M. Serra Ricart, A. Oscoz Abad y E. Guerras Valena.

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

Introducción

Lentes Gravitatorias

El estudio de las lentes gravitatorias proporciona poderosas herramientas para medir diversos parámetros cosmológicos, tales como la constante de Hubble, la densidad de materia del universo o la constante cosmológica. La constante de Hubble se puede obtener a partir del retraso entre las curvas de luz de dos imágenes de un sistema múltiple de QSOs y de una estimación de la masa del objeto que actúa como lente. Desde 1995, el grupo de Lentes Gravitatorias está llevando a cabo un seguimiento fotométrico de varios sistemas lente para obtener estimaciones fiables de la constante de Hubble. Por otro lado, para determinar Omega y Lambda 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.

Hitos

El análisis de la estadística de amplificaciones debidas a microlensing en 29 pares de imágenes asociadas a 20

galaxias lente demuestra que la fracción de masa en objetos compactos es de solo un 5%, comparable a la contribución de la población estelar típica. Este estudio indica, por tanto, que no hay MACHOS en los halos de las galaxias.

Evolución del Proyecto

Lentes Gravitatorias

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

Se ha publicado un trabajo (Mediavilla et al. 2009, *Astrophysical Journal*, 706, 1451) sobre la abundancia de MACHOS en galaxias lente que recoge los esfuerzos del grupo de varios años. En este trabajo se determina la amplificación debida a microlensing en 29 pares de imágenes formadas en 20 sistemas lente. A partir de la verosimilitud combinada de estas 29 medidas (cuando se comparamos con simulaciones de microlensing correspondientes a un rango de abundancia de microlentes) se ha determinado el valor más probable para la fracción de masa del halo que está en forma de objetos compactos. Los resultados implican que esta fracción es menor de un 5% y que, de hecho, lo más probable es que no haya MACHOS en el halo de las galaxias.

También se han publicado los resultados (Mosquera et al. 2009, *Astrophysical Journal*, 691, 1292) sobre la cromaticidad debida a microlensing en Q 2237+0306 basados en observaciones de banda estrecha en el telescopio NOT. En este artículo se describe la detección de microlensing cromático en una época determinada. Con la ayuda de otras tres observaciones bien separadas en el tiempo se han podido acotar los parámetros del disco de acreción en el cuásar de Q 2237+0305. Además se han estudiado observaciones del telescopio NOT de otros objetos que muestran cromaticidad y que podrían estar sujetos a extinción o microlensing.

Se ha profundizado en el estudio de la función de masas estelar extragaláctica a partir del “caustic clustering” que se lleva a cabo con la colaboración de la UCA. Se han analizado las distribuciones del número de cáusticas en una ventana (binomial) y de la separación entre cáusticas (geométrica). Una simulación estadística basada en los mapas de magnificación de las componentes de Q 2237+0305 indica que el estudio de los cruces por cáustica podría servir para extraer información sobre la función de masas a partir de la curva de luz del sistema lente y para romper la degeneración velocidad transversal/tiempo de cruce.

Se ha publicado otro trabajo (Bon et al., 2009, *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, 400, 924) sobre las evidencias experimentales de que la BLR podría estar formada por dos componentes, un disco de acreción interno y una componente no plana de mayor tamaño. Esta descomposición parece estar apoyada por muchos rasgos de los perfiles de las líneas anchas y podría tener un fuerte impacto no solo para el conocimiento de la naturaleza de la BLR si no también en estudios relacionados con el tamaño de la BLR tanto a partir del “reberberation mapping” como del microlensing.

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

Se ha aceptado para su publicación un trabajo sobre formulación de las teorías gauge en lenguaje spinorial de Weyl clásico. Este trabajo incluye ecuaciones spinoriales clásicas que describen el comportamiento de partículas de Fermi no solo bajo campos electromagnéticos (simetría local $U(1)$) sino también en el caso de campos de Yang-Mills y de Color (Simetrías $SU(2)$ y $SU(3)$ respectivamente).

GOYA: EVOLUCIÓN COSMOLÓGICA DE GALAXIAS (310500)

M. Balcells Comas.

A. Hempel, M. Prieto Muñoz, C. López San Juan, I. Trujillo Cabrera, M.T. Tapia Peralta y J. Falcón Barroso.

Colaboradores del IAC: P. Sánchez Blázquez e I. Martínez Valpuesta.

D. Cristóbal Hornillos (IAA); R. Guzmán, A. Gonzalez (Univ. de Florida, EEUU); J. Gallego, N. Cardiel, M. C. Eliche, A. Gil de Paz, G. Barro (UCM); R. Pelló (LAOMP, Francia); R.F. Peletier, M. den Brok, Gijs Verdoes Kleijn (Univ. de Gröningen, Países Bajos); D. Carter (Univ. John Moores, Liverpool, Reino Unido); E. Salvador Solé (UB); R. Domínguez Tenreiro, A.C. González García (UAM); A. Aragón-Salamanca (U. de Nottingham, Reino Unido).

Introducción

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

Los estudios a alto z se enmarcan en el Proyecto GOYA, una colaboración dirigida por astrónomos del IAC, de la UCM, del Obs. de Midi-Pyrenées (Toulouse, Francia), y de la Univ. de Florida (EEUU), y que incluye a más de 30 colaboradores en once centros españoles, franceses, holandeses e ingleses. El objetivo central del Proyecto GOYA es utilizar EMIR en 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, llevó a cabo un amplio cartografiado del cielo en bandas que van del ultravioleta hasta el infrarrojo cercano (2.2 micras), para permitir la selección de muestras. La evolución del calendario de construcción de EMIR ha significado que se podrán usar muestreos públicos más extensos y profundos que el nuestro para la selección de muestras para EMIR. El cartografiado realizado por GOYA sin embargo se ha empleado de forma fructífera para diversos estudios de evolución de galaxias a alto z , que han dado lugar a bastantes artículos y a cuatro tesis doctorales. Dos de estas tesis se han completado en 2009.

El Proyecto prosigue diversas líneas de estudio de galaxias en el Universo cercano, principalmente en bulbos centrales de galaxias de disco de tipos tempranos. Durante 2009, se dedicó tiempo de forma especial al cúmulo de Coma.

El grupo ha establecido vínculos con el Proyecto “Huellas de la formación de las Galaxias: Poblaciones estelares, Dinámica y Morfología (312406)” con el objetivo de combinar los estudios de formación de galaxias a alto z llevados a cabo por nuestro Proyecto con los estudios en galaxias cercanas llevados a cabo por el Proyecto 312406.

Hitos

López y colaboradores han completado el estudio de la evolución con z de la fracción de fusiones mayores ricas en gas. Usando técnicas de máxima verosimilitud sobre muestras homogéneas en profundidad y

resolución, han obtenido medidas robustas de la fracción de fusiones derivada de criterios morfológicos.

Evolución del Proyecto

Domínguez-Palmero y Balcells completaron el estudio de las propiedades de bulbos galácticos en galaxias de disco a z intermedios. Estudiaron la relación entre el color y los brillos superficiales centrales en galaxias de disco del campo GOODS-N. Encontraron que el color es más rojo para las galaxias con brillos más elevados, lo que indica que la densidad de masa estelar es más alta en bulbos rojos. Esta relación se mantiene hasta $z \sim 0.8$ aproximadamente. Más allá, una fracción de los núcleos más brillantes son pronunciadamente azules, como resultado bien de un núcleo activo, o de un brote intenso de formación estelar: un proceso de crecimiento del bulbo. Modelos evolutivos sugieren que estos bulbos en formación en $z \sim 1$ evolucionarán hasta convertirse en los bulbos de masa intermedia y densidades intermedias en el Universo Local conocidos como ‘pseudo-bulbos’. Este resultado se publicó en una letter en la revista *Astrophysical Journal*.

Prieto y Eliche-Moral completaron su estudio de evolución de galaxias masivas de tipo temprano (masa mayor que 1011 masas solares). El estudio usa la técnica de la evolución hacia atrás en el tiempo, y considera que cada fusión mayor da lugar a una galaxia de tipo temprano. Para la evolución de la tasa de fusiones se han empleado resultados puramente observacionales, derivados por miembros del grupo en años anteriores. Teniendo en cuenta que las galaxias en fusión pasan por fases transitorias polvorientas, se ha reproducido satisfactoriamente la evolución de la función de luminosidad a $z < 1$, para las bandas B, I y K. La contaminación de la secuencia roja por galaxias polvorientas que están formando estrellas permite explicar la formación de un 50-60% de la población de la secuencia roja actual a través de una combinación de fusiones húmedas y secas. La evolución es compatible con los escenarios ‘downsizing’. Gran parte

del ensamblaje ocurre en la época $0.8 < z < 1$, lo cual explicaría gran parte del aparente exceso de galaxias de tipo tardío en esta época en comparación con modelos de evolución pura en luminosidad. Los modelos apoyan la idea de que las fusiones mayores son los principales agentes en la conversión del extremo masivo de la nube azul hacia la secuencia roja. Los resultados han sido enviados para su publicación en *Astrophysical Journal*.

Hempel y colaboradores han completado el estudio de la morfología y masas de galaxias extremadamente rojas en el muestreo GOYA del campo de Groth.

Tapia y Balcells han proseguido su modelado mediante N cuerpos de la acreción de satélites por galaxias de disco.

SIMULACIÓN NUMÉRICA DE PROCESOS ASTROFÍSICOS (3I1303)

F. Moreno-Insertis.

K.G. Puschmann, H. Socas Navarro, D. Fabbian, I. Martínez Valpuesta, J.A. Lagerfjård, E. Khomenko, L. Yelles Chaouche, A. Rappazzo, J. Trujillo Bueno y A. Asensio Ramos.

K Galsgaard, A. Nordlund (Niels Bohr Institute/Univ. de Copenhagen, Dinamarca); I. Ugarte-Urra (NRL, Washington, EEUU); A. Hood (Univ. St. Andrews, Reino Unido); J. Martínez Sykora (Institute of Theoretical Astrophysics, Univ. de Oslo, Noruega); J. Melendez (CAUP, Oporto, Portugal); N. Shchukina (Obs. de Kiev, Ucrania); M. Velli (Jet Propulsion Lab., California & Univ. de Florencia, Italia); H. Uitenbroek (NSO, EEUU).

Introducción

La simulación numérica mediante códigos complejos de ordenador es una herramienta fundamental en la investigación física y en la técnica desde hace décadas. El crecimiento vertiginoso de las capacidades informáticas

junto con el avance notable de la matemática numérica ha hecho accesible a los centros de investigación de tamaño medio esta rama de la investigación, a caballo entre la Física teórica y experimental. La Astrofísica no es excepción a lo anterior, habiéndose desarrollado desde finales de los años 70 una especialidad de la misma, la Astrofísica computacional, que ha permitido llegar a comprender gran variedad de fenómenos inaccesibles a la investigación teórica pura y dar cuenta de observaciones hasta entonces inexplicadas. Su mayor campo de aplicación en las décadas pasadas han sido los fenómenos (magneto) hidrodinámicos y de dinámica de gases en multiplicidad de entornos cósmicos, por ejemplo los interiores y atmósferas estelares y planetarios y el medio interestelar, incluyendo magnetoconvección y dínamo, discos de acreción, evolución de nebulosas planetarias, explosiones y restos de supernova, etc. De enorme interés reciente es la extensión masiva de las técnicas de simulación numérica a la Cosmología, primero con modelos de N cuerpos y más recientemente con modelos hidrodinámicos. La incorporación a las simulaciones numéricas de las ecuaciones del transporte radiativo, ocurrida ya en décadas pasadas, ha permitido dotar de mayor realismo a los estudios de procesos hidrodinámicos en fotosferas y cromosferas estelares.

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

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

Hitos

Se ha completado el desarrollo de un código de inversión Bayesiano para los parámetros de Stokes. Este código es el primero que trata con un método totalmente autoconsistente la inversión bajo la aproximación de equilibrio termodinámico local (LTE). Aparte del proceso de inferencia estándar, una de las aplicaciones inmediatas es la comparación de modelos basada en la razón de evidencias, algo que no puede hacerse en el presente con ningún otro código de inversión. Esta posibilidad nos va a permitir examinar la complejidad del modelo compatible con los datos observacionales.

Evolución del Proyecto

Proyecto Europeo Solaire

El presente Proyecto de Simulación Numérica de Procesos Astrofísicos es pieza central en la Red Europea SOLAIRE, aprobada y financiada por la Comisión Europea para el periodo 1 de junio de 2007 hasta 31 mayo de 2011. El nodo coordinador de esta Red es el IAC; el IP de la Red es el IP de este Proyecto interno (F. Moreno-Insertis). Actualmente la Red cuenta con 170 investigadores de 13 instituciones europeas. Gracias a esta Red, la investigación solar del IAC dispone de un marco colaborativo europeo único, no sólo por pertenecer a ella muchas de las grandes instituciones europeas de investigación solar, sino también por ser los coordinadores de la misma. La coordinación de esta Red supone un considerable esfuerzo de gestión y organización por parte del presente Proyecto. Sin embargo, este esfuerzo está

justificado si se mira los beneficios que obtiene la investigación solar europea (y la del IAC, en particular) gracias al contacto estrecho entre instituciones de alto nivel y a la formación de doctores en física solar que lleva a cabo la Red.

En 2009 los miembros de este Proyecto han organizado en Tenerife y La Palma tres reuniones internacionales y dos tandas de cursos en el marco de esta Red. Destacamos aquí dos de ellos: la Red Solaire celebró su Tercer Encuentro Anual en Tenerife, del 1 al 5 de noviembre, organizado por el grupo Solaire del IAC. En él fueron invitados a dar conferencias review tres de los miembros del grupo. Simultáneamente, se organizó la edición 2009 de la serie de congresos Flux Emergence Workshop, que anteriormente se celebró en St. Andrews (2007) y en Kyoto (2008). Tras finalizar dichos congresos, los días 5 y 6 de noviembre tuvo lugar el MidTerm Review de la Red, que es una revisión global de los logros, dificultades y perspectivas de la Red llevado a cabo por los oficiales científicos de la Comisión Europea, y que fue precedido por un informe de referees anónimos solicitado por la Comisión los meses precedentes. La Comisión Europea emitió, varios días después de finalizar el MidTerm Review, un informe de resultados que fue altamente positivo.

Experimentos MHD con transporte de radiación

Magnetoconvección y el problema de las abundancias cósmicas (D. Fabbian, F. Moreno-Insertis, L. Khomenkho y A. Nordlund). En este Proyecto se estudia el espectro emitido por el plasma solar a partir de experimentos de magnetoconvección tridimensional con vistas a determinar correcciones en la determinación de abundancias debido a efectos magnéticos sobre líneas de diferentes elementos químicos, incluyendo efectos NLTE. Los experimentos se realizan con el código stagger, desarrollado por Å. Nordlund. Conforme al plan trazado en 2008, durante 2009 se han llevado a cabo varias series de experimentos con diferentes valores de

parámetros físicos (por ej. el flujo magnético promedio) y numéricos (resolución espacial, tamaño, duración en tiempo solar). En el presente se están obteniendo los espectros correspondientes; para esta parte del Proyecto se ha empezado a utilizar el código Nicole, desarrollado por H. Socas. Este Proyecto ha obtenido cientos de miles de horas de CPU en diferentes supercomputadores, tanto en España, actuando como IPs (MareNostrum, LaPalma) como en el Consorcio Internacional DEISA, esto último como parte de un proyecto liderado por A. Nordlund.

Interacción entre flujo magnético emergente y convección a nivel granular y supergranular (A. Lagerfjård, F. Moreno-Insertis y A. Nordlund). En el marco de la tesis doctoral de A. Lagerfjård, se han realizado y analizado experimentos numéricos de estudio del ascenso de flujo magnético a través de celdas de convección desde escalas pequeñas a intermedias. Objetivo de este apartado del Proyecto es el diagnóstico de regiones emergentes en base a su interacción con los movimientos subsuperficiales de plasma a nivel granular, mesogranular y supergranular. En una rama de estos experimentos, se inyecta una distribución continua y extensa de campo magnético a través del contorno inferior y se espera hasta que los flujos convectivos lleven a la aparición de este flujo magnético en la superficie en diferentes escalas. Con los experimentos terminados en el pasado año, se está buscando reproducir los magnetogramas de Stokes obtenidos en observaciones de emergencia a pequeña escala realizados mediante Hinode/SOT, como por ejemplo los de González Martínez y Bellot, *Astrophysical Journal* 2009.

Signatura observacional de emergencia de flujo sobre la base de simulación numérica MHD (L. Yelles y colaboradores en el MPS, Lindau; Alemania). Se ha estudiado la signatura observacional de emergencia de flujo en la fotosfera usando datos procedentes de una simulación numérica MHD tridimensional. Se han calculado espectros sintéticos de Stokes en las líneas del hierro Fe I 6301.5 y Fe I 6302.5, degradando la resolución hasta llegar

al nivel del detector de Hinode SOT/SP. Se han llevado a cabo inversiones Milne-Eddington de los espectros sintéticos, comparando los resultados con observaciones recientes de Hinode.

Comparación de la aproximación de tubo delgado con simulaciones 3D MHD (L. Yelles y colaboradores en el MPS, Lindau, Alemania). Las concentraciones de flujo magnético vertical en la fotosfera se han tratado con frecuencia en la aproximación de tubo delgado o capa estrecha de flujo. Se ha llevado a cabo un análisis comparativo entre los modelos de tubo de flujo delgado y las concentraciones formadas en simulaciones tridimensionales de MHD con transporte radiativo. Se encuentra que las concentraciones con campos de super-equipartición se reproducen razonablemente bien mediante la aproximación de tubo delgado de segundo orden. Las diferencias entre aproximación y simulación se deben a la asimetría y la dinámica de las estructuras simuladas.

Magnetohidrodinámica no radiativa de la atmósfera solar

Emergencia de flujo y reconexión en la atmósfera solar: emisión de chorros de rayos X (F. Moreno-Insertis en colaboración con K. Galsgaard e I. Ugarte-Urra). El avance en este Proyecto ha sido lento en 2009 debido sobre todo a la dedicación especialmente intensa requerida por la Coordinación de la Red Solaire en 2009. Se ha continuado la ampliación del código numérico de Galsgaard/Nordlund con vistas a simular convección a nivel granular generada mediante términos de enfriamiento de Newton a nivel fotosférico. También se ha continuado la comprobación de los términos de conducción térmica y del término fuente de enfriamiento ópticamente delgado a nivel coronal. Se planea llevar a cabo experimentos numéricos que incluyan todos estos términos en los primeros meses de 2010.

Influencia de la ionización parcial sobre la emergencia de flujo (F. Rapazzo y F. Moreno-Insertis). Se ha comenzado un proyecto de estudio de la influencia de la ionización parcial en la magnetodinámica de

la atmósfera solar. La fotosfera y cromosfera solar tienen un grado reducido de ionización dadas las condiciones termodinámicas, especialmente la temperatura, que imperan en ellas. La presencia de una componente neutra causa la aparición de disipación anómala que puede ser mucho más elevada que la disipación asociada a la conductividad óhmica usual. Este Proyecto se encuentra en su fase inicial, habiendo comenzado hace sólo pocos meses.

Calentamiento coronal (F. Rappazzo y M. Velli). En el marco del mecanismo de Parker para el calentamiento de arcos coronales, se está simulando la dinámica de arcos cuyos pies son arrastrados por movimientos de cizalladura con vistas a entender el origen de la turbulencia en ellos. Se ha estudiado cómo tiene lugar la transferencia de energía entre diferentes escalas y se ha comprobado cómo los flujos de energía tienen las propiedades clásicas del transporte turbulento a pesar de encontrarnos en un sistema con el campo magnético fuertemente dominante. Se ha conseguido llegar a este resultado a pesar de la gran exigencia de recursos computacionales de estos experimentos.

Transporte radiativo de luz polarizada en la atmósfera solar

Polarización de la luz emergente en modelos de dínamo local (J. Trujillo Bueno, y N. Shchukina). Se ha iniciado una investigación teórica sobre la polarización lineal de la línea del Sr I a 4607 en modelos 3D de la fotosfera solar resultantes de simulaciones MHD donde el campo magnético lo produce una dínamo superficial. Esta investigación ha requerido la formulación teórica y la solución numérica del problema del efecto Hanle en un medio 3D. Uno de los objetivos del trabajo es lograr una determinación muy precisa de la intensidad de la magnetización de la fotosfera del Sol en calma y entender mejor el origen físico de su campo magnético.

Desarrollo de un código de inversión Bayesiano para los parámetros de Stokes en la aproximación LTE (A. Asensio Ramos y H. Socas Navarro). Se ha desarrollado un código de inversión basado en el tratamiento

Bayesiano de la inferencia de modo que la distribución a posteriori completa de los parámetros puede recuperarse a partir de los datos y las barras de error (y degeneraciones) pueden ser analizadas con seguridad. El código está ya en pleno uso tras de múltiples comprobaciones y puede ya proporcionar distribuciones a posteriori y evidencias.

Inversiones Milne-Eddington a diferentes ángulos heliocéntricos (L. Yelles con colaboradores del MPS, Lindau, Alemania). El objetivo ha sido examinar la validez de las inversiones Milne-Eddington (M.-E.) a varios ángulos heliocéntricos. Se ha obtenido el resultado de que la diferencia entre la intensidad de campo invertida mediante M.-E. y la obtenida mediante funciones de respuesta resulta estar correlacionada con el área total de Stokes-V. Esto indica una posible herramienta para corregir los errores en la determinación de la intensidad de campo magnético calculada con inversiones M.-E. a diferentes ángulos heliocéntricos.

Observaciones

La abundancia solar del oxígeno: observaciones (D. Fabbian y Ch. Beck). Se han realizado observaciones en el telescopio VTT del Observatorio del Teide, adquiriendo una cantidad importante de datos centro-borde de buena calidad. Junto con otros miembros del Proyecto se planea estudiar diferentes aspectos del problema de la abundancia solar del oxígeno.

Observación de procesos de emergencia mediante combinación de datos de tierra y del espacio (F. Moreno-Insertis, J.A. Bonet y K. Puschmann). Se realizó una campaña observacional con los telescopios SST y DOT, en el Observatorio del Roque de los Muchachos, continuación de las realizadas en años anteriores. También este año se consiguió coordinar estas observaciones con el satélite Hinode. En 2009 esta campaña se realizó conjuntamente con otros dos nodos de la Red Solaire (universidades de Catania y Oslo); fue solicitado tiempo internacional de los Observatorios de Canarias y se obtuvieron 7 días. Por desgracia el *seeing* fue insuficiente para obtener datos durante todo el periodo.

FÍSICA DE LA MATERIA OSCURA – COSMOPARTÍCULAS (3I2005)

**J.E. Betancort Rijo,
M. López Corredoira, E. Mediavilla
Gradolph y M.A. Sánchez Conde.**

**Colaboradores del IAC: I. Trujillo
Cabrera y J.A. Rubiño Martín.**

F. Prada, A.J. Cuesta, M.A. Sánchez (IAA, Granada); S.G. Patiri (Case Western Univ. Cleveland, EEUU); A.E. Romano (Yukawa Center, Kyoto, Japón).

Introducción

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 viven 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.

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 sólo en los últimos meses se han publicado predicciones robustas de estos modelos. Por otro lado, se han desarrollado códigos numéricos que tratan directamente la evolución del gas.

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

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

Como regla general, todos estos candidatos a materia oscura son tipo WIMP (Weak Interacting Massive Particle) a los que corresponden modelos de CDM para la estructura a gran escala. Además, pueden interactuar entre ellos en entornos de alta densidad, como los centros de las galaxias,

MEMORIA Vivimos en un Universo plano ($\Omega=1$)
2009 IAC compuesto en un 70% por la denominada
energía oscura y en otro 30% por materia
52 (tanto oscura como bariónica).

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

y aniquilarse produciendo rayos gamma. Estos fotones de alta energía podrían ser observados por la nueva generación de telescopios Cherenkov, como por ejemplo el telescopio MAGIC en el Observatorio del Roque de los Muchachos.

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

Para todo ello es necesario dedicar un gran esfuerzo al estudio tanto teórico como observacional de la distribución de la materia oscura en galaxias. Desde el punto de vista teórico, se estudiará en detalle el perfil de densidad obtenido a través de las simulaciones numéricas de alta resolución tanto de n-cuerpos como hidrodinámicas realizadas por 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 aún 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 los parámetros que caracterizan a esos modelos. Históricamente se han utilizado profusamente los cúmulos de galaxias (sobredensidades extremas) con este propósito, pero las bajo-densidades extremas (grandes vacíos) son igualmente útiles y complementarias. El desarrollo de modelos analíticos y su comparación con las simulaciones y grandes surveys permitirán entender algunos aspectos de los procesos físicos que determinan el agrupamiento de la materia bariónica.

Hitos

Desarrollo de un formalismo general para el estudio del alineamiento de las galaxias con la estructura del universo a gran escala.

Elaboración de un procedimiento analítico novedoso para el cálculo del error cuadrático medio de la estimación de la correlación cruzada de dos campos (en espacios de dimensión arbitraria) escalares con funciones de autocorrelación dadas.

Explicación teórica de la dependencia azimutal del grosor del disco de la Vía Láctea.

Evolución del Proyecto

Los objetivos para el año 2009 concernientes a la determinación de parámetros cosmológicos a partir de las estadísticas de "voids" y su velocidad de expansión no se han podido abordar por indisponibilidad de nuestros colaboradores. En la cuestión del

alíneamiento de halos de materia oscura y galaxias con respecto a la estructura a gran escala se han cumplido y sobrepasado los objetivos previstos, habiéndose desarrollado tanto el formalismo general para el tratamiento de los datos, como las derivaciones teóricas del efecto subyacente, en cuyos detalles se continuará trabajando en 2010. También se ha realizado un estudio detallado de los errores de estimación implícitos en la detección del efecto Sach-Wolf integrado, habiendo concluido, a diferencia de varios trabajos anteriores, que dicho efecto no ha sido aun detectado con suficiente significación estadística. En este trabajo se ha desarrollado un nuevo procedimiento analítico para el cálculo de la varianza del estimador de la correlación cruzada de dos campos con funciones de autocorrelación dadas, que resulta muy útil para establecer la significación estadística de dicho estimador, al hacer innecesaria la realización de engorrosas simulaciones de Montecarlo.

**OTELO: OSIRIS TUNABLE EMISSION
LINE OBJECT SURVEY
(3I0506)**

**J. Cepa Nogué,
M. Povic, J.M. Rodríguez Espinosa,
J.A. Acosta Pulido, A.M. Bongiovanni,
A. Ederoclite, C. Esteban López, A.M.
Pérez García, M. Fernández Lorenzo,
I.M. Pintos Castro, J.M. González
Peréz, I. Oteo Gómez, M.A. Lara López
y E. Mediavilla Gradolph.**

Introducción

OSIRIS ha proporcionado a la comunidad astronómica española un instrumento de uso común multipropósito para el telescopio GTC que incorpora características únicas, como es el uso de filtros sintonizables en telescopios de la clase 8-10 m. El objetivo primordial del Proyecto que aquí se presenta es el estudio de la formación y evolución de las galaxias. Sin embargo también se incluye la implementación de los últimos modos que quedan por probar en OSIRIS, y que se incorporarán antes del verano: espectroscopía multiobjeto, modos rápidos y el filtro sintonizable azul, todos ellos esenciales para múltiples propósitos científicos, incluyendo varios proyectos ESO-GTC. Finalmente, se hallan en fase de fabricación los VPH de resolución 5000.

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

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

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

- Emisores Ly α desde $z = 2$ hasta 7
- La densidad comóvil de formación estelar desde $z = 0.24$ hasta 7
- La metalicidad del gas desde $z = 0.24$ hasta 1.5
- Las galaxias elípticas con líneas de emisión desde $z = 0.24$ hasta 0.85
- Las galaxias compactas azules desde $z = 0.24$ hasta $z = 0.85$
- Las galaxias activas desde $z = 0.24$ hasta $z = 1.5$
- Cuásares a alto z ($z > 5$)
- La relación Tully-Fisher hasta $z = 1.5$
- Los cúmulos de galaxias y las galaxias en cúmulos hasta $z = 7$

En resumen, “Evolución” permitirá atacar una gran variedad de problemas astrofísicos de la mayor actualidad en el campo de la evolución de galaxias. Este cartografiado, que se desarrollará principalmente durante los primeros años de operación del telescopio GTC, y que estará disponible para la comunidad astronómica española, constituirá una poderosa herramienta para abordar una gran variedad de estudios astrofísicos.

Hitos

Durante 2009 se ha confirmado la anticorrelación descubierta por el grupo, entre el cociente de la luminosidad en rayos X y en el óptico y el tipo morfológico, en AGNs seleccionados a partir de su emisión en Rayos X. Se ha demostrado que dicha anticorrelación es independiente del desplazamiento al rojo y del oscurecimiento, por lo que es una relación universal. También se han analizado los posibles sesgos que podrían afectar esta ley (fuente nuclear, tamaño, brillo aparente, condiciones atmosféricas) demostrando que no pueden ser causantes de la anticorrelación observada. La existencia de esta anticorrelación puede interpretarse como una relación entre la masa del agujero negro central y el cociente de Eddington,

de tal modo que las galaxias con una distribución de brillo más concentrada (dominadas por el bulbo), dispondrían de menos material para alimentar al agujero negro, y por tanto su ritmo de crecimiento sería más bajo, mientras que por el contrario las de tipo tardío tendrían grandes reservas almacenadas para alimentar la actividad del núcleo activo.

Asimismo, mediante un análisis cuidadoso de los datos de DEEP2, incluyendo datos de Spitzer y en Ks, se han descubierto indicios significativos de una dependencia en el color de la relación de Tully-Fisher a desplazamientos al rojo entre 1.1 y 1.4. La diferencia con la relación de Tully-Fisher local es máxima en B y nula en Ks (en el sistema de referencia de la fuente), disminuyendo la evolución de forma gradual al ir de B hacia bandas más rojas. Esta dependencia en el color no había sido detectada en estudios anteriores debido a incertidumbres en la corrección K, y a una dependencia de la relación local de Tully-Fisher (utilizada como patrón de comparación) con la luminosidad. Los colores observados en la relación de Tully-Fisher son compatibles con que las galaxias han aumentado su masa estelar en un factor 2 desde un desplazamiento al rojo medio de 1.25 hasta la actualidad, mientras que ahora son menos luminosas y más rojas debido al envejecimiento de la población estelar.

Evolución del Proyecto

Durante el año 2009 se ha proseguido con las líneas de investigación ya iniciadas en 2008, así como con el intenso desarrollo del comisionado, calibración y pruebas del instrumento OSIRIS, que ha absorbido una considerable parte del tiempo de los miembros del Proyecto. Esencialmente ha sido un año de consolidación, tal y como se preveía en la Memoria presentada en 2008.

Como ya se ha mencionado en la introducción, el Proyecto planea abordar un conjunto de cartografiados destinados a cubrir el rango óptico del espectro con los filtros sintonizables de OSIRIS, tanto en el campo, como en cúmulos de galaxias situados a

distintos desplazamientos al rojo. En el caso de galaxias de campo se cartografiarán los emisores a los desplazamientos al rojo marcados por sus líneas de emisión, a las longitudes de onda observadas. La muestra así seleccionada permitirá estudiar la evolución química y la formación estelar de galaxias hasta un desplazamiento al rojo de 1.5 y las funciones de luminosidad de emisores Ly α a desplazamientos al rojo entre 2 y 7. En el caso de los cúmulos, se estudiará también la formación estelar y evolución química de un conjunto de cúmulos a desplazamientos al rojo seleccionados desde 0.4 hasta 0.8, con una extensión a proto-cúmulos a desplazamientos al rojo superiores a 2 (en Ly α), con la finalidad de establecer diferencias evolutivas entre las muestras de campo y de cúmulo.

En cuanto a los nuevos resultados obtenidos hasta ahora, hay que señalar que durante 2009 se ha establecido que la correlación inversa observada entre los flujos óptico y radio de AGN no depende del desplazamiento al rojo, y constituye, por tanto, una relación universal.

Asimismo, se ha demostrado que la relación de Tully-Fisher a alto desplazamiento al rojo (hasta $z = 1.4$) tiene una componente de color (i.e.: depende del rango espectral), siendo máxima en B y nula en K (en el sistema de referencia de la fuente), lo cual establece restricciones significativas a los modelos de evolución de galaxias espirales.

Ambos resultados han dado lugar a hitos en el Proyecto que se especifican en el apartado correspondiente. En cambio, los resultados que siguen a continuación se espera que den lugar a hitos significativos a lo largo de 2010.

han recibido, a finales de 2009, las primeras entregas de datos de tiempo garantizado de PACS correspondientes a GOODS-N, y se ha empezado su análisis.

Continuando con el análisis de las galaxias del cartografiado Sloan (SDSS) y analizando la dependencia con el desplazamiento al rojo de magnitudes fundamentales tales como masa, tasa de formación estelar y morfología, se ha confirmado que la evolución observada en la metalicidad a $z = 0.4$ y ya comunicada el pasado año, también tiene su contrapartida en diferencias significativas en otras magnitudes fundamentales. Asimismo, la numerosa muestra que proporciona SDSS permite definir un nuevo plano fundamental a partir de dichas magnitudes.

Se ha abordado el análisis de la evolución del plano fundamental de galaxias elípticas con datos de DEEP2, obteniendo los primeros resultados, donde se hallan signos de evolución pero con diferencias significativas respecto resultados publicados por otros autores.

Finalmente señalar que los investigadores del Proyecto involucrados en el desarrollo de OSIRIS, tanto del IAC como de otras instituciones, han dedicado una parte considerable de su tiempo a las pruebas en el cielo y la calibración del instrumento. Aunque la dedicación ha sido especialmente intensa durante los primeros meses de 2009, aún continúa en la actualidad a fin de incluir los últimos modos de observación y poner a punto las factorías de datos, a fin de dejar el instrumento plenamente operativo antes del verano.

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

A. Manchado Torres.
N. Rodríguez Eugenio.

K. Noeske (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); D.C. Koo (UCO-Lick, UCSC, EEUU); F. Prada (IAA, Granada).

A nivel de observaciones se ha proseguido con la participación en el cartografiado piloto de cúmulos de galaxias utilizando el filtro sintonizable del telescopio de 2.2 m del Observatorio Astronómico Hispano-Alemán de Calar Alto, y se han recibido las primeras entregas de datos H α y H β del Proyecto de cúmulos, obtenidas con el filtro sintonizable de OSIRIS en el telescopio GTC, pendientes de analizar. También se

Introducción

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

Debido a las discrepancias existentes entre las estimaciones de la SFR global de una galaxia obtenidas con distintos indicadores, un estudio fiable de la evolución con el tiempo cósmico de la SFR requiere el uso de un mismo indicador de formación estelar en todo el rango de desplazamiento al rojo estudiado, o la obtención de buenas calibraciones entre distintos indicadores. En los últimos años ha habido una convergencia hacia el uso de la luminosidad en la línea de emisión $H\alpha$, corregida de extinción, como uno de los indicadores de formación estelar más adecuados para este tipo de estudios. Otro indicador robusto de la SFR se obtiene al combinar la luminosidad IR total, que traza la formación estelar oscurecida por el polvo en la galaxia, con la luminosidad en $H\alpha$ o en el continuo UV (no corregidas de extinción), que trazan la formación estelar no oscurecida.

Este Proyecto pretende estudiar las propiedades de galaxias con formación estelar a $z \sim 1$, a partir de una muestra representativa de galaxias extraída del sondeo "DEEP2 Galaxy Redshift Survey", que ha obtenido espectros ópticos y un conjunto de datos en distintas longitudes de onda para unas 40.000 galaxias en el rango de redshifts $0.7 < z < 1.5$. Los objetivos concretos del Proyecto incluyen dos líneas de investigación: el estudio de la SFR de las galaxias, su relación con la masa estelar, y las calibraciones entre distintos indicadores de formación estelar a desplazamientos al rojo intermedios; y la determinación de la metalicidad de las galaxias, y su relación con la luminosidad y la masa estelar de las

mismas. Además, se persigue determinar la evolución con el desplazamiento al rojo de estas relaciones, mediante la comparación con muestras similares de galaxias a desplazamientos al rojo menores y mayores. Para la estimación de la SFR, se usa como indicador de referencia la luminosidad en $H\alpha$ de las galaxias, obtenida a partir de espectros multi-rendija tomados con el espectrógrafo infrarrojo LIRIS en el telescopio WHT. La comparación de estos resultados observacionales con las predicciones de modelos de formación y evolución jerárquica de galaxias permitirá acotar los parámetros libres de dichas simulaciones.

Hitos

Se ha obtenido por primera vez una estimación de la fracción de fotones ionizantes absorbidos por el polvo, $(1 - f)$, en una muestra representativa de galaxias con formación estelar a $z \sim 1$.

Se ha encontrado una relación clara entre el parámetro f y la tasa de formación estelar específica de la galaxia, obtenida con la luminosidad $H\alpha$ corregida de extinción, que permite obtener una mejor estimación de la SFR, $SFR = SFR(H\alpha)/f$, cuando no se dispone de una medida de la luminosidad IR.

Algunos resultados relevantes

Uno de los resultados más relevantes del Proyecto obtenido en 2008 es la diferencia entre las estimaciones de la SFR derivadas a partir de la luminosidad IR y a partir de las luminosidades en $H\alpha$, [OII] o en el continuo UV corregidas de extinción interna, siendo estas últimas 2-3 veces menores que la primera. Este resultado impulsó la realización de un estudio más exhaustivo sobre el origen de esas discrepancias: ¿las medidas de la SFR obtenidas con $H\alpha$ o el continuo UV corregidas de extinción son una subestimación de la SFR de la galaxia, o es la SFR obtenida con la luminosidad IR una sobreestimación de dicho parámetro? La luminosidad UV no será un buen indicador de la formación estelar en la galaxia si hay regiones HII en las que la emisión estelar está totalmente extinguida. En el caso de $H\alpha$, la SFR derivada estará subestimada si la fracción de fotones del continuo de Lyman

absorbida por el polvo antes de que ionice el hidrógeno es alta. Por último, la luminosidad IR será un mal indicador de la SFR cuando la contribución al calentamiento del polvo debida a la emisión de estrellas viejas (> 108 años), η , no sea despreciable.

Se siguió un método similar al descrito en Hirashita et al. (2003) para determinar la contribución η a la luminosidad IR, y la fracción de fotones ionizantes absorbidos por átomos de hidrógeno, f , encontrando los siguientes valores promedio y desviaciones estándar en la muestra de galaxias: $\eta = 0.2 \pm 0.1$, $f = 0.7 \pm 0.5$. Al corregir las luminosidades IR y $H\alpha$ por los factores correspondientes, las SFRs obtenidas son compatibles entre sí dentro del error.

Comparando las SFRs obtenidas con la luminosidad UV y con $H\alpha$, corregidas de atenuación, se encuentra que el enrojecimiento que sufre el continuo estelar en nuestra muestra de galaxias es en promedio un 40% menor que el enrojecimiento que sufre el gas ionizado, y aproximadamente 1.3 veces mayor que el enrojecimiento que afecta a la emisión estelar en galaxias starburst del Universo Local (Calzetti et al. 2000). Este resultado indica que en las galaxias con formación estelar activa a $z \sim 1$ las estrellas jóvenes tienen en promedio una mayor asociación con las nubes de polvo y gas de las que nacieron, que en galaxias starburst en el universo local.

Por último, se estudió la relación entre los distintos parámetros físicos de las galaxias, encontrando los siguientes resultados: la masa estelar de las galaxias presenta correlaciones marcadas con la atenuación que sufre la emisión del gas ionizado, y con la atenuación de los fotones UV no ionizantes, de forma que las galaxias más masivas sufren mayor atenuación por polvo; para el mismo valor de la masa estelar, la extinción que sufre el gas ionizado es mayor en galaxias starburst que en galaxias con formación estelar normal; y la fracción de fotones ionizantes absorbidos por los átomos de hidrógeno, f , presenta una relación clara con poca dispersión con la tasa de formación estelar específica de la galaxia, es decir, la SFR por unidad de masa estelar.

EXPERIMENTO QUIJOTE CMB (3I2607)

J.A. Rubiño Martín.

R. Rebolo López, S. Hildebrandt Rafels, R. Génova Santos, C.H. López Caraballo y B. Ruíz Granados.

Colaboradores del IAC: J.M. Herreros Linares, M.F. Gómez Reñasco, R. Hoyland, M. Aguiar González y R. Rodríguez Ramallo.

L. Piccirillo, R. Watson, R. Davis, R. Davies (Univ. de Manchester, Reino Unido); M. Hobson, R. Saunders, K. Grainge (Cavendish Astrophys. Group, Reino Unido); E. Martínez-González, P. Vielva, J.M. Diego, D. Herranz (IFCA, Santander); E. Artal (DICOM, Santander).

Introducción

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

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

El experimento constará de dos fases. En la primera fase, financiada en su mayor parte y actualmente en construcción, se instalará un primer telescopio y se construirán dos instrumentos intercambiables en su plano focal. El primer instrumento será multifrecuencia, con un total de 8 canales en cada una de las cuatro frecuencias 11, 13, 16 y 18 GHz, más dos canales de detección a 30GHz.

El segundo instrumento de QUIJOTE, que constará de 15 receptores a 30GHz, ha sido diseñado para alcanzar la sensibilidad necesaria para detectar una componente de ondas gravitacionales primordial si ésta tuviera una razón tensorial a escalar de 0.1. Dicha componente de ondas gravitatorias deja su impronta en el espectro de potencias de la polarización del FCM en forma de los denominados “modos-B”. La detección de dichos modos-B con esa amplitud abriría un camino extraordinario para esclarecer la física de la época de inflación.

La segunda fase de QUIJOTE contempla la construcción de un segundo telescopio, y posiblemente un tercer instrumento a 40 GHz.

Para alcanzar los objetivos científicos, los mapas finales del experimento cubrirán un área de unos 10,000 grados cuadrados, y alcanzarán un nivel de sensibilidad de 3-4 μK por haz tras un año de operación en el Observatorio del Teide en las bajas frecuencias (11-18GHz), y 1 μK por haz tras dos años de observación con el segundo instrumento en la frecuencia de 30GHz.

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

Hitos

- Electrónica y software de control del primer telescopio QUIJOTE instalados (septiembre 2009).
- Obra civil del recinto para los telescopios QUIJOTE finalizada (verano 2009).
- Integración de la opto-mecánica del primer instrumento QUIJOTE concluida (septiembre 2009).

- Entrega del primer instrumento QUIJOTE en IDOM (Bilbao) (noviembre 2009).

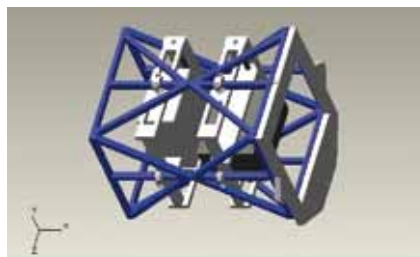
- Pruebas en vacío del primer instrumento QUIJOTE concluidas (diciembre 2009-enero 2010).

- Diseño detallado del segundo instrumento finalizado.

Evolución del Proyecto

Durante este año 2009, se ha completado el recinto que albergará los telescopios QUIJOTE-CMB, se ha concluido instalación de la electrónica en el telescopio, se ha finalizado la construcción de los subsistemas del primer instrumento QUIJOTE, y se ha llevado a cabo el diseño detallado del segundo instrumento. A continuación, se detallan cada uno de estos aspectos.

Edificio y cubierta móvil



La imagen muestra una fotografía del recinto en su estado actual.

Los trabajos en el recinto que albergará los dos telescopios QUIJOTE concluyeron durante este año.

Telescopio

Durante 2009 se ha instalado toda la electrónica de control en el telescopio. El software de control del mismo ha sido probado, y actualmente el control del telescopio permite realizar tres de los cuatro modos de apuntado que se especificaron para el mismo (“pointing”, “raster” y “nominal”). No obstante, con estos tres modos, el telescopio está en perfectas condiciones para observar.



Primer Instrumento (MFI)

- Opto-mecánica. La opto-mecánica tendría que haber estado terminada en el mes de febrero de 2009. Sin embargo, la empresa que estaba encargada de su fabricación (CMS en Florida, EEUU), que tenía un contrato de la empresa IDOM para este propósito, entró en quiebra, y los trabajos se retrasaron considerablemente. El dueño de esta empresa, Jeff Julian, se comprometió a concluir los trabajos de la opto-mecánica antes del verano de 2009, pero en la práctica esto fue incumplido. Reiteradamente, se pospuso la finalización y entrega de este sub-sistema, lo que ha causado un grave trastorno a la marcha del Proyecto. En noviembre de 2009 se le dio un ultimátum a CMS, y la opto-mecánica finalmente llegó a la sede de IDOM en Bilbao en diciembre de 2009. Ese mismo mes, el IAC asignó un contrato a IDOM, financiado por el propio IAC, para la finalización de la opto-mecánica del MFI. Las tareas realizadas por IDOM hasta la fecha han sido:

Revisión completa de toda la opto-mecánica. Durante esta revisión, se han encontrado desperfectos en algunas de las bocinas internas que construyó CMS. IDOM ha procedido a fabricarlas de nuevo.

**MEMORIA
2009 IAC**

60 Revisión de los interfaces entre las etapas de 80K y 20K dentro del criostato. Se ha detectado que la placa que separa la fase de 20K estaba mal pegada a las paredes internas. IDOM ha fabricado una nueva placa que ha sido fijada con tornillos.

Movimiento de motores. Se detectó un problema con uno de los 5 motores internos del MFI. IDOM ha comprado un nuevo motor

para su sustitución. Una vez instalados los 5 motores, se ha comprobado que todos ellos pueden girar según especificaciones, a 40Hz.

Revisión y pruebas de vacío. Se ha comprobado que el criostato puede hacer y mantener el vacío. En condiciones de vacío, se han realizado pruebas de movimiento de motores, y todos ellos funcionan de manera continuada a frecuencias de 40Hz e incluso superiores.

Alíneamiento. Se han re-alineado todos los sub-sistemas opto-mecánicos del instrumento.

Pruebas en frío. En el momento de la redacción de este informe, se están haciendo los preparativos para las pruebas en frío. Dichas pruebas se han retrasado debido a un problema con el compresor que llegó de Florida, pues venía dañado. Se estima que estas pruebas lleven unas dos semanas de trabajo.

La fecha estimada de entrega del sub-sistema opto-mecánico en el IAC es la primera semana de marzo de 2010. Se hace notar que el retraso en la entrega, que esperábamos para el 1 de enero, se debe a que se han tenido que re-fabricar varios sub-sistemas del criostato que llegó de Florida, pues no cumplían las especificaciones.

Receptor

Durante este año, se han caracterizado en laboratorio los amplificadores criogénicos (LNAs) del MFI, y todos funcionan con las sensibilidades esperadas. En particular, los dos amplificadores criogénicos de 30 GHz han sido diseñados y manufacturados en la Universidad de Manchester, y funcionan con las propiedades de temperatura de sistema especificadas. En el IAC, se han completado los sistemas de amplificación traseros (BEM, del inglés Back End Module) para las cuatro frecuencias inferiores (11, 13, 16 y 18GHz), mientras que para 30GHz, el BEM ha sido desarrollado y construido en la Universidad de Cantabria. En conclusión, todos los

sub-sistemas del receptor (amplificadores criogénicos y BEMs) están listos para su integración final en el instrumento.

- Electrónica de control. En el IAC, se ha realizado el montaje de todas las tarjetas de este sub-sistema, que se encuentra listo para su integración en el instrumento.

- Software de control de polarímetros y adquisición de datos. En el IAC, se ha desarrollado una primera versión del software de control y adquisición de datos. El sistema permite la sincronización con un tiempo único, de los movimientos de los motores, la adquisición de datos y el movimiento del telescopio. Este software ha sido probado en los talleres del IAC con un prototipo de un motor. Además, se han usado los BEM de baja frecuencia para verificar el funcionamiento del sistema de adquisición, y disponemos de datos crudos de la respuesta del BEM.

- Pipeline de procesamiento de datos. Se han definido y desglosado los sub-paquetes de trabajo involucrados en la pipeline de QUIJOTE, y han sido distribuidos entre los distintos nodos del consorcio. Entre los paquetes más relevantes, destacan: 1) Modelo de instrumento, 2) modelo de apuntado; 3) calibración - metodología; 4) calibración - software; 5) diseño de pipeline; 6) implementación de la pipeline; 7) construcción de mapas; 8) separación de componentes; 9) estimación de espectro de potencias; 10) parámetros cosmológicos; 11) simulador de QUIJOTE; 12) selección de la estrategia de observación. En este año, se ha avanzado significativamente en todos ellos. En concreto, en el IAC se han cerrado prácticamente los puntos 1, 2, 3, 5, y 6, y se ha avanzado significativamente en los puntos 9, 10, 11 y 12.



Imagen del primer instrumento en el útil de manejo que se ha fabricado en IDOM. Se muestra también el compresor (en el suelo, junto al instrumento).

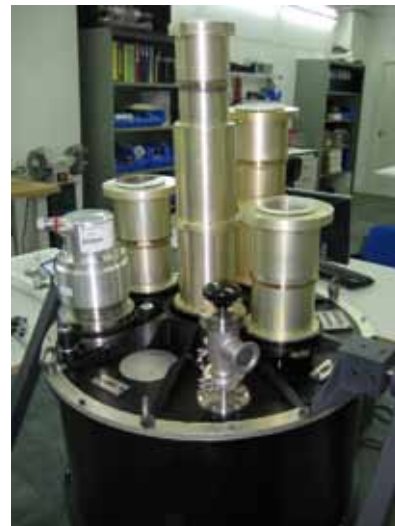
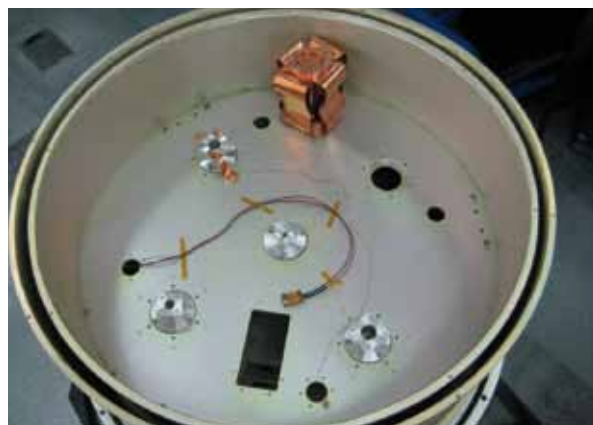
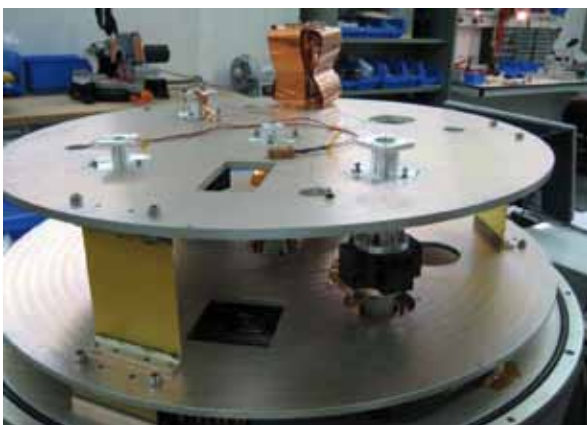
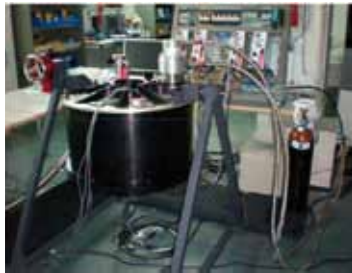


Imagen del criostato en los talleres de IDOM.

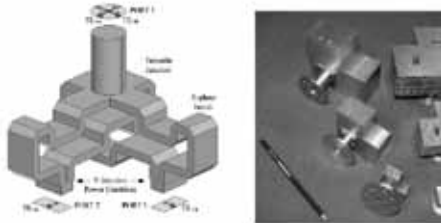


Interfaz entre las fases de 80 K y 20 K dentro del criostato.

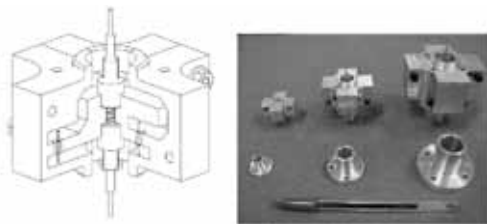
Izquierda: Placa de 20K. Centro: Uno de los motores. Derecha: Conjunto rotatorio integrado (OMT + modulador + motor).



Pruebas de vacío del criostato del primer instrumento en la sede de IDOM.

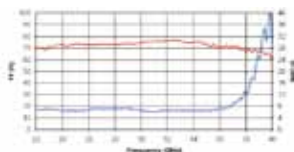


OMTs del primer instrumento. Diseño (izquierda) y componentes finales (derecha).



Moduladores.

Diseño (izquierda) y componentes finales (derecha).



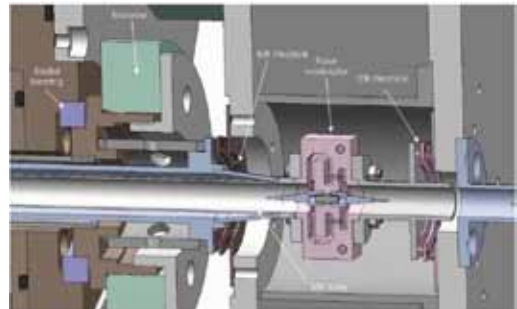
"Insertion gain" (línea roja) y temperatura de sistema (línea azul) de uno de los amplificadores criogénicos (LNAs) del primer instrumento QUIJOTE, para la banda de 26-36GHz. Como puede verse, la temperatura de sistema es aún mejor que la especificación (20K) para esta banda.

Segundo Instrumento (MFI)

Durante este año 2009 se ha concluido el diseño detallado del segundo instrumento, que constará de 15 polarímetros funcionando a 30GHz. No obstante, la fabricación de los subsistemas se ha pospuesto hasta 2010, una vez que el primer instrumento este operativo.



Izquierda: Posible configuración del plano focal del segundo instrumento. Derecha: Diseño detallado del criostato del segundo instrumento.



Sección de una cadena rotatoria del segundo instrumento, mostrando los interfaces de 80K y 20 K.



Diseño detallado de uno de los 15 polarímetros para el segundo instrumento.

EL UNIVERSO LOCAL

ESTUDIOS CINEMÁTICOS, ESTRUCTURALES Y DE COMPOSICIÓN, DE LOS MEDIOS INTERESTELARES E INTERGALÁCTICOS (310386)

J.E. Beckman.

J. Font Serra y S. Comerón Limbourg.

Colaboradores del IAC: E. Casuso Romate y C. Giammanco.

L. Gutiérrez Albores (UNAM, México); A. Zurita (Univ. de Granada); M. Relaño (Univ. de Cambridge, Reino Unido); A. Cardwell (Open Univ., Reino Unido); P. Erwin (Max-Planck Institut für Astrophysik, Alemania); K. Fathi, J. Blasco (Univ. de Estocolmo, Suecia); Brinks (Univ. de Hertfordshire, Reino Unido); M. Pohlen (Univ. de Cardiff, Reino Unido); O. Hernández (Univ. de Montreal, Canadá); J.-L. Gach, P. Balard (Obs. de Marsella, Francia); P. James (Univ. John Moores Reino Unido); I. Martínez-Valpuesta (Max-Planck Institut für Astronomy, Garching, Alemania).

Introducción

El objetivo principal de este Proyecto es estudiar la evolución de las galaxias y de su estructura, con énfasis en el papel desempeñado por el medio interestelar, e intergaláctico, y su interacción con la población estelar de la galaxia. Se comenzó hace más de 20 años con estudios muy detallados del medio interestelar cerca del Sol, pero han ido ampliando su alcance progresivamente hasta llegar en la actualidad a las galaxias distantes. Actualmente el Proyecto abarca estudios sobre el propio medio interestelar, la física estelar y su contribución a la física de galaxias, la estructura de las galaxias cercanas, el medio intergaláctico, y aspectos cosmológicos relacionados al progreso de la formación estelar durante escalas de tiempo cosmológico. Las líneas guías del Proyecto se pueden definir como: el uso de

fotometría, tanto en líneas espectrales como en el continuo, para dilucidar la estructura interna de las componentes bariónicas de las galaxias, y el estudio dinámico y morfológico de las componentes de gas y de estrellas mediante técnicas cinemáticas.

La primera línea proporciona información sobre el medio interestelar y sobre la distribución del gas, más polvo, dentro y fuera de las galaxias. Recientemente también se ha explorado la estructura de las partes más exteriores de las galaxias mediante fotometría de alta precisión, un estudio que sigue dando resultados que van en contra a partes de la sabiduría convencional sobre la estructura de las galaxias, y crea dudas sobre los conceptos básicos de esta estructura. Estamos enfocando esta línea de investigación hacia galaxias en el universo más lejano, encontrando pistas cuantificables y de bastante interés sobre la historia del ensamblaje de las galaxias con disco.

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

Para mejorar nuestra posibilidad de adquirir datos relevantes, durante el año 2009 se ha colaborado con colegas de la Universidad de Montreal, del Observatorio de Marsella y Observatorio de la Universidad de Estocolmo para utilizar un nuevo instrumento de espectroscopia bidimensional. El uso de este instrumento (GHaFaS) ha permitido obtener campos cinemáticos del gas ionizado en galaxias completas. Esta posibilidad está ampliando el alcance de la parte cinemática del Proyecto, con aplicaciones como la

**MEMORIA
IAC 2009**

63

interacción de las estrellas masivas con su gas placental, el flujo de gas hacia los agujeros negros en los centros de las galaxias y el desarrollo de estructura (barras, brazos, bulbos) con las pistas dinámicas relevantes.

Hitos

La medición de la masa de hidrógeno neutro en la nube de alta velocidad "Complejo H", llegando en colisión con el gas del plano de la Vía Láctea. Se han revisado estimados previos, aumentándolos por casi un factor 10. La nube tiene una masa de casi diez millones de masas solares de HI, y es la nube HVC más masiva medida en nuestro entorno. Se encontró evidencia cinemática de la interacción de la nube con el gas de la Galaxia, en concreto del frenado del gas en la cabeza de la nube, y de la ablación de partes de su cola.

El establecimiento del método Tremaine-Weinberg para medir las velocidades de los patrones de ondas de densidad en las barras y los discos de las galaxias espirales usando la emisión del gas ionizado. Estas velocidades son importantes porque la teoría de la estructura de las galaxias como objetos bariónicos en halos de materia oscura conlleva como consecuencia el frenado de las barras mediante la fricción dinámica con el halo. Nuestros resultados indican que las velocidades de patrón de las barras son rápidas, que no es fácil de explicar según el modelo estándar de cosmología. Un paso necesario será confirmar que el método es totalmente fiable, comparando los resultados con medidas hechas con la componente estelar de las barras y los discos.

El establecimiento de la presencia de una fracción alta (más de 30%) de antitruncamientos en los discos de las galaxias tempranas sin barra.

MEMORIA
2009 IAC

64

Evolución del Proyecto

Durante 2009 se ha progresado en tres frentes: la morfología global de las galaxias medida vía sus perfiles de luz, la estructura interna de las galaxias medida vía sus elementos estructurales, y la dinámica interna de las galaxias medida vía su cinemática interna.

Perfiles de luz

Se han comparado los perfiles de luz de galaxias cercanas en el NUV (ultravioleta cercana) usando datos de GALEX, con los perfiles a valores de z creciente, hasta un límite práctico de $z = 1$ impuesto por las propiedades de las imágenes del HST. Se ha encontrado una ligera expansión en el tamaño promedio de la emisión NUV de los discos que tienen masas iguales durante este periodo (la segunda mitad de la vida del universo), pero los discos han caído en brillo superficial por un factor 4 en NUV y 2.5 en el azul (banda B) durante este periodo. El brillo central de las galaxias, medida en unidades del brillo promedio del disco, ha subido entre $z = 1$ y $z = 0$, implicando una acumulación de masa estelar en el centro, presumiblemente formando bulbos y pseudobulbos. Hay truncamientos en muchos de las galaxias en el NUV, y las poblaciones estelares son más azules alrededor del radio de truncamiento, implicando más formación estelar reciente en ese radio que, sin embargo ha migrado hacia fuera entre $z = 1$, y $z = 0.2$. Se ha completado el estudio de los perfiles de los discos de las galaxias cercanas, cumplimentando la parte previa de las galaxias barradas con un nuevo estudio de galaxias sin barras, ambas muestras de galaxias tempranas, tipos S0-Sa. Encontramos una tasa elevada de galaxias con discos sin truncamientos, o con declive de brillo puramente exponencial, o con antitruncamientos. Aunque una explicación de los antitruncamientos puede ser, en principio, la interacción con compañeras, en la mayoría de los casos no hay evidencia de compañeras. Estamos en una colaboración teórica para encontrar una explicación al fenómeno, que hasta la fecha no tiene explicación fundada (R. Azzollini, y J.E. Beckman, en colaboración con I. Trujillo e I. Martinez, P. Erwin y L. Gutiérrez).

La estructura interna de las galaxias

Una fase de este trabajo se ha hecho también con los perfiles de luz. Se trata de la detección de los bulbos, o mejor dicho la detección de la ausencia de bulbos en galaxias previamente clasificadas como tempranas (de S0 a Sab). La primera parte

del trabajo se hizo durante 2009, la parte puramente morfológica, encontrando que en una muestra de 130 galaxias con imágenes del HST solamente 12% realmente tienen bulbos clásicos esferoidales sin estructuras. 63% tienen estructuras dentro del “bulbo” en la forma de discos y brazos espirales, barras o anillos, una fracción menor ni si quiera tienen un bulbo real, mientras otras tienen bulbos mucho más pequeños que su clasificación morfológica previa nos indica. Las galaxias con estructura dentro de la zona del bulbo tienen, en general brazos y otras estructuras en la parte exterior. En algunos casos, la forma del perfil de brillo permite concluir con claridad la presencia o la ausencia del bulbo, y en el primer caso su tamaño. Sin embargo, para obtener información más completa hará falta estudios cinemáticos que pueden ser capaces de distinguir entre movimiento soportado por el efecto centrífugo, característico de los discos, y movimiento soportado por presión, característico de los bulbos reales. (L. Gutiérrez, y J.E. Beckman, con la colaboración de P. Erwin, A. Tamm, y L. Abramson).

Otro estudio esencialmente morfológico ha sido la preparación de un atlas de anillos nucleares en las galaxias, el estudio más completo de su tipo hasta la fecha, cubriendo 113 anillos en 107 galaxias (es decir en 6 de las galaxias hay dos anillos circumnucleares). La conclusión básica es que un 20% de galaxias con discos contienen anillos de este tipo. Los tamaños están en el rango de unas decenas de pc hasta un par de kpc. Su elipticidad varía entre 0 y 0.4. Anillos cuya emisión está dominada por el polvo interestelar predominan en las galaxias elípticas, y anillos cuya emisión está dominada por la presencia de formación estelar predominan en las galaxias con disco. En las galaxias barradas las barras más fuertes producen anillos más pequeños. La existencia de los anillos está vinculada con la presencia de resonancias dinámicas dentro de la galaxia. Un trabajo estrechamente conectado con el de los anillos se ha llevado a cabo vinculando la fuerza de la barra de una galaxia con

la curvatura de las calles de polvo que la cruzan. Se ha verificado la predicción teórica que cuanto más fuerte la barra menos curvadas son las calles de polvo. Pero en el curso del trabajo se ha ideado una nueva medida de la fuerza de la barra que es una combinación de un parámetro inventado, y usado tradicionalmente, para medir la componente tangencial de su campo de gravedad, con una función puramente geométrica: la razón de las longitudes de sus ejes mayor y menor. La conclusión sale que la curvatura de las calles de polvo no depende ni del disco ni del bulbo, ni del halo de una galaxia, sino solamente de su barra. (S. Comerón, J.H. Knapen, J.E. Beckman, colaboración con I. Martínez; el Proyecto se lleva conjuntamente entre este Proyecto y el de J.H. Knapen a 50% cada proyecto).

Cinemática interna de las galaxias y sus componentes

La contribución más importante durante 2009 fue la realización mediante el instrumento GHaFaS, construido dentro del marco del Proyecto, de un método de obtener la velocidad del patrón de las ondas de densidad en galaxias con discos, que ofrece mucho más precisión que los métodos tradicionales, y se puede aplicar a un rango mucho más amplio de galaxias en general. Mediante la emisión del gas ionizado de los discos se derivó la velocidad del patrón de diez discos, multiplicando por dos el número de valores disponibles en la literatura. En general se descubrió que esa velocidad corresponde a sistemas en rotación más o menos rápida, que implica un efecto reducido del frenado de las barras mediante la interacción con el halo de materia oscura.

**MEMORIA
IAC 2009**

Esta medida está en parcial disconformidad con los modelos actuales de la formación y la evolución de los discos en el marco del modelo estándar de evolución cósmica (Λ CDM). Sin embargo, no representa un desafío absoluto a los modelos, sino marca la necesidad de mejoras importantes en la incorporación de los procesos de formación estelar en gran escala y la formación de estructura galáctica en el modelo global.

65

Se analizó en profundidad la cinemática interna de la población de regiones HII en la galaxia M83, basado en un mapa tridimensional con GHaFaS.

Se han confirmado dos resultados obtenidos en otras galaxias mediante técnicas comparables: (a) La variación de la velocidad de dispersión con la luminosidad de las regiones HII muestra que en general no están en equilibrio virial. (b) La envoltura inferior en dispersión está bien marcada. Suponiendo que esta envoltura marca la línea de equilibrio virial, su pendiente no está conforme con las predicciones de los modelos más simplistas, pero puede confirmar la hipótesis de escape significativo de fotones ionizantes de las regiones. (c) La pendiente de la envoltura muestra un cambio fuerte a la luminosidad logarítmica de 38.5 dex (en erg/seg) en $H\alpha$, el punto de cambio de la pendiente de la función de luminosidad, conocido como el punto de Stromgren. Estos resultados se publicaran después de llevar a cabo durante 2010 trabajos de modelización. (J. Font con J.E. Beckman, en colaboración con I. Martínez, K. Fathi, A. Lundgren, J. Blasco, O. Hernández, C. Carignan y L. Gutiérrez).

Evolución de las galaxias vía el crecimiento de gas intergaláctico

Se investigó la presencia de nubes de gas intergaláctico alrededor de galaxias dentro de 10 Mpc de nosotros, en colaboración con el equipo que ha hecho el cartografiado THINGS de HI en esas galaxias. El resultado fue el descubrimiento de nubes de alta velocidad alrededor de 4 de la muestra de 30 galaxias. También se ha producido un nuevo mapa de la nube de alta velocidad (HVC) Compex H que se esta cayendo sobre la Vía Láctea, obteniendo nuevos valores más rigurosos de su masa y su interacción con el gas del plano Galáctico. Mediante estos nuevos datos se ha comprobado que la fracción de las galaxias con HVC predecible con la sensibilidad de THINGS es consistente con nuestras detecciones, es decir que dentro de los límites de nuestro trabajo, hay HVC alrededor de todas las galaxias del tamaño de la Vía Láctea. Este es un paso

útil a la hora de entender la evolución de las galaxias con disco del tamaño de la Vía Láctea durante la segunda parte de la vida de los discos (del orden de 5 o más Gaños). (V. Buenrosto y J.E. Beckman, E. Brinks y J. Lockman).

FORMACIÓN Y EVOLUCIÓN DE GALAXIAS: OBSERVACIONES INFRARROJAS Y EN OTRAS LONGITUDES DE ONDA (311086)

**I. Pérez Fournon.
N.D. Castro Rodríguez, A. Cava y P. Ferrero.**

Colaborador del IAC: A. Afonso Luis.

Principales grandes colaboraciones en las que participa el grupo: Spitzer SWIRE internacional; Spitzer SERVS internacional; Herschel SPIRE internacional; Herschel-ATLAS internacional; Herschel/PACS internacional; SPICA/SAFARI internacional; WINGS internacional.

Introducción

El grupo desarrolla varios proyectos extragalácticos en diferentes rangos del espectro electromagnético utilizando satélites espaciales y telescopios en tierra para estudiar la evolución cosmológica de las galaxias y el origen de la actividad nuclear en galaxias activas. Los proyectos principales son: a) "The Spitzer Wide-Area InfraRed Extragalactic Survey (SWIRE)", uno de los mayores proyectos llevados a cabo con el telescopio espacial infrarrojo Spitzer de NASA; b) estudios de gran campo y profundos con el Observatorio Espacial Herschel utilizando tiempo garantizado de los consorcios SPIRE y PACS y un "Key Project" en tiempo abierto, el Proyecto Herschel-ATLAS; c) estudios de galaxias cercanas con el Observatorio Espacial Herschel utilizando tiempo garantizado del Consorcio SPIRE; d) el Proyecto "SERVS: the Spitzer Extragalactic Representative Volume Survey", uno de los nuevos grandes

proyectos del tipo “Exploratory Science” de Spitzer; e) observaciones de seguimiento espectroscópico con el telescopio GTC y otros grandes telescopios de galaxias distantes seleccionadas en el infrarrojo y en ondas mm/Subm.; y f) participación en el desarrollo de instrumentación para el Observatorio Espacial Herschel ESA y para el telescopio espacial infrarrojo japonés SPICA, recientemente seleccionado como una de las posibles misiones de tamaño medio del programa Cosmic Vision de ESA.

Hitos

Las contribuciones principales del Proyecto en 2009 han sido la participación en la verificación científica de los instrumentos PACS y SPIRE del Observatorio Espacial Herschel y el análisis científico de los primeros resultados obtenidos en los “Key Projects” de Herschel en los que participa el grupo. En diciembre de 2009 se presentaron los resultados iniciales de estas investigaciones en el Workshop “Herschel Initial Results”, que tuvo lugar en la Universidad Politécnica de Madrid. El grupo participó en las presentaciones de resultados de los proyectos:

- The Herschel Multi-tiered Extragalactic Survey (HerMES): Measuring the Infrared Galaxy Formation History of the Universe.
- PACS Evolutionary Probe (PEP) - A guaranteed time key programme survey of the extragalactic sky.
- Herschel-ATLAS.
- Physical Processes in the Interstellar Medium of Very Nearby Galaxies.
- The ISM in Low Metallicity Environments: Bridging the Gap Between Local Universe and Primordial Galaxies.
- The Herschel Reference Survey.

Evolución del Proyecto

Las actividades principales del Proyecto durante 2010 han sido:

Explotación científica del cartografiado infrarrojo SWIRE (realizado con el telescopio espacial infrarrojo Spitzer de la NASA y con otros telescopios).

Preparación de los programas científicos de tiempo garantizado de los Consorcios SPIRE y PACS del Observatorio Espacial Herschel y del Proyecto Herschel-ATLAS.

- Reducción y análisis de los primeros resultados de las observaciones de varios “Key Projects” llevadas a cabo durante la fase de “Demostración Científica” de Herschel.
- Preparación del programa científico del Proyecto SERVS (un cartografiado de gran área que se está realizando con el telescopio espacial infrarrojo Spitzer de la NASA y con otros telescopios). Análisis de los primeros resultados de SERVS.
- Desarrollo detallado del instrumento SAFARI para el telescopio espacial infrarrojo japonés SPICA, dentro del programa Cosmic Vision de ESA. SPICA ha sido una de las misiones seleccionadas por ESA como posible futura misión de tipo medio. Se participa en el consorcio internacional (formado por varios países europeos, Japón, Canadá y EEUU) que está diseñando el instrumento SAFARI de SPICA, que operará en el infrarrojo lejano.
- Preparación de proyectos extragalácticos a realizar con el telescopio GTC, principalmente relacionados con cartografiados extragalácticos infrarrojos realizados con telescopios espaciales.

GRUPO DE ESTUDIOS DE FORMACIÓN ESTELAR GEFE (310192)

C. Muñoz-Tuñón.

J. Sánchez Almeida, J. Méndez Abreu, A.M. Varela Pérez, J.M. Rodríguez Espinosa, N. Caon, J.A. López Aguerri, P. Lagos Lizana, I. Drozdovsky y A.B. Morales Luis.

MEMORIA
IAC 2009

67

Colaborador del IAC: I. Martínez Delgado.

R. Amorín Barbieri (IAA, Granada); A. Monreal (ESO, Alemania); L.M. Cairós (Postdam, Alemania); G. Tenorio Tagle, S. Silich, D. Rosa (INAOE, México); J. Palous,

R. Wunsch (Academia de Ciencias-Rep. Checa); P. Planesas (OAN, Madrid); E. Simmoneau (IAP, Francia); A. Moiseev (SAO-Rusia); M.L. García Vargas (Fractal SLNE, Madrid); M. Huertas Company (EPIC, Francia); C. Ramos Almeida (Univ Sheffield, R.U.); N. Levenson (Gemini S., Chile), equipo ESTALLIDOS (<http://www.iac.es/project/GEFE/estallidos/>)

Introducción

El Proyecto interno GEFE se encuentra totalmente enmarcado en el Proyecto coordinado, ESTALLIDOS, financiado por el Plan Nacional desde el año 2001. El equipo en el IAC fue impulsor y coordina (C. Muñoz-Tuñón) la colaboración desde el principio (ahora ESTALLIDOS está en su 3ª edición).

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

de objetos sustancialmente para realizar, además de los estudios detallados en las muestras propias, un uso masivo de bases de datos que nos permitirán alcanzar resultados muy robustos estadísticamente.

Hitos

Se ha encontrado una evolución temporal en la que las galaxias de alto-z exhibirían primero un intenso brote de formación estelar, a lo que seguiría la formación de un Agujero Negro Supermasivo. Ambos procesos compiten por el material existente, prevaleciendo el AGN, que cortaría la formación estelar. Acabado el material la actividad nuclear también de desvanecería quedando una galaxia roja inactiva. (*Astronomical Journal*, 137, 179-198- 2009).

El impacto de la formación estelar cúmulos estelares masivos sobre el medio interestelar de la galaxia anfitriona es (a) fundamental y (b) desconocido. En particular un problema importante es como sobreviven las regiones HII compactas alrededor de cúmulos estelares masivos y muy energéticos. Se estudió en detalle un conjunto de cúmulos rodeados de regiones HII compactas; las condiciones necesarias para que existan son (a) que estén rodeadas por un medio interestelar de alta presión que las confine y que (b) gran parte de la energía mecánica generada por las explosiones de supernovas y los vientos de las estrellas del cúmulo no se transmitan al medio circundante; ha de ser transformada en radiación y re-emitida (el material dentro del cúmulo colisiona y se enfría). Nuestros modelos indican que es muy poca (menos del 10%) la energía mecánica se transmite al medio interestelar, mucho menor al valor canónico que sale en los modelos clásicos, como por ejemplo starburst99. Es un resultado importante que cambia el paradigma de la formación de vientos y supervientos galácticos al bajar la cantidad de energía mecánica "útil" para empujar al medio interestelar. (*Astrophysical Journal*, 700, 931-936, 2009).

Se ha caracterizado de forma precisa usando modelos de Sersic bidimensionales

las galaxias anfitrionas en 20 galaxias compactas azules (BCG). Tienen bajos índices de Sersic característicos de espirales, radios efectivos del orden de 1- 2 kpc, altos brillos superficiales, y son más compactas que los otros tipos de galaxias enanas. Las galaxias anfitrionas mayores tienen brotes de formación estelar mayores. El contenido en masa bariónica es normal, y son más ineficientes produciendo estrellas que las galaxias irregulares enanas. (*Astronomy & Astrophysics*, 501, 75-88, 2009).

La metalicidad de las galaxias precursoras de Blue-Compact-Dwarf (BCD) parece ser mayor que la de las BCDs mismas. Esto plantea un problema serio; implicaría que un brote de formación estelar reduce la metalicidad de la galaxia. El problema desaparece si se considera que las medidas de metalicidad están sesgadas, y no son representativas de las galaxias como un todo. Dan cuenta de las propiedades de una pequeña parte del gas galáctico probablemente muy contaminado. Las escalas de tiempo en los que esto sucede, y el grado de contaminación esperable, concuerdan con lo medido en BCDs y sus precursoras. (*Astrophysical Journal*, 698, 1497-1514, 2009).

Evolución del Proyecto

El Proyecto se ha desarrollado siguiendo el esquema planificado en el que se han hecho avances y aportaciones en un conjunto de temas.

Se ha avanzado en el modelado de las galaxias anfitrionas de las conocidas como Galaxias Compactas Azules.

También se ha aplicado la metodología desarrolladas para objetos individuales, basada en observaciones robustas y resultados bien contratados a la muestra de Sloan. El análisis de la base de datos de Sloan está proporcionando resultados importantes y con significado estadístico.

Se avanzó en el modelado de la retroalimentación de la formación estelar en

galaxias. En particular se está estudiando la evolución hidrodinámica de super cúmulos esterares masivos. El enfriamiento del material procesado por las estrellas (vientos y explosiones de supernovas) dentro del volumen del cúmulo es un factor decisivo. Implica que el balance energético neto puede cambiar drásticamente moviéndose desde soluciones clásicas tipo viento (las estándar y ya conocidas) hasta casos extremos en sistemas muy masivos que podrían retener el material y la energía procesada por las estrellas masivas del cúmulo en su evolución. Explorar los parámetros de los modelos y aplicarlos a casos observacionales ha sido una tarea en el Proyecto con importantes resultados.

Se está haciendo uso de nuevas técnicas disponibles (IFUS) en telescopios como el de 3.5 m de Calar Alto, Gemini y VLT para analizar el detalle de la formación estelar de las galaxias starburts en 2D. Preocupa el proceso de mezcla de los metales en el ISM y la relación entre los parámetros del gas ionizado y la galaxia. El estudio se lleva a cabo en galaxias diversas, algunas de ellas a alto z y muy poco metálicas. La muestra para estos estudios incluye también objetos más próximos de baja metalicidad.

Se ha seguido buscando la relación de la formación estelar con la actividad nuclear. Se han hecho estudios detallados en galaxias, que incluyen la modelización teórica del material toro hasta la extensión de los estudios de galaxias individuales a muestras de galaxias a alto desplazamiento al rojo.

Se están buscando nuevos objetos en los que se den condiciones extremas de formación estelar. Para ellos se están recopilando candidatos a galaxias Lyman Alfa y buscando objetos con formación estelar extrema en los campos de UHDF y COSMOS.

Se ha intentado optar a tiempo ESO-GTC, participando en propuestas lideradas por otros y liderando propuestas nosotros mismos.

En particular se intenta aprovechar la potencia de OSIRIS con los filtros sintonizables para caracterizar la formación estelar y su impacto con la galaxia anfitriona en una muestra completa de galaxias cercanas. El Proyecto LUS (Local Universe Survey) no ha obtenido tiempo ESO-GTC pero si disponemos de observaciones técnicas que están siendo usadas para evaluar la viabilidad del Proyecto (precisión de los parámetros con Osiris TF) así como desarrollar los algoritmos de reducción y análisis de datos GTC-OSIRIS. Presentaremos la propuesta nuevamente incorporando los resultados ya obtenidos.

También se han obtenido tiempo en el telescopio GTC para observar protogalaxias a alto z en el campo de COSMOS. Este Proyecto en colaboración con N. Scoville no ha podido ser realizado por problemas instrumentales de OSIRIS. Esperamos que una vez OSIRIS funcione según especificaciones pueda realizarse.

Asimismo, se obtuvo tiempo GTC/OSIRIS con la propuesta 197-GTC82/10A: "Comparing the Redshift Evolution of Ly- α Emitters in the Virgo Cluster field".

En la propuesta solicitamos imagen con TF y filtros anchos y espectroscopia multiobjeto. La propuesta fue aprobada y obtuvimos 12 de las 36 horas solicitadas. Actualmente se está trabajando en la preparación de la fase II.

Se optó a tiempo en los telescopios de Chile en Paranal (VLT), en particular, obtuvimos para el periodo 83A tiempo VLT/VIMOS con la propuesta titulada "Ly- α luminosity function: Spectroscopic Confirmation of Ly- α Emission-Line Galaxies in the Virgo Cluster field", program ID 383.A-0392 Se ha realizado solamente parte del programa, 180sec pre-imagen y 2.3 h. para espectroscopia (LR azul). Los datos están siendo analizados. Se ha vuelto a enviar la propuesta al VLT con el mismo caso científico, pero haciendo uso de la red de mayor resolución espectral con FORS2, y fue rechazada.

POBLACIONES ESTELARES EN GALAXIAS (310394)

A. Aparicio Juan.

R. Carrera Jiménez, A. del Pino Molina, S.L. Hidalgo Rodríguez, M. Monelli, C. Gallart Gallart, I. Drozdovsky, E. Bernard, A. Marín Franch, P.I. Meschin, y A. Rosenberg González.

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

Introducción

El objetivo general del Proyecto es el estudio de la estructura, historia evolutiva y proceso de formación de galaxias a través de sus poblaciones estelares resueltas, tanto a partir de fotometría como espectroscopia. 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 al 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 cinco líneas principales:

Galaxias enanas: poblaciones estelares y estructura primordial

Las galaxias enanas surgen de forma natural como los primeros objetos en formarse según el modelo estándar de

universo dominado por materia oscura fría y parámetro cosmológico (Λ -CDM). 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. Un objetivo fundamental es la determinación de historias de la formación estelar (HFE) detalladas y extendidas a toda la historia evolutiva de la galaxia. En este contexto, estamos analizando una serie de diagramas color-magnitud (DCM) muy profundos obtenidos con la cámara ACS en el HST para cinco galaxias enanas aisladas del Grupo Local (Proyecto LCID; P. ID: 10505, IP Gallart: 97 órbitas). Otro, es el estudio de los registros fósiles de su formación inicial, tales como estructuras extendidas constituidas por una población estelar vieja, la distribución de velocidades de sus estrellas individuales, o los gradientes de sus poblaciones estelares. Finalmente, con la entrada de funcionamiento del telescopio GTC, planeamos iniciar la obtención de metalicidades espectroscópicas de estrellas RGB, que trazan poblaciones de todas las edades en estas galaxias.

M33: poblaciones estelares y estructura de una galaxia espiral

Las galaxias espirales son mucho más complejas que las enanas y, según el modelo estándar de Λ -CDM, se habrían formado por la sucesiva incorporación (“merging”) de enanas a una protogalaxia inicialmente pequeña. Presentan estructuras cinemáticamente diferenciadas y formadas en diferentes estadios evolutivos como disco y halo. La caracterización detallada de las

propiedades de ambas es fundamental para la comprensión de la formación y evolución de las galaxias espirales.

En el Grupo Local sólo hay tres galaxias espirales: la Vía Láctea, M31 y M33. Ésta última presenta unas condiciones muy favorables para su estudio en detalle, que es el objetivo de esta línea. El ángulo entre su plano de simetría y el del cielo es pequeño, por lo que está prácticamente “de cara”. Esto facilita su observación porque el enrojecimiento diferencial, la distancia diferencial y la mezcla de subestructuras en una misma imagen son limitados. Por otra parte, está lo suficientemente cerca como para poder observar sus estrellas resueltas con detalle y lo suficientemente lejos como para que la observación de amplias muestras de estrellas sea posible.

Nuestro objetivo es el estudio de la distribución espacial de sus poblaciones estelares en el disco y el halo, incluyendo la relación edad-metalicidad y llegando hasta las regiones más externas de la galaxia. Para ello nos basaremos en diagramas color-magnitud para obtener historias de formación estelar; la distribución de variables RR-Lyr para la distribución de la población estelar más vieja, y medidas espectroscópicas del triplete del Calcio de estrellas resueltas para obtener la relación edad-metalicidad.

Formación y evolución de las Nubes de Magallanes

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

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

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

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, U. de Florida) en el que participan miembros del grupo (Aparicio, Marín Franch y Rosenberg). Se está llevando a cabo un ambicioso programa de investigación que está permitiendo la determinación por primera vez, o con un grado de precisión sin precedentes, las propiedades de una muestra de 66 CG. Se ha dispuesto para ello de un total de 134 órbitas

con la ACS del HST. Las propiedades que se pretende determinar se refieren a las edades relativas y absolutas, función de masas estelares, binariedad, dinámica y cinemática interna de los cúmulos y potencial de la Vía Láctea. Nuestro grupo en el IAC se centra en la determinación de edades relativas y absolutas, función de masas y binariedad.

La escala de edades absolutas está siempre afectada de un error de cero dependiente de la calibración y la elección de parámetros internos de los modelos de evolución estelar. Esto hace que sea interesante recurrir a las edades relativas, que proporcionan una medida precisa de la dispersión de edades de los CG en función de metalicidad, posición y otros parámetros. La dispersión de edades da información sobre el proceso de formación de la Vía Láctea que, a su vez, está estrechamente relacionado con las condiciones iniciales del Universo que dieron lugar a la formación de estructuras. La determinación de las edades requiere de la correcta localización del "turn-off" en el DCM de cada CG, para lo que resulta imprescindible disponer de una muestra homogénea. Rosenberg et al. (1999, *Astrophysical 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-Padua el liderazgo en este tema, extendido recientemente con una nueva publicación (De Angelis et al 2005) en la que se aumenta la muestra, especialmente en el rango de alta metalicidad y las medidas (procedentes de observaciones "snap-shot" con la WFPC2 del 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 (ej. Zinn 1996; Bellazzini et al. 2003).

Diagrama color-magnitud sintético y síntesis de poblaciones

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

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

Hitos

Se ha realizado un análisis global de los resultados del Proyecto LCID en el contexto de una de las preguntas principales que lo motivaron, esto es, “la reionización que afectó al Universo en una etapa muy temprana, ¿tuvo una influencia apreciable en las historias de formación estelar tempranas de las galaxias enanas?”. Se ha llegado a la conclusión de que la reionización no tuvo una influencia sustancial en la historia de formación estelar de estas galaxias, ya que todas ellas, excepto quizás Tucana, continuaron formando estrellas después de la edad en la que se calcula que el Universo está ya totalmente reionizado ($z \sim 6$, ~ 12 Ga). En este sentido, estas galaxias no serían ‘fósiles de la reionización’, como ha sido propuesto específicamente por algunos autores (ej. Ricotti & Gnedin 2005).

Se han determinado las edades relativas de los CGs encontrando, por primera vez, la existencia de dos grupos. Este resultado indica que los CGs del halo galáctico se formaron en dos fases o procesos bien diferenciados. El primero sería compatible con un proceso rápido (< 800 millones de años) de ensamblaje del halo de la Vía Láctea. Durante este proceso se formarían los GCs más viejos. Para los más jóvenes, se sugiere que su formación tuvo lugar en galaxias satélite de la Vía Láctea que, posteriormente, fueron engullidas por ésta.

Se han analizado desde un punto de vista puramente teórico los efectos que el contenido en Helio y CNO de los CGs pudieran tener en la determinación de sus edades relativas. Los resultados obtenidos demuestran que las diferencias en edades relativas obtenidas en el trabajo anterior son realmente diferencias de edad, y no de composición química.

Se han encontrado 2 épocas de formación estelar en la Gran Nube de Magallanes, uno que va de 7 a 13 Giga-años atrás y otro más reciente de 1 a 4 Giga-años atrás. En el campo más interno se observa que esa actividad de formación estelar se extiende hasta tiempos actuales con un máximo centrado hace ≈ 0.7 Ga. La ley de metalicidad derivada guarda muy buen acuerdo con la encontrada a través de técnicas espectroscópicas (CaT, Carrera et al. 2008).

Se ha determinado la historia de formación estelar reciente de la galaxia espiral NGC 5102. Se ha encontrado un brote de formación estelar en el bulbo que se está produciendo actualmente y que ha añadido aproximadamente un 2% de la masa estelar del bulbo en los últimos 200 millones de años.

Evolución del Proyecto

Galaxias enanas: poblaciones estelares y estructura primordial

En el contexto del subproyecto LCID, se ha avanzado considerablemente en la publicación de los resultados, con dos artículos sobre la historia de formación estelar (para las galaxias Phoenix -publicado- y Cetus -enviado-), y otros dos sobre la

población de estrellas variables (para las galaxias Cetus y Tucana -publicado- y para IC1613 -aceptado-) finalizados. Dos artículos presentando la historia de la formación estelar de las galaxias LGS 3 y Tucana, así como un artículo sobre los resultados globales del Proyecto, están en avanzado estado de preparación. Los resultados principales que se han obtenido son los siguientes: en el caso de las dos galaxias esferoidales de la muestra, Cetus y Tucana, el grueso de su formación estelar finalizó hace unos 10 y 8 Ga, respectivamente. La diferencia en la edad del brote principal de formación estelar, ocurrido hace 12 y 13.5 Ga, respectivamente, es importante y significativa. En el caso de las dos galaxias de transición, LGS3 y Phoenix, la mayor parte de su formación estelar tuvo también lugar antes de hace 10 Ga, pero se diferencian de las anteriores por conservar un nivel de formación estelar residual, pero significativo, desde esa época de formación estelar inicial y hasta la actualidad. Finalmente, las dos galaxias irregulares, IC1613 y Leo A presentan historias de formación estelar dispares en su época inicial: Leo A inició el grueso de su formación estelar relativamente tarde, hace ~8 Ga, y tiene un predominio claro de población de edad intermedia, mientras que IC1613 inició su formación estelar en una época tan temprana como todas las demás galaxias de la muestra, hace ~13.5 Ga, y ha mantenido un ritmo de formación estelar aproximadamente constante a lo largo de toda su historia. La población de estrellas variables en estas galaxias son un reflejo de estas historias de formación estelar, con una gran cantidad de RR Lyrae detectadas en todas las galaxias (excepto en Leo A, donde el número es pequeño), y Cefeidas detectada únicamente en las galaxias irregulares.

MEMORIA
2009 IAC

74 Asimismo, se ha encontrado la contrapartida en la historia de la formación estelar de Tucana de los gradientes de población estelar indicados por la población de estrellas variables RR Lyrae (Bernard et al. 2008).

Se realizó un análisis global de estos datos en el contexto de una de las preguntas principales que motivaron el Proyecto, esto es, "la reionización que afectó al Universo

en una etapa muy temprana, ¿tuvo una influencia apreciable en las historias de formación estelar tempranas de las galaxias enanas?". Se llegó a la conclusión de que la reionización no tuvo una influencia sustancial en la historia de formación estelar de estas galaxias, ya que todas ellas, excepto quizás Tucana, continuaron formando estrellas después de la edad en la que se calcula que el Universo está ya totalmente reionizado ($z \sim 6$, ~12 Ga). En este sentido, estas galaxias no serían 'fósiles de la reionización', como ha sido propuesto específicamente por algunos autores (ej. Ricotti & Gnedin 2005).

Asimismo, se ha avanzado en el estudio de las variaciones espaciales de las historias de formación estelar en estas galaxias, específicamente en los casos de Phoenix, LGS3 y Tucana. En todos los casos se ha encontrado que las estrellas jóvenes y/o de edad intermedia se concentran en el centro de la galaxia, y que la edad media de las estrellas va aumentando hacia la periferia. Si las estrellas que vemos actualmente se han formado 'in situ', esto implica que la región en que la galaxia forma estrellas se 'encoge' de fuera hacia dentro a medida que la galaxia evoluciona, posiblemente como resultado de una concentración de gas preferente en las zonas centrales de la galaxia a medida que este va siendo consumido por la propia formación estelar.

Durante 2008 y 2009 se han obtenido una gran cantidad de tiempo de observación, particularmente en los telescopios VLT, Subaru y GTC (aunque en este caso, las observaciones, previstas en modo servicio, no fueron realizadas), con el fin de estudiar las poblaciones estelares y sus gradientes, con especial énfasis en la población más vieja, en un conjunto de galaxias enanas del Grupo Local (IC1613, LGS3, Cetus y NGC 6822). Este estudio se realizará a través de la caracterización de las poblaciones de estrellas variables del tipo RR Lyrae, además de otros tipos de variables de corto periodo como las Cefeidas anómalas y Cefeidas de corto periodo. Esto supone el inicio de un ambicioso proyecto en el que los telescopios GTC y VLT van a jugar un papel

clave. Durante 2009 se inició la reducción de estos conjuntos de datos.

M33: Poblaciones estelares y estructura de una galaxia espiral

Durante el semestre 2009/B estaba prevista la observación, tanto fotométrica como espectroscópica, de varios campos en M33, con el telescopio GTC equipado con OSIRIS. Las observaciones no fueron realizadas.

Formación y evolución de las Nubes de Magallanes

Se obtuvo la historia de Formación Estelar en 3 campos de la Gran Nube de Magallanes, comparando los diagramas color-magnitud observados y modelos construidos con IAC-star y que reproducen los errores observacionales. La comparación se realizó utilizando el código IAC-pop y el paquete MinnIAC, desarrollados, junto con IAC-star, por nuestro grupo de trabajo (Aparicio & Gallart 2004, Aparicio & Hidalgo 2008). Se analizaron los resultados encontrando que hay 2 episodios de formación estelar: uno hace entre 7 y 13 Ga y otro más actual hace entre 1 y 4 Ga, y que en el período comprendido entre estas 2 épocas se formaron pocas estrellas. El campo más cercano a la barra (a 4.0°) tuvo un importante episodio de formación estelar hace ≈ 0.7 Ga que llega hasta la actualidad. La ley de metalicidad derivada guarda muy buen acuerdo con la encontrada a través de técnicas espectroscópicas (CaT, Carrera et al. 2008).

Se obtuvieron 12 horas de observación en el telescopio VLT con VIMOS en modo "service" con el objetivo de obtener diagramas color-magnitud profundos (alcanzando los turnoff viejos de la secuencia principal) de 12 campos en el disco interno (hasta un máximo de tres grados del centro) de la Nube Grande de Magallanes (LMC). Hasta ahora, existían muy pocos diagramas color-magnitud a estas distancias galactocéntricas, obtenidos todos ellos con la cámara WFPC2 del HST. Contenían, por tanto, muy pocas estrellas cada uno, y ofrecían una imagen bastante incierta de la historia de formación estelar en

las partes internas de la LMC. Además, se consideraba que sólo con el HST era posible obtener diagramas color-magnitud profundos de estas zonas de la LMC por su gran densidad estelar. Nos propusimos el reto de obtener este tipo de datos desde tierra, lo que permite muestrear áreas sustancialmente más grandes, con las ventajas que esto supone en cuanto a la posibilidad de obtener muestras representativas de estrellas y la posibilidad de estudiar variaciones de las poblaciones estelares con la posición en la galaxia (ej. radio galactocéntrico y posición respecto de la barra). La clave del éxito era la posibilidad de usar el modo servicio para aprovechar los momentos de mejor "seeing" para estas observaciones. Estas se han realizado durante los últimos dos meses de este año (de hecho, se están realizando en el momento de escribir este informe), y ya se ha realizado fotometría que permite afirmar que efectivamente nuestro objetivo es alcanzable desde tierra.

Asimismo, se han obtenido tres noches de observación en el telescopio de 4 m de Cerro Tololo, con el fin de investigar las zonas periféricas de la LMC, y determinar: i) el límite externo de esta galaxia y ii) la historia de formación estelar detallada de las zonas más externas, para investigar la naturaleza del halo estelar de este tipo de galaxias (ej. ¿viejo y pobre en metales como el de la Vía Láctea?).

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

Se ha publicado en *Astrophysical Journal* el artículo principal en el que se presentan los resultados de las edades relativas de los CGs (Marín-Franch et al. 2009, *Astrophysical Journal*, 694, 1498). Al determinar las edades relativas se ha detectado, por primera vez, la existencia de dos grupos. Un grupo viejo, sin relación edad-metalicidad, y otro más joven, con una clara relación edad-metalicidad. Estos resultados son cruciales para la modelización del proceso de formación de la Vía Láctea. Este resultado indica que los CGs del halo galáctico se formaron en dos fases o procesos bien

diferenciados. El primero sería compatible con un proceso rápido (<800 millones de años) de ensamblaje del halo de la Vía Láctea. Durante este proceso se formarían los GCs más viejos. Para los más jóvenes, se sugiere que su formación tuvo lugar en galaxias satélite de la Vía Láctea que, posteriormente, fueron engullidas por ésta.

Como continuación natural de este trabajo, se han analizado desde un punto de vista puramente teórico los efectos que el contenido en He y CNO de los CGs pudieran tener en la determinación de sus edades relativas (Marín-Franch et al. 2009, *Astrophysical Journal*). Los resultados obtenidos demuestran que las edades relativas obtenidas con los métodos clásicos más utilizados, el método vertical y el horizontal, se ven fuertemente afectadas por diferencias no detectadas en el contenido de He y CNO de los CGs. Sin embargo, las edades relativas obtenidas tal y como han sido determinadas en el trabajo descrito en el párrafo anterior (utilizando un método novedoso de ajuste relativo de secuencias principales), son poco o nada sensibles a variaciones en el contenido en He y CNO. Este resultado es de gran importancia ya que refuerza fuertemente el obtenido en el estudio de las edades relativas en el sentido de que lo que observamos son realmente diferencias de edad, y no de composición química.

ESPECTROSCOPÍA BIDIMENSIONAL CON FIBRAS ÓPTICAS DE GALAXIAS ACTIVAS (310494)

MEMORIA
2009 IAC
76

**E. Mediavilla Gradolph,
B. García Lorenzo, J.A. Acosta Pulido
y L. López Martín.**

Introducción

El primer objetivo de este Proyecto es el estudio de la cinemática y de las condiciones físicas que afectan al gas y a las estrellas en las regiones centrales de galaxias. La muestra de galaxias se ha ido extendiendo

progresivamente. En la actualidad incluye objetos muy activos (QSOs, Seyferts), de actividad intermedia y baja (LINERS, starburst), y objetos no conceptuados habitualmente como activos (galaxias de tipo temprano y bulbos de espirales). También se están estudiando las propiedades de las galaxias infrarrojas ultraluminosas y de las galaxias compactas azules (BCD).

Estos estudios se fundamentan en el uso de una nueva técnica experimental basada en la utilización de fibras ópticas, que permite obtener espectros distribuidos en 2D. Para el desarrollo de esta técnica se han construido varios instrumentos que operan en los telescopios del ORM (HEXAFLEX, 2D-FIS, HEXAFLEX-II e INTEGRAL) y se sigue participando en el diseño de nuevos instrumentos, como HARMONI para el E-ELT o EDIFISE (WHT).

Hitos

Diseño (Fase A) de la preóptica y el cambiador de escala de HARMONI. HARMONI es un proyecto europeo para construir un instrumento de Primera Luz para el mayor telescopio del mundo, el "European Extremely Large Telescope (E-ELT)". La participación en el diseño conceptual de un instrumento del telescopio gigante europeo confirma que el trabajo pionero del IAC en espectroscopia 3D sigue manteniendo una proyección notable en programas instrumentales de primera línea.

Evolución del Proyecto

En colaboración con las Universidades de Granada y Complutense se ha terminado el análisis de los datos de NGC4258. El estudio de los movimientos radiales en el gas, tanto en la fase neutra como en la ionizada, la distribución del gas neutro y la detección de choques, respaldan un modelo de burbuja perturbada por el jet nuclear. Se ha enviado un artículo con estos resultados a *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.* Dentro de esta colaboración se ha comenzado la reducción y análisis de los datos tomados con INTEGRAL de M82.

También se mantienen activas las colaboraciones con la UB (espectroscopía integral de objetos Herbig-Haro), con el Observatorio Astronómico de Córdoba (espectroscopía integral de quásares) y con el AIP (espectroscopía integral de BCDs). Los estudios basados en espectroscopía integral de quásares han llevado a la publicación de dos artículos (2009, *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, 392, 1295 y 2009, *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, 398, 658).

Este año hay que destacar especialmente la participación en el diseño conceptual de HARMONI, un espectrógrafo 3D previsto como instrumento de primera luz para el telescopio gigante Europeo (E-ELT). Se ha realizado el diseño de la pre-óptica y del cambiador de escalas. También se estudió el posible uso de HARMONI para resolver la BLR combinando espectroscopía integral con otras técnicas. A finales de enero tendrá lugar la revisión del diseño.

DISTRIBUCIÓN Y DINÁMICA DE POBLACIONES ESTELARES EN GALAXIAS (310594)

**F. Garzón López.
T.J. Mahoney y A.L. Cabrera Lavers.**

Colaboradores del IAC: C. González Fernández, P.L. Hammersley y M. López Corredoira.

B. Vicente (IAA, España); M. Cohen (Univ. de Berkeley, EEUU); E. Battaner (Univ. de Granada); A Robin (Obs. de Besançon, Francia); O. Gerhard (Obs. de Basilea, Suiza); Chris Evans (ROE, Reino Unido).

Introducción

El Proyecto de estudio detallado de la población estelar 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. Debe mencionarse la incorporación de la base de datos UKIDSS/GPS a nuestros estudios.

Actualmente el trabajo observacional se centra en el estudio espectrofotométrico detallado de grupos de objetos seleccionados que permitirá avanzar en el estudio del contenido estelar específico de la Galaxia. Se pretende, además, añadir información cinemática a nuestras bases de datos para introducirnos en el estudio de la dinámica a gran escala de la Galaxia. Este trabajo es de gran importancia, en sí mismo, y en lo que significa en cuanto a la preparación de parte del programa central de observaciones de EMIR (Proyecto GALEP), en el que se participa. Adicionalmente, se está obteniendo información fotométrica más detallada de la que se dispone, con mayor resolución espacial y sensibilidad, en aquellas áreas más densamente pobladas del interior galáctico. Esta parte ha constituido el grueso de la labor del grupo en 2009.

Trabajamos además en dinámica de estructuras morfológicas principales en galaxias disco, en general, y en la Vía Láctea en particular. El objetivo principal de esta línea de trabajo es investigar la formación, pervivencia y evolución de grandes estructuras, estelares en principio, que se dan en el Universo local y que están asociadas gravitacionalmente. Durante 2009, se comenzó a estudiar las interacciones gravitacionales en sistemas barrados, tanto con barra simple como doble.

Finalmente, el grupo de investigación se ha integrado en el nodo español de GAIA con la idea de orientar parte de nuestro trabajo en el aprovechamiento científico de la misión.

Evolución del Proyecto

El Proyecto ha continuado su evolución durante 2009, si bien al ritmo lento que se va convirtiendo en habitual debido a las mismas circunstancias que en el pasado año. 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 ha sido científico asociado del telescopio GTC hasta el primer trimestre del año, y muy involucrado en el comisionado del mismo, aspecto que ha merecido toda su atención. Posteriormente, se ha incorporado, *de facto* primero y con contrato después, como científico del instrumento de EMIR, Proyecto al que ha dedicado todos sus esfuerzos. F. Garzón es IP de EMIR, el espectrógrafo infrarrojo multiobjeto del telescopio GTC, que exige una atención continuada y casi exclusiva para su desarrollo, muy lastrado por la falta de personal técnico. C. González comparte su dedicación al Proyecto con un trabajo intenso dentro del grupo instrumental EMIR, donde ha planificado la segunda calibración del detector y pruebas del sistema de lectura, además de ser miembro del grupo de astronomía y participar en labores de AIV. Además, los tres citados son miembros del grupo de Astronomía de EMIR (Cogollo) que se encarga de la definición y configuración del funcionamiento global del

instrumento, lo que se va a prolongar hasta la entrega del instrumento a la comunidad de usuarios, definiendo y controlando el correcto funcionamiento de EMIR desde el punto de vista astronómico. A. Cabrera es miembro del equipo de astrónomos de soporte del telescopio GTC y responsable del instrumento OSIRIS, con lo que su dedicación al Proyecto ha estado muy mermada en 2009.

Sin embargo, se ha avanzado en la consecución de los objetivos propuestos, que se describen a continuación. La base de datos TCS–CAIN, calibrada fotométrica y astrométricamente, está prácticamente integrada en el VO. El Proyecto se ha centrado, desde el punto de vista observacional y de análisis semiempírico, en continuar la selección para posterior caracterización espectrofotométrica de fuentes en el interior galáctico, lo que constituye la base del Proyecto GALEP, que formará parte del programa central de EMIR, y cuyo trabajo preparatorio se lleva a cabo con los medios observacionales disponibles actualmente. Este trabajo preparatorio ha constituido la base de nuestra investigación durante 2009.

EVOLUCIÓN DE GALAXIAS EN CÚMULOS (3I2404)

**J.A. López Aguerri,
R. Barrena Delgado, C. Muñoz Tuñón,
J. Méndez Abreu y C. González García.**

J.M. Vilchez, M. Moles Villamate, J. Iglesias Páramo, D. Cristobal Hornillos (IAA, Granada); B. Ascaso Anglés (Univ. de California, EEUU); M. Membrado (Univ. de Zaragoza); C. González-García (Univ. Autónoma de Madrid); M. Arnaboldi (ESO, Alemania); O. Gerhard (MPIA, Alemania); V. Debattista (Univ. de Lancashire, Reino Unido); E. M. Corsini (Univ. de Padua, Italia) R. Sánchez Janssen (ESO, Chile); L. Athanassoula (Obs. de Marsella, Francia); M. Girardi (Univ. de Trieste, Italia); W. Boschin (Fundacion TNG).

Introducción

Las galaxias pueden encontrarse aisladas, formando la llamada población de campo, o bien pueden formar parte de asociaciones de galaxias que van desde pequeños grupos hasta cúmulos y supercúmulos de galaxias muy masivos. Uno de los retos de la Astrofísica moderna es conseguir una teoría que explique satisfactoriamente la evolución de las galaxias. Dicha teoría debe de explicar también las posibles relaciones entre la evolución galáctica y el entorno. Los cúmulos de galaxias son entornos de muy alta densidad donde las galaxias interactúan unas con otras y con el gas intracumular caliente (ICM). Además, la dinámica de los cúmulos está dominada por la alta densidad y cantidad de materia oscura presente en los mismos y que provoca elevados potenciales gravitatorios. Por lo tanto, los cúmulos de galaxias son sistemas complejos con múltiples componentes (galaxias, ICM, materia oscura) que evolucionan de manera acoplada. La mezcla de todas estas componentes, así como sus interacciones, hacen de los cúmulos de galaxias laboratorios ideales donde estudiar una gran variedad de fenómenos que provocan que la evolución de galaxias en estos entornos de alta densidad sea muy diferente a la de las galaxias de campo.

Es bien conocido desde las primeras observaciones de cúmulos, que las propiedades de las galaxias que se encuentran en entornos de alta densidad son diferentes de las que se encuentran aisladas. Probablemente la relación morfología-densidad (Hubble & Humason 1931, *Astrophysical Journal*, 74, 43; Dressler 1980, *Astrophysical Journal*, 236, 351) sea la principal evidencia observacional que apunta a una diferente evolución de las galaxias en cúmulos. Esta relación predice que la densidad local de galaxias y el tipo morfológico no son cantidades independientes, 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, formando una familia homogénea de objetos que siguen fuertes relaciones observacionales tales como el plano fundamental (Djorgovski et al. 1987, *Astrophysical Journal*, 313, 59) o la relación color-magnitud (Sandage & Visvanathan 1978, *Astrophysical Journal*, 225, 742). Por el contrario, las galaxias de tipo tardío son menos abundantes en los cúmulos, siendo dominantes en la población de campo, aún así, no están ausentes en los cúmulos, encontrándose en las regiones más externas de los mismos, donde la densidad de galaxias no es muy alta. Además, su número presenta una evolución con el redshift siendo más abundantes en cúmulos a alto desplazamiento al rojo (Dressler et al. 1997, *Astrophysical Journal*, 490, 557). Otras dos propiedades observacionales que diferencian el contenido estelar de cúmulos y campo viene dado por la presencia de las galaxias centrales luminosas (BCG; Rines et al. 2007, *Astrophysical Journal*, 665, L9) y la existencia de la luz difusa intracumular (Aguerri et al. 2005, *Astrophysical Journal*, 129, 2585). Las BCGs están íntimamente ligadas con las propiedades del cúmulo que las alberga, se localizan en el fondo del pozo de potencial cumular y además tienen luminosidades que correlacionan con la luminosidad y masa total del cúmulo. Evidencias observacionales y teóricas sugieren que estas BCGs se forman a través de fusiones de galaxias más pequeñas, en este proceso, gran cantidad de estrellas pueden ser desligadas dando lugar a la luz difusa intracumular (De Lucia & Blaizot 2007, *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, 375, 2; Murante et al. 2007, *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, 377,2). Esta componente puede dar cuenta de entre un 5% y un 25% de la luminosidad total de un cúmulo y sus propiedades están ligadas a las de las BCGs (ver Castro-Rodríguez et al. 2009, *Astronomy & Astrophysics*, 507, 621). Por otro lado, la cantidad de hidrógeno neutro (HI) presente en las galaxias con disco también representa una indicación de la diferente evolución de galaxias en entornos de alta densidad. De hecho, las galaxias presentes en entornos cumulares

presentan una deficiencia de HI en sus discos con respecto a las galaxias de campo, siendo esta deficiencia mayor cuando nos acercamos al centro del cúmulo (Solanes et al. 2001, *Astrophysical Journal*, 548, 97).

Estas diferencias observacionales entre las galaxias de campo y en cúmulos se conocen desde las primeras observaciones que se hicieron en cúmulos hacia la 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 (dominantes en campo) en tipo temprano (dominantes en cúmulos). Estos mecanismos evolutivos se pueden separar en dos categorías: las interacciones gravitatorias entre galaxias y el potencial cumular, y las interacciones hidrodinámicas entre el medio interestelar de las galaxias y el ICM. Los principales mecanismos propuestos hasta ahora son: *fricción dinámica* (Chandrasekhar 1943, *Astrophysical Journal*, 97, 255; Binney & Tremaine 1987, *Galactic Dynamics*), esta afecta a objetos moviéndose en el seno de una distribución de partículas, por tanto es efectiva en entornos de alta densidad para galaxias masivas que no orbiten a gran velocidad; *fusiones e interacciones de marea entre pares de galaxias* (Binney & Tremaine 1987), estas afectan tanto al gas, como a las estrellas y la materia oscura dependiendo de las ligaduras entre las distintas componentes; *interacciones de marea entre galaxias y el potencial del cúmulo*, estas pueden perturbar las galaxias induciendo cambios morfológicos como la formación de barras o el engrosamiento de los discos, sus efectos son mayores cuanto más masivo sea el cúmulo y cuanto más cercana al centro de este se encuentre la galaxia; *harassment* (Moore et al. 1996, *Nature*, 379, 613; Moore et al. 1998, *Astrophysical Journal*, 495, 139; Moore et al. 1999, *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, 304, 465), este se basa en el efecto combinado de multitud de encuentros cercanos de alta velocidad entre

galaxias y la interacción con el potencial global del cúmulo, sus efectos dependen de la frecuencia colisional, la intensidad de las interacciones individuales, del potencial del cúmulo y de la distribución de materia de las galaxias; *ram-pressure stripping* (Gun & Gott 1972, *Astrophysical Journal*, 176, 1; Quilis et al. 2000, *Science*, 288, 1617), esta presión de arrastre se basa en que el medio interestelar de las galaxias presentes en un cúmulo pueda ser arrancado por el ICM cuando estas pasan a altas velocidades a través de él, de esta manera se intenta explicar la transformación de galaxias espirales en lenticulares; *estrangulamiento* (Larson et al. 1980, *Astrophysical Journal*, 237, 692), este proceso se basa en que la interacción hidrodinámica de la galaxia con el ICM combinada con las fuerzas de marea del cúmulo son capaces de eliminar las reservas de gas existentes en los halos de galaxias espirales, de esta manera, se frena la retroalimentación de gas en los discos frenando la formación estelar y convirtiendo las galaxias espirales en lenticulares.

Todos estos mecanismos provocan transformaciones morfológicas en las galaxias. El objetivo de este Proyecto es entender en que entorno domina cada uno de estos mecanismos y cual/es de estos mecanismos de transformación de galaxias es el que domina la evolución de los diferentes tipos de galaxias (tanto brillantes como enanas) en los cúmulos. Cuantificar observacionalmente la eficiencia de estos mecanismos no es un tarea sencilla ya que muchos de ellos actúan a la vez, lo hacen según escalas de tiempo muy diferentes, y en regiones del cúmulo también diversas. Sin embargo, como se comentó anteriormente, hay una serie de evidencias observacionales que pueden ser directamente contrastadas: i) distribución morfológica de las galaxias de los cúmulos; ii) función de luminosidad; iii) luz difusa (cantidad y distribución); iv) presencia de subestructura. Estas son las cantidades que queremos medir en este Proyecto para los cúmulos de galaxias cercanos.

Este Proyecto es parte de uno de mayores dimensiones titulado "Estallidos de formación estelar", el cual tiene financiación del Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica durante el trienio 2008-2010. Estallidos es un

Proyecto coordinado cuya coordinación esta al cargo de C. Muñoz-Tuñón, y que cuenta con la participación de un amplio grupo de investigadores nacionales e internacionales. Dentro de España son 5 las instituciones que cuentan con investigadores dentro del grupo ESTALLIDOS: IAC, IAA, LAEFF, UAM y CIEMAT. El Proyecto 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.

Hitos

Evolución de los discos en entornos cumulares

Históricamente el estudio de los parámetros estructurales de galaxias ha sido una herramienta muy útil a la hora de entender sus posibles mecanismos de formación y evolución. Sin embargo, estudios detallados de grandes muestras de galaxias solo han sido posibles recientemente debido por un lado a la falta de grandes cartografiados con muestras estadísticamente significativas de galaxias, y por otro a la falta de algoritmos capaces de manejar grandes volúmenes de datos. Durante el año 2009 se concluyó el análisis exhaustivo de las propiedades estructurales de las galaxias brillantes ($M_V < -17$) en una amplia muestra de 45 cúmulos cercanos del Proyecto WINGS. Mediante ajustes bidimensionales de los perfiles de brillo superficial, realizados con el algoritmo GASP2D desarrollado dentro de este Proyecto (Méndez-Abreu et al. 2008, *Astronomy & Astrophysics*, 478, 353), se analizaron las relaciones de escala fundamentales de las galaxias en cúmulos y se compararon con las obtenidas para galaxias de campo con el fin de discernir una posible influencia del entorno. En particular, estábamos interesados en el estudio de los parámetros de las partes externas de las galaxias espirales (discos), ya que las estrellas presentes en estas estructuras son las que menos energía de ligadura tienen y las que más podrían sufrir la presencia del entorno. La principal conclusión que se derivó fue que la masa estelar es el principal parámetro que gobierna las propiedades

de los discos de galaxias en cúmulos (Ver Figura 1). Fijada la masa, el entorno no parece jugar un papel fundamental en las características de las galaxias de disco. Una posible excepción a esta tendencia la constituyen las galaxias de menor masa de nuestra muestra. Se vio que había una ausencia de discos poco luminosos y azules en las zonas más internas de los cúmulos. El hecho de que la única propiedad de los discos dependiente del entorno sea el color de los sistemas menos luminosos, mientras las propiedades estructurales se ven prácticamente inalteradas, limita de manera significativa la importancia de los mecanismos de evolución violentos (fusiones mayores, harassment) como los responsables de la evolución de las galaxias en los entornos cumulares. Por el contrario, favorece escenarios donde las interacciones hidrodinámicas en las zonas más internas son las causantes de los mayores estragos. Estos resultados fueron publicados en la tesis "Morfología y Formación estelar de las galaxias en cúmulos cercanos" realizada por R. Sánchez Janssen y presentada en el Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna el 17 de julio de 2009.

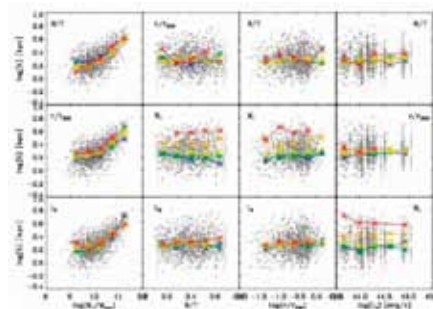


Figura 1: Relación entre las escalas de los discos y dos magnitudes intrínsecas de la galaxia (masa estelar y B/T) y dos parámetros externos relacionados con su entorno (posición dentro del cúmulo y luminosidad en Rayos-X). En cada columna de la figura los puntos grises muestran la relación de las escalas con respecto a uno de los parámetros, mientras las líneas con asterisco indican la mediana de dicha relación en intervalos constantes de los otros parámetros. En todos los casos el valor mínimo de la variable fijada esta codificado con el color azul, aumentando sucesivamente según la línea sea verde, amarilla, naranja o roja. Así, en la primera columna puede apreciarse que existe una correlación entre las escalas de los discos y la masa estelar de la galaxia independientemente del resto de parámetros. Esta tendencia es quizás más evidente en los otros paneles: una vez fijada la masa estelar, h es esencialmente independiente del resto de variables, sean estas internas o externas.

Luz difusa en Virgo

Los violentos procesos que tienen lugar durante el proceso de ensamblado de la masa de los cúmulos, pueden dar lugar a que las estrellas que en un principio estaban ligadas a galaxias individuales sean arrancadas de éstas. Este fenómeno da lugar a una componente de bajo brillo superficial llamada luz difusa, cuyo estudio nos puede dar información sobre la historia evolutiva de los cúmulos de galaxias. Durante los últimos años se ha realizado un estudio profundo de la luz difusa en el cúmulo de Virgo. En el año 2009 se publicaron los últimos resultados (Castro-Rodríguez et al. 2009, *Astronomy & Astrophysics*, 507, 621). La luz difusa se detectó mediante la observación de nebulosas planetarias (PNe) localizadas en las regiones libres de galaxias del cúmulo de Virgo, de este cúmulo se observaron un total de 3.3 grados cuadrados apuntando a distintas distancias de la galaxias M87. Los campos que se encuentran más cerca de M87 ($R < 80$ arcmin) contienen la mayor parte de la luz difusa detectada. En esta región central del cúmulo de Virgo la luz difusa presenta un brillo superficial de 28.8-30 mag/arcsec², su distribución no es uniforme y representa alrededor del 7% de la luz total del cúmulo en esta zona (Ver Figura 2). A distancias mayores que 80 arcmin la luz difusa casi desaparece. Sólo se encuentra detecciones en algunos campos y en subestructuras. Para varios campos situados en las afueras del cúmulo (2-3 grados de M87) sólo se encontraron límites superiores a la cantidad de luz difusa. Estos resultados indican que la luz difusa no está homogéneamente distribuida en la zona central de Virgo y está concentrada en las regiones de Virgo con mayor densidad de galaxias, es decir la región central y determinadas subestructuras. Esto sugiere que la luz difusa se produce durante los procesos de formación de las partes centrales o de alta densidad de galaxias, indicando que existe un nexo de unión entre la formación de la luz difusa y la historia de formación de las galaxias más luminosas presentes en los cúmulos.

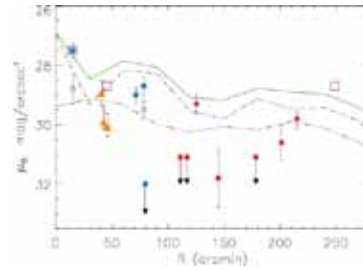


Figura 2: Medida del brillo superficial de la luz difusa en los campos de Virgo (puntos) comparados con el perfil de brillo superficial de las galaxias de Virgo promediado en anillos (líneas); las distancias radiales se midieron con respecto a M87. La línea verde representa el perfil radial de brillo superficial de la luz en Virgo de Binggeli et al. 1987. Las líneas a puntos y rayas con dobles puntos y rayas corresponden al perfil de brillo superficial asociado a galaxias gigantes y enanas respectivamente. Los puntos azules muestran el brillo superficial en los campos FCJ, Centro, SUBC y LPC. Los círculos abiertos en las posiciones de los campos FCJ y SUBC indican el brillo superficial de la luz intracumular calculada usando las nebulosas planetarias no ligadas a los halos de las galaxias. Los triángulos representan el brillo superficial de la luz intracumular basada en estrellas de la rama de gigantes rojas (Williams et al. 2007, Ferguson et al. 1998, Durrel et al. 2002). Los puntos rojos muestran el brillo superficial en los campos RCN1, LPE, SUB2, y SUB3. Las flechas indican los límites superiores para las medidas en los campos LPRX, LPS and LSF. Los cuadrado magenta indican valores promedio del brillo superficial μB a 15, 50 y 240 arcmin calculados usando las medidas de la tabla 5, de Feldmeier et al. (20004a).

Influencia del entorno en formación/evolución de la galaxias barradas

En los últimos años, la comunidad astrofísica ha realizado un gran esfuerzo en el estudio tanto de las propiedades observacionales como en el desarrollo de modelos numéricos realistas de galaxias barradas. Sin embargo, todavía no se ha conseguido entender por qué una galaxia concreta desarrolla una inestabilidad de tipo barra mientras otra aparentemente similar no la presenta. Durante el año 2009, se ha intentado investigar este problema utilizando diferentes muestras y encontrando que uno de los principales factores que históricamente apuntaban a generar estas diferencias, como es el entorno, no tiene en realidad un papel tan determinante. En el artículo publicado por Aguerri, Méndez-Abreu & Corsini, 2009, *Astronomy & Astrophysics*, 495, 491A, estudiamos una muestra estadísticamente significativa y limitada en volumen de todas la galaxias

presentes en el cartografiado SDSS entre $0.01 < z < 0.04$ y hasta una magnitud límite $M_r = -20$ (principalmente galaxias brillantes). En este trabajo encontramos diferencias significativas entre galaxias barradas y no barradas tanto con la concentración central de la galaxia como con su color, sin embargo, no encontramos ninguna diferencia con respecto al entorno local (Ver Figura 3). Estos resultados indican que la formación de las barras está fuertemente relacionada con las propiedades de la galaxia anfitriona, pero no dependen del entorno en el que se encuentren. Aunque la muestra de galaxias barradas de SDSS era estadísticamente significativa, no es la mejor muestra para medir efectos del entorno. Esto se debe a que es una muestra local en la que se ha evitado el cúmulo de Virgo. Por ello sólo una pequeña fracción de las galaxias (~10%) se encontraban en entornos que se pueden considerar de alta densidad de galaxias. Por ello, se planteó hacer el estudio sobre la influencia del entorno en la formación de barras en una muestra de galaxias situadas en el cúmulo de Coma. Aunque en este caso los resultados pueden verse afectados por el menor número de galaxias, se encontró que la fracción de galaxias barradas en función de la luminosidad para las galaxias brillantes de Coma y las de la muestra local de SDSS es similar. Además, la fracción de barras no varía significativamente cuando se observan galaxias situadas en el centro del cúmulo o en las afueras, implicando de nuevo que para las galaxias más luminosas ($M_r < -20$) la influencia del entorno no juega un papel fundamental en la formación de barras, sino que se trata de un efecto de segundo orden. Los resultados de este último trabajo se han presentado en el artículo Méndez-Abreu, Sánchez-Janssen, Aguerri, a *Astrophysical Journal*.

Evolución del Proyecto

Durante el año 2009 se han investigado varios aspectos referentes a la evolución de las galaxias en entornos de alta densidad. En particular el grupo se ha centrado en estudiar cómo afecta el entorno tanto a la evolución de determinadas estructuras

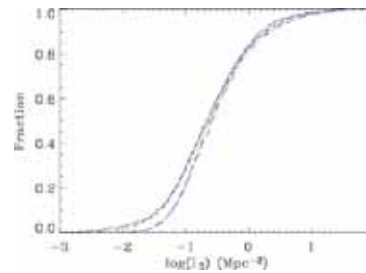


Figura 3: Distribución acumulativa de galaxias barradas (línea continua negra) y no barradas (líneas discontinua negra) en función de la densidad local de galaxias. Distribución acumulativa de galaxias barradas (línea continua azul) y no barradas (líneas discontinua azul) después de excluir las más cercanas a 7 Mpc del borde de SDSS.

galácticas (barras, discos) presentes en galaxias espirales como al origen y evolución de galaxias enanas elípticas. Además, se ha investigado el ensamblaje de la masa a distintas escalas: galácticas (dinámica de M87) y cumulares (luz difusa en Virgo, grupos fósiles y dinámica de cúmulos con emisión extensa en radio y rayos X). A continuación, se presentan los resultados que se han obtenido durante 2009 en todos estos aspectos.

Galaxias barradas

Se han seguido investigando las propiedades fotométricas de las barras localizadas en los discos de las galaxias en el universo local, y como la presencia y propiedades de estas componentes se ven influenciadas por el entorno. En el artículo publicado por Aguerri, Méndez-Abreu & Corsini, 2009, *Astronomy & Astrophysics*, 495, 491A, estudiamos una muestra estadísticamente significativa y limitada en volumen de todas las galaxias presentes en el cartografiado SDSS entre $0.01 < z < 0.04$ y hasta una magnitud límite $M_r = -20$ (principalmente galaxias brillantes). En este estudio, analizamos tanto la presencia, como las propiedades de las barras y de sus galaxias anfitrionas para encontrar relaciones entre ellas. Las principales propiedades que se estudiaron fueron: fracción de galaxias barradas, longitud de las barras, e intensidad de las barras, además estas se compararon con la morfología, tamaño, entorno, concentración central de la luz y color de las galaxias

anfitrionas. La fracción de barras que se encontró fue del 45%, valor que se encuentra en buen acuerdo con lo encontrado en otros trabajos similares. Además, se encontró una barra en el 29% de las galaxias lenticulares, el 55% y 54% de las galaxias espirales de tipo temprano y tardío son barradas, respectivamente. Las barras presentes en galaxias espirales de tipo tardío resultaron ser más cortas que las que se encontraron en galaxias de tipo temprano o lenticulares, y encontramos que existe una correlación entre la longitud de las barras y el tamaño de las galaxias. Las barras de las galaxias lenticulares resultaron ser más débiles que las presentes en las espirales y además se encontró una diferencia significativa entre la concentración central de la luz y el color entre las galaxias barradas y no barradas, encontrándose preferentemente las barras en galaxias menos concentradas y más azules. Un último punto importante que se encontró fue el hecho que no existieran diferencias entre el entorno local de galaxias barradas y no barradas, es decir, el entorno local donde viven las galaxias no es determinante en la formación de las barras. Todos estos resultados indican que la formación de las barras está fuertemente relacionada con las propiedades de la galaxia anfitriona, pero no dependen del entorno en el que se encuentren.

Aunque la muestra de galaxias barradas del SDSS era estadísticamente significativa, no es la mejor muestra para medir efectos del entorno. Esto es debido a que es una muestra local en la que se ha evitado el cúmulo de Virgo. Por ello sólo una pequeña fracción de las galaxias (~10%) se encontraban en entornos que se pueden considerar de alta densidad de galaxias.

84 Por ello, se planteó hacer el estudio sobre la influencia del entorno en la formación de barras en una muestra de galaxias situadas en el cúmulo de Coma. Este es el cúmulo cercano más evolucionado y es el entorno ideal para estudiar como influye el entorno en la evolución de galaxias. En este trabajo se estudió la fracción de galaxias barradas en el cúmulo de Coma para una muestra de 190 galaxias seleccionadas de SDSS-DR6

y con imagen óptica de la cámara ACS que se encuentra a bordo del satélite Hubble. La gran resolución de la cámara ACS permitió explorar la presencia de barras, detectadas mediante observación visual, en un rango de luminosidades de 9 magnitudes ($-23 < -14$), permitiendo extender el estudio hasta las galaxias enanas. Se encontró que las barras se encuentran alojadas en galaxias con un estrecho rango de luminosidades ($-22 < -17$) o masas ($10^9 < 10^{11}$). La fracción de galaxias barradas en función de la luminosidad para las galaxias brillantes de Coma y las de la muestra local de SDSS es similar. Además, se encontró que la fracción de barras no varía significativamente cuando se observan galaxias situadas en el centro del cúmulo o en las afueras. Esto implica que para las galaxias más luminosas ($M_r < -20$) la influencia del entorno no juega un papel fundamental en la formación de barras. Se encontró que la forma que tiene la fracción de barras con respecto a la luminosidad (masa) es similar a la distribución de luminosidad de las galaxias disco de Coma, indicando que las barras son buenos trazadores de discos estelares fríos.

La ausencia de barras en galaxias más brillantes de $M_r < -17$ sugiere que no existen discos fríos capaces de formar este tipo de estructuras galácticas. Si existen discos para esas luminosidades, éstos son calientes y no son capaces de formar barras. Los mecanismos de calentamiento de discos deberían ser importantes en entornos de alta densidad de galaxias debido a la mayor frecuencia de encuentros entre galaxias, fusiones mayores y menores o la presencia de interacciones de marea. Sin embargo, tanto para galaxias de campo como en cúmulo no se encontraron diferencias en la luminosidad superior de las galaxias que presentaban barras. Esto indica que los mecanismos de calentamiento de discos para las galaxias brillantes no dependen del entorno. Por el contrario, sugiere la existencia de un límite superior de luminosidad (masa) para la formación de discos fríos. En el rango de luminosidad (masa) inferior, no se encontraron barras en las galaxias con $M_r > -17$. Este ha sido uno de los pocos trabajos

de la literatura que exploren la presencia de barras en este rango de luminosidades. La ausencia de barras en estas galaxias poco luminosas vuelve a sugerir que no existen discos fríos. Sin embargo, en este caso el papel que juega el entorno en la evolución de estas galaxias enanas barradas si que puede ser fundamental. Interacciones repetidas de estas galaxias con otras vecinas y con el potencial del cúmulo pueden hacer que galaxias enanas de tipo disco se transformen en sistemas triaxiales donde no se forman barras. Los resultados de este trabajo se han presentado en el artículo: Méndez-Abreu, Sánchez-Janssen, Aguerri, *Astrophysical Journal Letters*.

Discos de galaxias y entorno

Entender el origen y la evolución de las distintas poblaciones de galaxias existentes en el Universo Local requiere un análisis detallado de las propiedades de sus distintas componentes, que pueden estar asociadas con distintos mecanismos de formación. Diversos estudios recientes han mostrado que el estudio de parámetros estructurales de amplias muestras de galaxias es una herramienta fundamental para entender las propiedades de las galaxias. En particular, la influencia del entorno en su estructura estelar. Durante el año 2009 se concluyó el análisis exhaustivo de las propiedades estructurales de las galaxias brillantes ($M_V < -17$) en una amplia muestra de 45 cúmulos cercanos del Proyecto WINGS. Mediante ajustes bidimensionales de los perfiles de brillo superficial se analizaron las relaciones de escala fundamentales de las galaxias en cúmulos y se compararon con las obtenidas para galaxias de campo con el fin de discernir una posible influencia del entorno. En particular, estábamos interesados en el estudio de los parámetros de las partes externas de las galaxias espirales (discos), ya que las estrellas presentes en estas estructuras son las que menos energía de ligadura tienen y las que más podrían sufrir la presencia del entorno.

Se ajustaron un total de 7.602 galaxias con $V < 19$ localizadas en los 45 campos

cumulares de los que disponíamos de imágenes fotométricas de calidad. Modelos con una única componente Sérsic y con dos componentes (Sérsic+disco) fueron ajustados a cada una de las galaxias. Para determinar cual de los dos modelos ajustados era el mejor se diseñó un filtro lógico, resultando que el 43% de las galaxias presentaban un brillo superficial que se ajustaba mejor por dos componentes.

En el pasado, diversos estudios (Gutiérrez et al. 2004; Aguerri et al. 2004) encontraron diferencias significativas entre las escalas de los discos en Coma y los discos de campo, siendo las primeras un 30% más pequeñas que las segundas. Estos resultados sugerían la presencia de mecanismos de interacción que podrían modificar los discos de las galaxias en cúmulos. Dado que esta tendencia sólo se había visto en Coma era necesario ampliar el estudio a otros cúmulos de galaxias con diferentes propiedades. La muestra del cartografiado WINGS era la adecuada para este tipo de estudios. En dicha muestra se estudió la dependencia de las propiedades de los discos de WINGS con dos parámetros inherentes a la propia galaxia (B/T y masa estelar) y con dos parámetros externos que dan cuenta del entorno en que esta habita (su distancia al centro del cúmulo y la luminosidad en Rayos-X). Para determinar cual es el parámetro que influye en la determinación de las escalas de los discos se representó dicha escala de los discos frente a los cuatro parámetros descritos anteriormente. Para cada una de estas figuras se dejó fijo uno de ellos. La principal conclusión que se derivó de estas figuras fue que la masa estelar es el principal parámetro que gobierna las propiedades de los discos de galaxias en cúmulos. Fijada la masa, el entorno no parece jugar un papel fundamental en las características de las galaxias de disco. Una posible excepción a esta tendencia la constituyen las galaxias de menor masa de nuestra muestra. Se vio que había una ausencia de discos poco luminosos y azules en las zonas más internas de los cúmulos.

El hecho de que la única propiedad de los discos dependiente del entorno sea el color de los sistemas menos luminosos, mientras las propiedades estructurales se ven prácticamente inalteradas, limita de manera significativa la importancia de los mecanismos de evolución violentos (fusiones mayores, harassment) como los responsables de la evolución de las galaxias en los entornos cumulares. Por el contrario, favorece escenarios donde las interacciones hidrodinámicas en las zonas más internas son las causantes de los mayores estragos. Estos resultados fueron publicados en la tesis "Morfología y formación estelar de las galaxias en cúmulos cercanos" realizada por R. Sánchez Janssen y presentada en el Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna el 17 de julio de 2009.

Con el mismo objetivo se realizó un estudio similar con una muestra más reducida de cúmulos situados hasta $z < 0.25$. Los resultados obtenidos fueron similares, encontrando que las escalas de los discos de galaxias situadas en estos cúmulos eran similares a las de galaxias de campo. Este resultado se presentó en el artículo Ascaso et al. 2009, *Astronomy & Astrophysics*, 506, 1071.

Galaxias enanas y entorno

De los resultados mostrados anteriormente se ha visto que el entorno juega un papel de segundo orden en la formación y evolución de las estructuras de las galaxias espirales brillantes ($L \sim L^*$). Sin embargo, sí que puede tener un papel fundamental en la formación y evolución de las galaxias enanas. En concreto, en las galaxias enanas de tipo temprano (dE), las cuales constituyen la población más abundante en los cúmulos de galaxias. Su estudio tiene implicaciones cosmológicas ya que de acuerdo con las teorías de formación de estructuras las galaxias enanas serían los progenitores de las galaxias más brillantes. En el artículo Aguerri & González-García, 2009, *Astronomy & Astrophysics*, 494, 891 se presentó una investigación sobre la influencia del entorno

en la formación y evolución de las galaxias enanas de tipo temprano en el cúmulo de Coma. En particular, se investigó si la diferente localización de estas galaxias con respecto a las elípticas en una de las proyecciones del plano fundamental era consecuencia directa de que las galaxias dE procedieran de galaxias disco más masivas, las cuales habían perdido parte de su masa debido a interacciones dinámicas con el potencial del cúmulo y galaxias vecinas.

Para realizar esta investigación se realizaron simulaciones numéricas de N-cuerpos de muy alta resolución espacial. Estos modelos numéricos simulaban varias interacciones gravitatorias de una galaxia espiral con galaxias vecinas de la misma masa. Los modelos mostraron que las interacciones de marea son unos mecanismos muy eficientes para arrancar material (estrellas y materia oscura) de las partes externas de las galaxias. Las partículas de los discos y halos de materia oscura de las galaxias se arrancaban fácilmente, mientras que esto no ocurría para las partículas de las partes más internas. Además, se vio que la longitud de escala de los discos finales eran de un 40-50% menores que los iniciales y que las interacciones directas eran muy eficientes para formar barras. Después de varias interacciones la galaxia resultante había perdido gran parte de su masa y era similar en forma a las galaxias dE observadas en Coma. La posición de estas galaxias enanas en la proyección face-on del plano fundamental dependía de las condiciones iniciales. Así, galaxias que inicialmente tenían bulbos prominentes se situaban, después de varias interacciones, en la zona del plano fundamental definido por las galaxias E. Por el contrario, galaxias que inicialmente tenían bulbos pequeños o eran discos puros quedaban en la región que ocupaban las dE en el plano fundamental. Esto indica que la diferente localización observada entre las galaxias Es y dEs en la proyección face-on del plano fundamental puede ser explicada por la formación de las galaxias enanas mediante ruptura de galaxias espirales brillantes de tipo temprano.

Luz difusa en Virgo

Los cúmulos de galaxias presentan una componente de bajo brillo superficial (llamada luz difusa) que está compuesta de estrellas que no están ligadas con las galaxias individuales. Estas estrellas se han arrancado de las galaxias durante el proceso de ensamblado de la masa de los cúmulos. Su estudio nos puede dar información sobre la historia evolutiva de los cúmulos de galaxias. Durante los últimos años se ha realizado un estudio profundo de la luz difusa en el cúmulo de Virgo. En el año 2009 se publicaron los últimos resultados (Castro-Rodríguez et al. 2009, *Astronomy & Astrophysics*, 507, 621).

La luz difusa se detectó mediante la observación de nebulosas planetarias (PNe) localizadas en las regiones libres de galaxias del cúmulo de Virgo. Las áreas cartografiadas del cúmulo se observaron con un filtro estrecho, centrado en la línea [OIII]5007Å desplazada al rojo según el desplazamiento al rojo de Virgo, y un filtro ancho. Algunos de los campos fueron además observados con otro filtro estrecho adicional centrado en la emisión de la línea de H α . La naturaleza de los objetos en emisión se determinó mediante su localización en diagramas color-magnitud. En particular, los objetos con líneas de emisión que eran PNe son aquellos que se detectaban en la imagen obtenida con el filtro estrecho y no se detectaron en la imagen del filtro ancho. Este Proyecto ha cartografiado un total de 3.3 grados cuadrados del cúmulo de Virgo. Los campos han sido observados en distintos telescopios en todo el mundo (2.2 m ESO, 2.5 m INT, 8 m Subaru) estando situados a distintas distancias de la galaxias M87. Los campos que se encuentran más cerca de M87 ($R < 80$ arcmin) contienen la mayor parte de la luz difusa detectada. En esta región central del cúmulo de Virgo la luz difusa presenta un brillo superficial de 28.8-30 mag/arcsec², su distribución no es uniforme y representa alrededor del 7% de la luz total del cúmulo en esta zona. A distancias mayores que 80 arcmin la luz difusa casi desaparece. Sólo

se encontraron detecciones en algunos campos y en subestructuras. Para varios campos situados en las afueras del cúmulo (2-3 grados de M87) sólo se encontraron límites superiores a la cantidad de luz difusa.

Estos resultados indican que la luz difusa no está homogéneamente distribuida en la zona central de Virgo y está concentrada en las regiones de Virgo con mayor densidad de galaxias, es decir, la región central y determinadas subestructuras. Esto sugiere que la luz difusa se produce durante los procesos de formación de las partes centrales o de alta densidad de galaxias, indicando que existe un nexo de unión entre la formación de la luz difusa y la historia de formación de las galaxias más luminosas presentes en los cúmulos. Fuera de estas regiones la luz difusa se confina en áreas de ~ 100 kpc donde los efectos de marea podrían actuar.

Galaxias masivas de tipo temprano

Las galaxias más masivas del Universo se localizan en las zonas centrales de los cúmulos de galaxias. Estas galaxias pueden llegar a contener una fracción significativa de la masa luminosa total del cúmulo. Su ubicación en el centro de potencial cumular hace que se hayan formado por fusiones mayores y menores de un alto número de galaxias. De forma que la mayor parte de sus estrellas no se han formado in situ, sino que son el resultado de un proceso violento de fusiones. El ritmo de crecimiento de su masa está relacionado con el ritmo de fusiones y es un parámetro importante en los modelos de materia oscura fría sobre la formación de estructuras. Una de estas galaxias es la galaxia central M87 situada en el cercano cúmulo de Virgo. Durante el año 2009 se ha realizado un estudio cinemático y dinámico de las partes externas de su halo. Las partes externas de las galaxias presentan un brillo superficial muy débil. Por ello, es necesario técnicas diferentes a la espectroscopía tradicional de rendija para determinar su cinemática y dinámica. Este estudio se hizo mediante espectroscopía de alta resolución

de nebulosas planetarias intracumulares (PNe). Basándose en la información obtenida de la posición espacial y de la velocidad radial a lo largo de la línea de visión de las PNe observadas, se separaron aquellas que estaban ligadas con el potencial de la galaxia y las que estaban ligadas al potencial global del cúmulo de Virgo. Así, de las 12 PNe observadas, cinco de ellas estaban ligadas a M87. La más lejana de ellas estaba situada a una distancia de ~ 160 kpc del centro de la galaxia. La velocidad a lo largo de la línea de visión de los objetos observados mostró que las partes externas del halo de M87 no muestra evidencias de rotación, siendo la dispersión de velocidades a 144 kpc de tan solo 78 km/s.

Se usó la ecuación de Jeans y el potencial gravitatorio total determinado por la emisión en rayos-X para derivar la distribución orbital en las partes externas del halo de M87. Este modelo de Jeans para M87 pudo ajustar el perfil de dispersión de velocidades del halo sólo si las órbitas estelares eran radialmente muy anisótropas y si adicionalmente el halo estelar estaba truncado a ~ 150 kpc.

La segregación espacial de las planetarias ligadas a M87 y el modelo dinámico sugieren que el halo estelar de M87 termina a ~ 150 kpc. Las razones de este truncamiento pueden ser varias: truncamiento debido a interacciones de marea tempranas de M87 con alguna subestructura de Virgo, efectos tempranos de la retroalimentación por AGN, y contracción adiabática debida a la materia oscura del cúmulo colapsando en M87. Además la distribución de velocidades y espacial de las PNe observadas mostraron que M87 y M86 están cayendo una hacia la otra. Esto soporta la idea de que el centro del cúmulo de Virgo no está virializado, estando en proceso de ensamblaje de su masa.

Como se ve a partir de los resultados de M87, el estudio detallado de las galaxias centrales de los cúmulos puede dar información sobre el ensamblaje de la masa en cúmulos y su estado dinámico. Esto es debido a que las teorías cosmológicas modernas de formación de galaxias muestran que los halos virializados de materia oscura crecen

de manera jerárquica mediante las fusiones de halos virializados menores. Las galaxias que pueblan estos halos también crecen jerárquicamente por las fusiones de galaxias preexistentes. En este contexto, sería posible encontrar sistemas de galaxias para los cuales sus galaxias se han fusionado para formar una galaxia elíptica central masiva. Estos sistemas han tenido una tasa de fusiones muy alta, de forma que estas galaxias ensamblaron gran parte de su masa a alto z y desde entonces no han sufrido fusiones mayores. Este tipo de sistemas se denominan grupos fósiles debido a que contienen un registro fósil de la formación de estructuras a alto z .

La primera identificación de uno de tales grupos se realizó a mitad de la década de los 90. Desde el punto de vista observacional, los grupos fósiles se caracterizan por la presencia de una galaxia central muy luminosa, siendo al menos 2 magnitudes más débil que la siguiente galaxia en luminosidad que presenta el grupo. Además presentan una emisión extensa y brillante en rayos-X. Este tipo de grupos de galaxias son escenarios únicos para el estudio del ensamblado de la masa. Así como las relaciones entre los bariones y los halos oscuros.

Observacionalmente no se conoce mucho de este tipo de sistemas galácticos. Por ello en 2008 presentamos una propuesta de tiempo internacional (IP: J. Alfonso López Aguerrí) con el fin de llevar a cabo un estudio sistemático y multifrecuencia de una muestra de grupos fósiles. Durante el año 2009 se realizaron las observaciones fotométricas y espectroscópicas de una parte de la muestra. También en 2009 tuvimos una extensión del ITP por un año más. Actualmente se han comenzado las nuevas campañas de observación que se extenderán hasta junio de 2010.

Durante el año 2009 se han reducido los datos observados utilizando el software que se desarrolló para ello. Los primeros resultados se mostraron en el congreso internacional realizado en Granada en mayo de 2009. Allí donde se presentó un póster del Proyecto. Además, se está terminando un primer

artículo donde presentamos el Proyecto y donde se presenta uno de los grupos para el cual teníamos todas las observaciones realizadas. En mayo de 2009 se organizó un Workshop de dos días en el IAC sobre el Proyecto, al cual asistieron parte de los investigadores de toda la colaboración.

Cúmulos con emisión extensa en rayos X

En el escenario de acrecimiento jerárquico de formación de cúmulos a partir de la estructura a gran escala, los choques entre cúmulos son también un ingrediente importante. Uno de los aspectos más recientes en la fenomenología de estos choques es la posible conexión entre ellos y la presencia de emisión difusa en rayos-X y radio-halos. El estudio de choques entre cúmulos sugiere que estos eventos pudieran producir la energía necesaria para provocar una aceleración de los electrones del gas intergaláctico dentro del campo magnético del cúmulo, los cuales emitirían radiación sincrotrón. Los radio-halos son muy poco comunes y sólo recientemente han podido ser estudiados gracias a que han podido ser detectados unas pocas decenas en cúmulos a $z \sim 0.3$.

Durante este año se han seguido observando y analizando más cúmulos que presentan emisión difusa en radio y en rayos-X. Este trabajo a dado lugar a dos publicaciones: Barrena et al., 2009, *Astronomy & Astrophysics*, 503, 357, donde se estudió la dinámica interna del cúmulo Abell 1240, y Boschini et al., 2009, *Astronomy & Astrophysics*, 495, 15, donde se estudió el cúmulo Abell 959. Del análisis de Abell 1240 se encontró que en realidad este cúmulo es fruto de la fusión de cúmulos que esta teniendo lugar en el plano del cielo. Esta hipótesis viene confirmada tanto por la presencia de una estructura galáctica bimodal en la misma dirección en la que se encuentra una elongación en el brillo superficial de la emisión en rayos-X, como por la presencia de dos restos de emisión en radio dispuestos en forma simétrica con respecto centro del cúmulo. Analizando la dinámica interna del cúmulo Abell 959, se intentó desvelar la conexión entre la fusión de cúmulos de galaxias y la presencia de

una emisión difusa en radio. Los resultados obtenidos sugieren que este cúmulo se está formando a lo largo de dos direcciones privilegiadas y muestra las características típicas de un cúmulo en radio, es decir, es muy masivo y se encuentra en un estado dinámico muy joven. Sin embargo, se necesitan observaciones en radio más profundas para esclarecer la naturaleza de esta emisión difusa.

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

A.M. Prieto Escudero.

C.A. Álvarez Iglesias, J.A. Acosta Pulido, M. Orienti, J.A. Fernández Ontiveros, M. Montes Quiles, F. Müller, A. Marín Franch y C. Martínez Roger.

Colaboradores del IAC: B. Femenía Castella, J.J. Díaz García, J.M. Pérez Menor, P. López Ramos y J. Patrón Recio.

G. Brunetti, K.H. Mack, M. Orienti (CNRS, Bolonia, Italia); J. Reunanen (Obs. de Tuorla, Finlandia); I. Agudo, I. Marquez, J. Masegosa (IAA, Granada); S. Hoening (Santa Barbara, EEUU); G. Weigelt, K. Tristram (Optical Interferometry Group, Max-Planck Bonn, Alemania); N. Haering, R. Siebenmorgen (ESO, Alemania); A. Rodríguez-Ardila (LNA, Brasil); E. Hicks (Irvine, EEUU); O. González-Martín (IESL, Creta, Grecia); C. Ramos Almeida (Univ. de Sheffield, Reino Unido).

Introducción

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

Los objetivos de este Proyecto son:

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

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

- Proyecto PARSEC: 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 de resolución espacial comparable: radio con VLBI, IR con óptica adaptativa e interferometría óptica, y óptico con el HST. El estudio se basa en la explotación del programa "PARSEC" (The Central Parsec of Galaxies) establecido por A. Prieto en 2003. Está basado en la explotación de instrumentos de alta resolución espacial existentes en ESO.

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

Evolución del Proyecto

Proyecto PARSEC

Los progresos realizados se enumeran a continuación:

Se ha elaborado una página Web del Proyecto PARSEC: <http://www.iac.es/project/parsec/main/index.php>

En el marco de PARSEC se han preparado en 2009 cuatro propuestas de observación para el telescopio VLT. Dos de estas propuestas, que enfocan el estudio de galaxias activas LINERS en el IR a alta resolución espacial, han sido aceptadas. Entre los meses de julio y agosto se prepararon las correspondientes secuencias de observación para estas propuestas, para ser ejecutadas en modo servicio por ESO. Las observaciones se han empezado a ejecutar desde el mes de diciembre, y se están evaluando los primeros datos recibidos.

J.A. Fernández Ontiveros esta ultimando la redacción de su tesis, que espera presentar a mediados de 2010.

J.A. Fernández Ontiveros ha recibido una oferta de contrato postdoc en el Instituto Max-Planck de Bonn (Alemania) para trabajar en el grupo de interferometría. El investigador se incorpora a este instituto después de presentar su tesis en la Universidad de La Laguna.

Se está elaborando un artículo sobre el descubrimiento inesperado de más de una treintena de cúmulos muy jóvenes de formación estelar, que están siendo resueltos espacialmente en el centro de una de las galaxias elípticas más cercanas: NGC1052 (J.A. Fernández-Ontiveros et al.).

M. Montes continúa el desarrollo de su tesis doctoral sobre regiones de formación estelar en el centro de galaxias elípticas, en concreto está estudiando el centro de Messier 87.

Se ha finalizado un artículo para *Astrophysical Journal*, enviado en el mes de diciembre, en el que se hace la primera determinación rigurosa del centro dinámico de la galaxia starburst más cercana en el Hemisferio Sur: NGC253 (F. Muller et al.).

Continuando con la caracterización de los núcleos de galaxias activas más cercanas, se está elaborando un trabajo sobre la cinemática y morfología de las

líneas de emisión de más alta ionización -líneas coronales- que se originan en núcleos activos, y su comparación con las propiedades del gas en los núcleos en sus fases de intermedia ionización y molecular. Este análisis se basa en datos de VLT/NACO y SINFONI (F. Muller, A. Prieto et al.).

Se ha realizado un estudio de datos radio a partir del archivo de VLA, con el objetivo de extraer la morfología de la emisión nuclear - a escalas por debajo de un segundo de arco- de las galaxias que se estudian en este Proyecto (M. Orienti y A. Prieto).

Se ha concluido el estudio sobre la emisión en rayos X de la galaxia activa Mrk573. Esta galaxia presenta en rayos X blandos una estructura bi-cónica similar la observada en la emisión óptica del ion [OIII], los llamados conos de ionización. Se ha demostrado que la emisión en rayos X blando no corresponde a un continuo, sino que proviene de líneas de emisión de especies altamente ionizadas como OVIII y OVII. El trabajo ha sido enviado para su publicación a la revista *Astrophysical Journal* (O. González Martín, J.A. Acosta Pulido, A.M. Pérez García, C. Ramos Almeida).

Basado en espectroscopia obtenida con el instrumento LIRIS en el telescopio WHT, se ha conseguido determinar por primera vez el corrimiento al rojo ($z=1.51$) del radio-cuasar NRAO 150, pudiéndose así establecer su distancia. NRAO 150 es un objeto muy poco estudiado en el rango visible-infrarrojo debido a que se encuentra muy cerca del plano galáctico y la extinción galáctica lo convierte en un objeto muy oscurecido. Sin embargo en radio-frecuencias es un cuasar muy interesante puesto que presenta una variación del ángulo del chorro muy elevada. La determinación de la distancia es un dato crucial para obtener parámetros físicos que permitan el modelado de los cambios observados en radio-frecuencias. También se ha conseguido determinar la masa del agujero negro central (109 M_{\odot}) y su distribución espectral de energía que presenta un exceso UV asociado a la emisión del disco de acrecimiento. El artículo ha sido enviado a la revista *Astronomy & Astrophysics* (J.A. Acosta Pulido, I. Agudo, R. Barrena, et al).

Proyecto PAIS

Se preparó, y ha sido aceptada, una propuesta de observación para ESO, destinada a la detección de emisión extendida en las regiones terminales de jets, en las radio galaxias que se estudian en este Proyecto. En julio 2009 se enviaron a ESO las correspondientes secuencias de observación para su ejecución en modo de servicio. El programa se está ejecutando de forma rutinaria con los instrumentos FORS y ISAAC (M. Orienti y A. Prieto).

Se está acabando un artículo para *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.* en el que se describen y modelan, la emisión óptica y en rayos X asociada a los hot-spots de las radio-galaxias 3c445 y 3c195. La singularidad de estas observaciones es la emisión espacialmente resuelta que se observa en estas regiones (M. Orienti, G. Brunetti, A. Prieto).

CORRIENTES ESTELARES DE MAREA EN LA VÍA LÁCTEA (312306)

D. Martínez Delgado.

A. Sollima, J.R. Fliri y J.A. Carballo Bello.

E.J. Alfaro (IAA-CSIC, España); H.-W. Rix (MPIA, Alemania); B. Carney (Univ. de Carolina del Norte, EEUU); M. Juric (Univ. de Princeton, EEUU); S.R. Majewski (Univ. de Virginia, EEUU); M. Mateo (Univ. de Michigan, EEUU); J. Peñarrubia (Univ. Victoria, Canadá); D. Zucker (IoA, RU), David Valls-Gabaud (Obs. de Meudon, Francia); A. Aloisi (Space Telescope Science Inst., EEUU); M. Pohlen (Univ. de Cardiff, Reino Unido); N. Martin (MPIA, Alemania); M. A. Gómez-Flechoso (Univ. Autónoma de Madrid); R. Jay Gabany (Black Bird Obs., Nuevo México, EEUU).

MEMORIA
IAC 2009

91

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

Algunos resultados relevantes

Se han descubiertos corrientes de marea de diferentes tipos morfológicos en galaxias

espirales del Universo Local, usando una red de telescopios robóticos con aperturas de 10-50 cm. Estas estructuras son muy similares a las predichas por los modelos de formación jerarquizada de galaxias espirales similares a la nuestra, desarrollados en el paradigma de la materia oscura fría.



La galaxia del "paraguas", un ejemplo de corriente de marea detectada en nuestra búsqueda de estas gigantes estructuras en galaxias espirales cercanas. Esta estructura se formo por la destrucción por marea de una galaxia satélite que orbita en una órbita radial en el halo de la galaxia espiral principal (NGC4651). © Jay R. Gabany.

Evolución del Proyecto

El objetivo principal de este Proyecto es la búsqueda de corrientes estelares de marea en galaxias espirales similares a la Vía Láctea en el Universo Local. Durante este año se ha continuado con el cartografiado de nuestra Galaxia y se ha extendido la búsqueda de corrientes a galaxias espirales cercanas con un notable éxito. Este esfuerzo observacional puede resumirse en tres proyectos principales:

- Búsqueda y trazado de corrientes de marea en la Vía Láctea mediante el uso de grandes cartografiados fotométricos (J.R. Fliri, D. Martínez-Delgado)

Se ha concluido con éxito una serie de mapas de densidad del halo galáctico basados en los datos fotométricos de estrellas azules del Sloan Digital Sky Survey DR-7. Estos mapas tienen una señal-ruido inferior a los publicados hasta ahora y han permitido la detección de al menos siete restos de marea hasta ahora desconocidos. Estos resultados fueron presentados en dos congresos internacionales (Bonn y Heidelberg).

Por otra parte, se ha iniciado la búsqueda de la componente estelar de la famosa corriente de Magallanes (D. Martínez-Delgado, J.A. Carballo), que hasta ahora sólo ha sido trazada en el gas neutro. Se ha obtenido tiempo de observación en los telescopios ESO 2.2 m (Chile), ING (La Palma) y CFHT (Hawái, EEUU), en colaboración con D. Valls-Gabaud (CNRS, París).

- Búsqueda de restos de marea en el entorno de cúmulos globulares de la Vía Láctea (J.A. Carballo, A. Sollima, D. Martínez-Delgado)

Esta línea de investigación ha sido una de las activas este año y se ha hecho un gran esfuerzo observacional en los observatorios de La Silla (Chile) y ORM (La Palma) para completar la muestra de cúmulos globulares situados entre 20 y 40 kpc del centro galáctico. Este cartografiado es el núcleo principal de la tesis doctoral de J.A. Carballo, que se desarrolla en el marco de este Proyecto. Durante este año se ha completado ya el 90% de la muestra y se ha obtenido tiempo suficiente para completarla para el 2010. Los datos obtenidos se han analizado ya, y se han detectados restos de marea en varios cúmulos globulares, cuyo origen parece estar relacionado a la destrucción de galaxias enanas por la Vía Láctea. Los resultados de este Proyecto fueron presentados en dos congresos internacionales (Bonn y Malta).

Por otra parte, se llevando a cabo una búsqueda similar en los cúmulos globulares más remotos de nuestra Galaxia, cuyo estudio demanda condiciones observacionales excepcionales. Se ha obtenido tiempo en el telescopio CFHT (Hawái, EEUU) y los primeros datos están siendo ya analizados.

- Corrientes de marea en galaxias espirales del Universo Local (D. Martínez-Delgado, J.R. Fliri, J.A. Carballo)

En el último año se han descubierto una decena de corrientes estelares en galaxias similares a la Vía Láctea en el Universo Local. Estas observaciones muestran por primera vez estructuras gigantes de

diferentes morfologías en los halos de galaxias espirales cercanas, sugiriendo que sus regiones externas continúan en construcción. Estos enormes fósiles estelares muestran diferentes tipos morfológicos: grandes arcos, estructuras en forma de paraguas, halos complejos con filamentos, etc. Sus características son muy similares a las esperadas en los modelos de halos de galaxias espirales obtenidos a partir de los modelos cosmológicos obtenidos a partir del paradigma de la materia oscura fría.

Estos resultados han motivado el inicio de una búsqueda sistemática de estas estructuras en 50 galaxias del Universo Local, usando una red de telescopios amateur robóticas que operan en cielos muy oscuros. Los primeros resultados de esta búsqueda han sido presentados en diversos congresos internacional (Bonn) y en charlas invitadas en instituciones de prestigio (Oxford, NOAO, Cambridge, MIT, Universidad de Santa Cruz).

HUELLAS DE LA FORMACIÓN DE LAS GALAXIAS: POBLACIONES ESTELARES, DINÁMICA Y MORFOLOGÍA (3I2406)

I. Trujillo Cabrera.

A. Ferré Mateu, A. Vazdekis Vazdekis, J. Falcón Barroso, J. Cenarro Lagunas, A. Rys, A. de Lorenzo-Cáceres, A. Hempel, I. Martínez Valpuesta, P. Sánchez Blázquez, M. Prieto Muñoz, E. Ricciardelli, M.T. Tapia Peralta, A. Sollima, M. Koleva, M. López Corredoira, C. González García, D. Abreu Rodríguez, I. García de la Rosa, M. Balcells Comas, J. Bakos y J.A. Carballo Bello.

N. Arimoto (NAOJ, Japón); S. Cassisi, E. Brocato (Obs. de Teramo, Italia); P. Coelho (IAP, Francia); B. Barbuy (Sao Paulo, Brasil); J. Brodie (UCO-Lick, EEUU); F. Buitrago, C. Conselice (Univ. de Nottingham, Reino Unido); C. Chiosi, R. Tantaló (Univ. de Padua, Italia); R. Peletier (Kapteyn Inst.,

MEMORIA
IAC 2009

93

Países Bajos); J. González (UNAM, México); J. Gorgas, N. Cardiel, E. Toloba, A. Gil de Paz, P. Pérez-González (Univ. Complutense de Madrid); E. Mármod Queraltó, J. Cenarro (CEFCA); V. Quilis (Univ. de Valencia); B.K. Gibson (Univ. de Preston, Reino Unido); R. Sharples (Univ. de Durham, Reino Unido); D. Kawata (MSSL, Reino Unido); R.R. de Carvalho (INPE/DAS, Brasil); F. La Barbera (Obs. de Capodimonte, Italia); J.V. Narlikar (IUCAA, India); E.J. Lerner (Lawrenceville Plasma Physics, Inc., EEUU); J. Strader (CfA/Harvard, EEUU); L. Spitler (Swinburne Univ., Australia); I. Ferreras (UCL, Reino Unido); M. Cirasuolo (Obs. de Edinburgo, Reino Unido); I. Martínez-Valpuesta (MPE, Alemania).

Introducción

Entender la formación y evolución de las galaxias es sin duda alguna uno de los grandes retos de la astronomía actual. La acumulación observacional de datos de gran calidad en los últimos años nos permite explorar con gran detalle las propiedades de las galaxias cercanas y con creciente precisión la naturaleza de estos objetos a $z \sim 1$. Sin embargo, a día de hoy no existe un consenso de cómo se produce la evolución desde la población de objetos lejanos hasta las galaxias actuales. La razón principal para este disenso es la intrínseca complejidad del fenómeno de la formación de las galaxias. De hecho, dentro del paradigma actual, la formación y evolución de las galaxias se entiende como resultado de una combinación compleja de agrupamientos jerárquicos, disipación de gas, fusiones y evolución secular. Mientras que la gravedad guía el ensamblaje de las estructuras cósmicas, el gas se enfría en el centro de los halos de materia oscura y forma un disco, que adquiere momento angular a través de los torques de marea producidos por las estructuras cercanas. El gas finalmente se enfría y forma estrellas. Una vez se han formado estas galaxias primigenias, se espera que las fusiones entre ellas de lugar a la población de objetos tanto espirales como elípticos que observamos en la actualidad. En función de que tipo de componente sea

dominante (gas o disipativa frente a estrellas o no disipativa) durante la fusión de las galaxias el resultado de los mecanismos de fusión puede ser muy distinta.

Una historia de formación compleja, como la que se espera describa la evolución de las galaxias, necesita de un acercamiento multidisciplinar para ser entendida. Este análisis debe englobar las poblaciones estelares, la dinámica de los diferentes constituyentes de las galaxias y un estudio morfológico cuantitativo de su estructura. Para ello nuestro grupo consta de personal con experiencia en simulaciones cosmológicas, estudios dinámicos, análisis de las poblaciones estelares y propiedades de las galaxias con desplazamiento al rojo hasta $z \sim 3$. Nuestra meta es alcanzar en los próximos años una visión consistente de la evolución de las galaxias en la última mitad de la edad del Universo.

A continuación se describen las principales líneas de investigación y objetivos generales que se acometerán en el marco de este Proyecto.

Modelos de síntesis de poblaciones estelares y metodología de análisis

La validez de los modelos de síntesis para los estudios de poblaciones estelares reside en la calidad de sus ingredientes básicos. Entre éstos cabe destacar las trazas evolutivas, con las isócronas resultantes, y las bibliotecas de espectros estelares empleadas. Hasta fechas muy recientes los modelos sólo eran capaces de predecir algunas líneas de absorción intensas a baja resolución espectral ($\text{FWHM} > 8 \text{ \AA}$). Este rígido y limitado sistema de índices (conocido como Lick/IDS) no es óptimo para explotar los datos que nos ofrece la nueva generación de telescopios de la clase 8-10 m como el telescopio GTC, 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.

Este grupo fue el primero en desarrollar un modelo que predice espectros completos

de poblaciones estelares a resolución moderadamente alta 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 poblaciones estelares sintéticos permiten adaptar los modelos a los datos para obtener toda su información y el análisis se enriquece incluyendo información contenida en algunas líneas débiles. Este es el caso de H γ o H β , con un poder sin precedentes para estimar la edad. Otra ventaja de estos modelos es que el análisis es extensible a galaxias con distinto desplazamientos al rojo (z) por lo que sería posible determinar sus edades con mayor precisión.

Degeneraciones fundamentales

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

Es un objetivo prioritario de este Proyecto obtener un sistema de indicadores clave que nos proporcionen información inequívoca

sobre la edad, metalicidad, abundancias relativas, FIM e historia de formación estelar. Con este sistema es posible proponer diagramas diagnóstico para romper las degeneraciones fundamentales que afectan a las poblaciones estelares. Particularmente relevante es el estudio de nuevos indicadores específicamente desarrollados para explotar los filtros sintonizables de OSIRIS-GTC.

Modelos de formación y evolución de galaxias

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

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

Galaxias elípticas y sus relaciones de escala

Si las galaxias elípticas se hubieran formado en un único evento y sus poblaciones hubieran evolucionado de una manera pasiva con el tiempo (modelo monolítico), esperaríamos que sus propiedades estructurales (radio efectivo y dispersión de

velocidades) se mantuvieran invariantes con el tiempo. Sin embargo, en un modelo de ensamblaje jerárquico estas propiedades se espera que varíen a medida que la galaxia va adquiriendo su estructura final. Es interesante destacar que un estudio basado únicamente en el análisis de las poblaciones estelares no podría distinguir entre estos dos modelos alternativos si, por ejemplo, las poblaciones estelares se hubieran formado en tiempos muy tempranos y luego se hubieran agregado en una única estructura mediante fusiones secas. En este caso, ambos escenarios producirían el mismo tipo de población estelar final. Por este motivo, pretendemos dentro de nuestro Proyecto analizar la evolución de las propiedades de escala (tamaño, dispersión de velocidades, etc.) en función del desplazamiento al rojo. De esta manera podremos estudiar a que velocidad se ha producido el ensamblaje de las galaxias y cuales son los mecanismos físicos responsables de tal evolución.

Galaxias elípticas y gradientes de metalicidad

El modelo monolítico predice gradientes negativos de metalicidad para las galaxias elípticas, mientras que la formación jerárquica prevé gradientes más planos. Los gradientes nos 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. De hecho el gradiente de metalicidad se ha propuesto como índice del impacto de las fusiones en la configuración de la galaxia.

Cúmulos de galaxias y papel del entorno

Según los modelos jerárquicos las galaxias de cúmulos densos se terminan de ensamblar antes que sus homólogas en los cúmulos de baja densidad. Determinar la influencia del entorno en las poblaciones estelares y en las relaciones de escala nos permitirá probar si las galaxias de cúmulos

son efectivamente más viejas que las de campo. 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.

Sistemas de cúmulos globulares extragalácticos

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

Se ha encontrado una distribución bimodal en color de los GCs de la mayoría de las galaxias luminosas. En el caso de las galaxias elípticas, la hipótesis más extendida es que la población más roja de GCs, más metálica, se forme durante la fusión de las dos galaxias espirales que dan lugar a la nueva galaxia, 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 las escalas de tiempo relevantes de la formación de las galaxias elípticas.

Galaxias espirales

El modelo jerárquico predice que las componentes esferoidales de las galaxias espirales (particularmente los bulbos más masivos) son el resultado de procesos de acreción de otras estructuras. Pese a que potencialmente las poblaciones estelares pueden proveernos de información relevante acerca de estos procesos, el análisis de líneas de absorción en espirales es casi inexistente en la literatura. Esto es en parte debido a que estas galaxias muestran historias de formación extendidas, así como por la presencia de gas y manchas de polvo.

Un aspecto totalmente pionero que se propone afrontar en este Proyecto es estudiar las poblaciones estelares en galaxias lenticulares y espirales de primeros tipos con barras y 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.

La periferia de las galaxias contiene información clave para entender los procesos de formación de estos objetos, ya que en estas regiones de densidad más baja, las huellas de estos procesos sobreviven más tiempo. En estas regiones, la densidad de gas es tan baja que los modelos de formación estelar predicen que no deberían formarse estrellas. Sin embargo, las observaciones más recientes encuentran que hay un claro “exceso” de estrellas en estas partes de las galaxias. Para resolver este misterio es fundamental el estudio detallado de sus poblaciones estelares. El reto observacional es sin embargo grande, ya que los brillos superficiales de estas regiones de las galaxias es muy débil (>26 mag/arcsec²). Es por tanto necesario el uso de grandes telescopios e instrumentación novedosa como los filtros sintonizables de OSIRIS (más eficientes que la espectroscopia en regiones de bajo brillo superficial) para atacar este problema. En este sentido, este grupo, está en posición de afrontar este estudio dada su dilatada experiencia en el análisis de las poblaciones estelares y debido a la preparación llevada a cabo para la explotación de los filtros sintonizables.

Hitos

Galaxias masivas compactas en el universo local

Las galaxias masivas ($M \sim 10^{11} M_{\text{sun}}$) compactas ($r \sim 1$ kpc) fueron comunes en una etapa temprana del Universo, pero no había ninguna constancia de objetos de este tipo (con densidades medias comparables a los cúmulos globulares) en el Universo cercano. Utilizando el cartografiado de

gran campo SDSS nuestro grupo buscó potenciales galaxias del Universo temprano que no hubieran evolucionado en sus propiedades desde esa época inicial. Se ha encontrado que sólo una fracción minúscula de galaxias masivas en el Universo cercano ($<0.03\%$) satisfacen las propiedades estructurales de las galaxias compactas del universo temprano. Además, ninguna de las galaxias compactas cercanas es vieja, sino que tienen edades del orden de ~ 2 Gaños. Esto indica que casi ningún objeto compacto formado en las primeras etapas del Universo ha sobrevivido intacto desde esa época. Por lo tanto, las galaxias masivas deben estar evolucionando estructuralmente desde los primeros periodos del Universo hasta alcanzar su configuración actual, favoreciendo un escenario de acreción jerárquica.

Primera medida de la dispersión de velocidades de galaxias esferoidales masivas a $z \sim 1.6$

Se ha obtenido la evolución de la dispersión de velocidades de galaxias esferoidales masivas desde $z \sim 1.6$, acotando de este modo los posibles modelos de evolución del tamaño de este tipo de galaxias que se han barajado en los últimos años (puffing-up, fusiones menores, fusiones mayores, etc.).

Blue-Stragglers en cúmulos globulares

Se demostró que la presencia de blue-stragglers en cúmulos globulares tiene un efecto muy importante a la hora de aumentar las intensidades integradas de las líneas de H β en dichos cúmulos, particularmente para metalicidades media y alta. Este resultado es de gran relevancia por su impacto en las determinaciones de edades de poblaciones estelares integradas usando las líneas de absorción de Balmer.

Historia de la formación estelar en galaxias enanas más allá del grupo Local

Se ha medido por primera vez la historia de la formación estelar de 16 galaxias enanas más allá del Grupo Local. En todas estas galaxias la fracción principal de

estrellas se formó antes de $z=1$, es decir que estos objetos no son jóvenes a pesar de lo indicado por sus edades equivalentes según sus SSPs. Además, encontramos que una fracción importante de ellas presenta gradientes de metalicidad fuertes, lo cual lleva a la conclusión que los metales no escapan de manera sencilla de estos objetos con potenciales gravitatorias débiles y que la mezcla de elementos no es eficiente.

Primera simulación cosmológica que analiza las truncaciones de los perfiles de brillo de las galaxias espirales

Por primera vez, presentamos una simulación cosmológica de una galaxia tipo la Vía Láctea usando un código Euleriano (o «grid code»). Se utilizó esta simulación para estudiar el origen de los perfiles de brillo con una doble exponencial que muestran la mayor parte de las galaxias de disco. Los efectos combinados de un umbral de densidad gaseosa para la formación estelar junto con la migración estelar a lo largo del disco, producida tanto por efectos internos como por perturbaciones externas, resultan en gradientes de colores y perfiles de densidad de masa que están de acuerdo con las observaciones más recientes. Este trabajo fue el primero que analiza este problema usando simulaciones cosmológicas.

Evolución del Proyecto

Modelos de síntesis de poblaciones estelares y metodología de análisis

Se finalizó la nueva generación de modelos de Poblaciones Estelares basadas en la biblioteca estelar MILES (Sánchez-Blázquez et al. 2006). Calculamos las distribuciones espectrales de energía sintéticas (SEDs) para poblaciones estelares con una única edad y un única metalicidad (SSPs). Las SEDs cubren todo el rango espectral óptico con una resolución moderadamente alta ($\text{FWHM}=2.3\text{\AA}$). Estas SEDs constituyen la base de nuestros modelos, ya que combinan isocronas escaladas al espectro solar con biblioteca espectral empírica (MILES). El cubrimiento en el rango de parámetros estelares cubiertos por la biblioteca estelar

MILES nos permite extender con confianza nuestras predicciones SSP SEDs para regímenes de edades intermedias hasta muy viejas, y en un rango de metalicidades que va desde súper-solar hasta $[M/H]=-2.3$. SSPs con metalicidades tan bajas son particularmente útiles para estudiar cúmulos globulares. Se ha calculado SSP SEDs para un conjunto de IMFs con diferentes formas y pendientes. Las SSP SEDs son una herramienta útil para el análisis de las poblaciones estelares de una manera muy flexible, por ejemplo a través del ajuste completo al espectro o a través del uso de índices de línea. De hecho, se han aplicado los modelos a varios cúmulos estelares y galaxias con espectros de alta calidad, para los cuales ya existen estudios independientes, y obteniendo resultados excelentes.

Aunque la base de las predicciones de nuestros modelos está basado en una biblioteca estelar empírica, que sigue los patrones de evolución química de nuestra vecindad local, se ha mostrado que nuestros modelos son apropiados para estudiar objetos con cocientes de abundancias no solares como las galaxias masivas. Para este propósito proponemos diagramas índice-índice que nos permiten estimar cociente de abundancias relativos a la escala solar.

Se ha desarrollado también una página Web (<http://www.iac.es/proyecto/miles/>) donde se pueden descargar los modelos y compararlos con los datos. La página Web incluye una variedad de herramientas para explotar los datos y construir modelos adaptados a las necesidades del usuario. Los detalles de este trabajo pueden encontrarse en Vazdekis, Sánchez-Blázquez et al. (Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.).

Se homogeneizaron las salidas de los diferentes códigos de las poblaciones estelares y se adaptaron a los estándares del Virtual Observatory.

Se ha creado la mayor base de datos de modelos Single Stellar Population (<http://ulyss.univ-lyon1.fr/models.html>). Estos modelos pueden incorporarse

directamente en dos de los tres programas accesibles para el análisis de las poblaciones estelares (ULySS y STECKMAP; estamos trabajando en la incorporación de esta base de datos en Starlight). El objetivo principal del Proyecto es crear una salida basada en los códigos de Single Stellar Population que contenga toda la información necesaria que actualmente no se contempla y que es necesaria para describir un modelo (como son las isocronas de entrada, la biblioteca estelar, el interpolador, la ley de formación estelar, la IMF, el cociente bariónico M/L, etc.).

Degeneraciones de fundamentales

Para el análisis de poblaciones estelares se propuso un nuevo sistema de índices de líneas (llamado LIS) para evitar las incertidumbres intrínsecas asociadas con popular sistema de índices Lick/IDS. El nuevo sistema proporciona una resolución espectral más apropiada y uniforme. Además de una resolución constante como función de la longitud de onda el sistema está también basado en una respuesta espectral calibrada en flujo. Para facilitar su uso a otros astrónomos proporcionamos tablas de índices de líneas en un nuevo sistema para varias muestras habituales de cúmulos globulares de nuestra Galaxia y para otras galaxias.

Se ha trabajado en la calibración de índices espectroscópicos de intensidad de líneas, con aplicación al estudio e interpretación de las poblaciones estelares, publicando un artículo con el comportamiento de las bandas de Tío y la línea de Mg8807, tanto en estrellas de todos los tipos espectrales como en poblaciones estelares integradas (Cenarro, Cardiel et al. 2009).

Modelos de formación y evolución de galaxias

Se estudió el fenómeno de las truncaciones de los discos con las primeras simulaciones totalmente cosmológicas de estos objetos. Nuestro trabajo muestra que el origen de los perfiles de brillo en forma de doble exponencial encontrados en las galaxias

espirales, junto con el característico perfil de color en forma de U, puede explicarse por el efecto combinado de umbrales en la densidad del gas para la formación estelar junto con la migración radial de estrellas debido a efectos perturbativos y seculares. Este trabajo ha sido publicado en Sánchez-Blázquez, Courty et al. (2009).

Galaxias elípticas y sus relaciones de escala

Se desarrolló un análisis espectral de una muestra de galaxias de la secuencia roja que han sido identificadas como remanentes de una fusión seca o de una fusión seca en desarrollo. Encontramos que aproximadamente la mitad de la galaxias que muestran evidencia de haber sufrido una fusión reciente tienen poblaciones estelares más jóvenes que las galaxias de la muestra de control que no han sufrido fusiones recientes. Por el contrario, las galaxias con signos débiles de fusión, con la excepción de un objeto, no muestran esta componente joven. Estos resultados parecen indicar que las poblaciones jóvenes observadas en una fracción importante de las galaxias elípticas son consecuencia de formación estelar disparada por las fusiones. Esta componente joven es consistente con un brote de formación que aportaría menos del 2% de la masa de la galaxia. En términos de poblaciones estelares, estas fusiones son, de hecho, secas. Sin embargo, encontramos que los remanentes de las fusiones con poblaciones estelares jóvenes están soportados por rotación, en contra de la expectativa de una fusión mayor seca. Esto parece indicar que la pequeña cantidad de gas envuelta en este proceso es suficiente para producir un disco estelar dinámicamente frío. Los resultados de este trabajo están en Sánchez-Blázquez, Gibson et al. (2009).

Se realizó el primer estudio buscando galaxias masivas compactas ($r_e \sim 1$ kpc; $M \sim 10^{11} M_{\odot}$) en el Universo cercano. Estas galaxias fueron muy comunes en el Universo temprano ($z \sim 1.5$) pero hasta la fecha no se había encontrado ningún objeto con estas características en el Universo local. Para llevar a cabo nuestro análisis se

utilizó el NYU Value-Added Galaxy Catalog de el Sloan Digital Sky Survey Data Release 6. Se encontró que sólo una fracción extremadamente pequeña de galaxias (~0.03%) con las características anteriores existe a $z < 0.2$. Además, sorprendentemente, son relativamente jóvenes (~2 Gaños) y ricas en metales ($[Z/H] \sim 0.2$). Este análisis fue publicado en Trujillo, Cenarro et al. (2009).

Se llevó a cabo el primer análisis de la evolución de la dispersión de velocidades de galaxias esferoidales masivas ($M \sim 10^{11} M_{\odot}$) hasta $z \sim 2$. Para ello se hizo uso de los espectros públicos de Cimatti et al. (2008) a $z \sim 1.6$ y se comparó nuestra estimación con la dispersión de velocidades de este mismo tipo de objetos a desplazamientos al rojo más bajos. Se encontró una evolución moderada en la dispersión de velocidades de estos objetos, decreciendo desde $\sim 240 \text{ km s}^{-1}$ a $z \sim 1.6$ hasta $\sim 180 \text{ km s}^{-1}$ a $z \sim 0$. Esta evolución moderada contrasta con la gran evolución encontrada en el tamaño de estos objetos (un factor 4) en el mismo intervalo de tiempo. Estos resultados parecen indicar que el halo de materia oscura juega un papel más y más relevante a medida que pasa el tiempo a la hora de establecer la dispersión de velocidad de estas galaxias. Los resultados de este trabajo se publicaron en Cenarro & Trujillo (2009).

Galaxias elípticas y gradientes de metalicidad

Se exploró el diagrama color-magnitud y el plano fundamental (FP) usando el ultravioleta combinando datos de GALEX/SAURON. Fuentes con una emisión fuerte en el UV asociadas a una gran formación estelar aparecen como puntos desviados de las relaciones principales. El análisis del FP en diferentes longitudes de onda sugiere una dependencia importante del conocido "tilt" del FP (es decir, la desviación con respecto al teorema del virial) como función de la población estelar. También se ha explorado la relación entre la velocidad de escape local (V_{esc}) y el índice de intensidad de línea, encontrando una relación muy estrecha. Para ello se han utilizado 48 galaxias de tipo temprano de la muestra de SAURON. Usando la línea Mg_b, se ha visto que esta relación no sólo existe

entre las diferentes galaxias, sino también dentro de las propias galaxias. Los modelos de ensamblaje jerárquico deberían por tanto ser capaces de explicar como esta conexión entre las poblaciones estelares y el potencial gravitatorio se preserva tanto a un nivel local como global. Por último, se investigaron los perfiles de dispersión de velocidades y la intensidad de la línea hasta cuatro radios efectivos en las galaxias de tipo temprano NGC3379 y NGC821 con SAURON. Se ha encontrado que los gradientes de intensidad de línea previamente hallados dentro de $1 R_e$ permanecen constantes hasta al menos $4 R_e$, lo cual pone restricciones a la historia de fusiones de estas galaxias. Las poblaciones de los halos estelares son viejas y poco metálicas. También se descubrió que es necesaria la materia oscura para explicar la cinemática observada en ambas galaxias, con un 30-50 por ciento de la materia total siendo oscura dentro de $4 R_e$ (Jeong et al. 2009).

Cúmulos de galaxias y papel del entorno

Usando una muestra de galaxias enanas del cúmulo de Virgo, demostramos que las galaxias periféricas del cúmulo presentan cinemáticas más frías (tipo disco) a la par que poblaciones estelares con formación estelar más reciente, favoreciendo el escenario en el que las galaxias enanas se forman a partir de galaxias de disco que entran en el cúmulo (Beasley, Cenarro et al. 2009).

Se midió por primera vez la historia de la formación estelar de 16 galaxias enanas más allá del Grupo Local. En todas estas galaxias la fracción principal de estrellas se formó antes de $z=1$, es decir, que estos objetos no son jóvenes a pesar sus edades equivalentes según sus SSPs. Además, encontramos que una fracción importante de ellas presenta gradientes de metalicidad fuertes, lo cual lleva a la conclusión que los metales no escapan de manera sencilla de estos objetos con potenciales débiles y la mezcla no es eficiente. Este trabajo se publicó en Koleva et al. (2009).

El análisis de una muestra de espectros de galaxias de tipo temprano en la banda K ha revelado que las galaxias elípticas en el campo muestran una contribución notable de formación estelar reciente, que no se observa

en el rango espectral óptico. Además, se encontraron diferencias no despreciables entre las galaxias que se encuentran en el campo y las que se encuentran en el cúmulo de Fornax. Este trabajo se publicó en Mármol-Queralto et al. (2009).

Galaxias espirales

Se realizó un análisis multionda (0.15-160 μm) profundo de la galaxia M94 con el objetivo de estudiar las regiones periféricas de este objeto. En este trabajo mostramos que los datos favorecen la idea de que la periferia de esta galaxia no está formada por un anillo estelar cerrado (como se había considerado tradicionalmente en la literatura) si no por una estructura en forma de brazo espiral. En este sentido, M94 es un buen ejemplo de galaxia espiral de Tipo III (antitruncada) que tiene un disco estelar muy brillante. El disco externo contiene el 23% de la masa total de estrellas de la galaxia y contribuye aproximadamente con el 10% de las nuevas estrellas, mostrando que esta región de la galaxia es muy activa. Se exploraron diferentes escenarios que expliquen porque la parte más periférica de esta galaxia es tan activa. La explicación más plausible es que el disco interno (si se lo considera como una distorsión oval) puede dinámicamente crear una estructura de brazos espirales que dispare la formación estelar en las partes más externas del disco. Este trabajo se presentó en Trujillo, Martínez-Valpuesta et al. (2009).

LAS GALAXIAS BARRADAS: EVOLUCIÓN Y CONSECUENCIAS (3I2407)

J.H. Knapen.

S. Comerón Limbourg, J.R. Sánchez Gallego y J. Falcón Barroso.

I. Martínez-Valpuesta (MPE, Alemania); L. Athanassoula, A. Bosma (Marsella, Francia); R. Buta (Univ. de Alabama, EEUU); E. Laurikainen, H. Salo (Univ. de Oulu, Finlandia); E. Brinks, M. Sarzi (Univ. de Hertfordshire, Reino Unido); L. Mazza (NASA GSFC, EEUU); P. James (Univ. Liverpool John Moores, Reino Unido); E. Schinnerer (MPIA, Alemania); M. Regan

(STScI, EEUU); T. Böker (ESTEC, Países Bajos); R. Peletier (Groningen, Países Bajos); B. Elmegreen (IBM, EEUU); D. Elmegreen (Vassar, EEUU); K. Sheth (NRAO, EEUU); T. Eversberg (DLR, Alemania); A. Moffat (Montreal, Canada); C. Wilson (McMaster, Canada); R. Beswick (Univ. de Manchester, Reino Unido).

Introducción

La mayoría de las galaxias en el Universo local tienen barra y por las imágenes del HST, sabemos que la proporción de galaxias barradas no ha variado mucho durante los últimos 8 mil millones de años ($z \sim 1$). Dado que las barras son desviaciones de un potencial gravitatorio axisimétrico, tienen importantes consecuencias para la dinámica y la evolución de las galaxias en las que están. En este Proyecto se estudia la estructura y la evolución de las barras galácticas, y las consecuencias de su existencia para temas tan variadas como la distribución y las propiedades del medio interestelar, la formación estelar, y la estructura de sus galaxias. En primer lugar, se investigarán las propiedades fundamentales de las barras en función del desplazamiento al rojo, analizando muestras de galaxias barradas y de galaxias no barradas, procedentes de las imágenes del HST. Usamos imágenes en el infrarrojo cercano, obtenidas con Spitzer y telescopios en tierra, para estudiar las barras cercanas. En segundo lugar, se estudiarán algunas de las consecuencias de las barras, en particular como están relacionadas con la evolución secular de las galaxias. Incluye el estudio detallado de anillos galácticos, y de las propiedades de las barras en las galaxias lenticulares en comparación con las que están en galaxias espirales. En tercer lugar, se estudiará la dinámica de las barras comparando minuciosamente simulaciones numéricas, imágenes e información cinemática de grandes barras de galaxias cercanas.

Hitos

Se ha completado el atlas más completo de anillos nucleares que existe (AINUR: Atlas of Images of Nuclear Rings). Dicho atlas contiene 113 anillos distribuidos en 107 galaxias.

**MEMORIA
IAC 2009**

101

Junto con el atlas se ha publicado un estudio sobre dichos anillos, cuyos resultados más destacados son la demostración estadística de que son causados por resonancias con las no-axisimetrías de la galaxia y que, contrariamente a lo que se creía, no requieren una barra para ser creados.

Se ha demostrado que las calles de polvo de barras tienen una curvatura inversamente proporcional a la fuerza de la barra. A través de simulaciones se ha podido demostrar que los indicadores de la fuerza de la barra más comunes no son los más útiles a la hora de describir la curvatura de las calles de polvo.

A base de un trabajo estadístico sobre la tasa de formación estelar en una muestra de más de 300 galaxias y sobre la influencia de las interacciones entre galaxias en esta tasa, se ha demostrado que la presencia de una galaxia compañera cercana aumenta la tasa de formación estelar, pero sólo de forma relativamente suave. De estos datos también se ha podido ver que es prácticamente imposible crear una definición objetiva y clara del término "starburst", que se usa muy a menudo para indicar que una galaxia forma muchas más estrellas que lo normal.

Usando las imágenes infrarrojas de más de 100 galaxias de tipo lenticular se ha encontrado que este tipo de galaxia se puede formar mediante un proceso de evolución. Galaxias espirales pierden parte de su hidrógeno, bajan drásticamente su actividad en formación de estrellas, y cambian de tipo morfológico.

Se combinaron datos de CO J=3-2, obtenidos mediante el telescopio James Clerk Maxwell en el marco del Nearby Galaxies Legacy Survey, con imágenes H α , IR, FUV y HI para estudiar la distribución del gas y los trazadores de formación estelar en M81. Encontramos que existe relativamente poco hidrógeno molecular (derivado de la presencia de CO) en la galaxia y que éste se encuentra localizado en la región de los brazos espirales. Parece existir una relación espacial entre las regiones con presencia de gas molecular y los diferentes trazadores de formación estelar.

Se ha constatado, con ayuda de observaciones en el rango óptico e infrarrojo de frecuencias, que la incidencia de cúmulos nucleares en los centros de galaxias espirales tardías es bastante alta (16/18). A su vez, gracias a las observaciones en el infrarrojo, se estableció que los bulbos de este tipo de galaxias son, en promedio, más pequeños y planos que otros presentes en galaxias de tipos más tempranos.

Evolución del Proyecto

Se ha completado y publicado en Monthly Notices of the Royal Astron. Soc. (Comerón et al.) un atlas de anillos nucleares con el fin de realizar un estudio estadístico de sus propiedades. Este catálogo ha sido llamado AINUR (Atlas of Images of NUClear Rings). AINUR contiene imágenes de 109 anillos nucleares en 103 galaxias. Contiene todos los anillos descubiertos con anterioridad más 17 que ha descubierto nuestro grupo. Seis de los anillos nucleares del atlas son de polvo y se encuentran en galaxias de tipo temprano. Los demás anillos son anillos nucleares de formación estelar.

El atlas incluye medidas métricas de todos los anillos nucleares. También se buscan vínculos entre las propiedades de la galaxia anfitriona y las propiedades del anillo nuclear, así como vínculos entre las propiedades métricas de los anillos nucleares y la fuerza de las no-axisimetrías. En colaboración con E. Laurikainen y H. Salo de la Universidad de Oulu (Finlandia), se ha determinado la fuerza de las barras de las galaxias.

AINUR contiene varios resultados importantes y subproductos que destacamos aquí:

- Un compendio visualmente atractivo de imágenes de todos los anillos nucleares conocidos.
- Una recopilación de datos acerca de los anillos nucleares y sus galaxias anfitrionas. Estos datos tienen el mérito de haber sido tomados de manera uniforme.
- Se comprobó que la mayoría o todos los anillos nucleares de formación estelar

(incluidos los que se encuentran en las galaxias no barradas) son causados por la concentración de gas en ciertas órbitas debido a resonancias. Esto es muy importante, ya que sólo se había demostrado para algunos anillos nucleares en particular y no en general.

- Se ha demostrado que el máximo tamaño posible para un anillo nuclear es inversamente proporcional a la fuerza de las no-axisimetrías (tales como barras o fuertes patrones espirales).

- No se encontraron fuertes correlaciones entre la elipticidad de los anillos nucleares y las propiedades de las galaxias anfitriona.

- Se descubrió que la existencia de un anillo nuclear ni favorece ni desfavorece la presencia de un AGN.

Las calles de polvo en barras galácticas son conocidas por trazar choques en el flujo de gas. Mediante el uso de modelos numéricos, Athanassoula (1992, Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., 259, 345) predijo que la curvatura de las calles de polvo sería inversamente proporcional a la fuerza de las barras, cosa que se ha confirmado ahora. El interés de hacer este estudio, más allá de comprobar una predicción, radica en que la curvatura de las calles de polvo podría ser un indicador de la fuerza de la barra fácilmente medible. Se ha comprobado la predicción de Athanassoula, pero descubrimos que la relación tiene una gran dispersión. Para averiguar el origen de dicha dispersión decidimos simular más de 200 galaxias distintas con distintos valores de elipticidad de la barra, de la masa del bulbo, y de la velocidad de rotación de la barra. Se descubrió que la dispersión puede ser reducida mediante el uso de un indicador de la fuerza barra formada por una combinación de QB y la elipticidad de la barra. Este resultado, publicado como Letter en la revista Astrophysical Journal por S. Comerón et al., es importante porque muestra que existen fenómenos físicos que requieren nuevas maneras de medir la fuerza de la barra para ser correctamente descritos.

Dentro del marco del Proyecto Internacional "The JCMT Nearby Galaxies Legacy Survey" se han obtenido mapas en CO del gas molecular en una muestra de unas 150 galaxias. Los primeros resultados de este estudio han sido publicados durante el 2009, destacando unas relaciones importantes entre la cantidad y distribución del gas molecular, de la formación estelar, y del polvo en las galaxias espirales. Estamos completando una serie de imágenes en la línea de emisión de H α de todas estas galaxias, que nos permitirán estudiar en mucho más detalle cómo se relacionan el medio interestelar y la formación estelar dentro de galaxias individuales, pero también entre galaxias de diferentes tipos morfológicos.

J. R. Sánchez-Gallego está liderando un estudio detallado de la emisión en CO en la galaxia espiral Messier 81, comparando la distribución del gas con la de las estrellas jóvenes y viejas. Hay relativamente poco gas molecular en esta galaxia, y la distribución del gas está relacionada con la de la formación reciente de estrellas.

A base de imágenes en H α de una muestra de 327 galaxias en el programa HaGS (H α Galaxy Survey), J.H. Knapen y P. James han completado un estudio de las características de formación estelar de las galaxias que tienen una compañera cercana en comparación con las que no lo tienen. La presencia de una galaxia compañera aumenta, estadísticamente, la tasa de formación estelar, pero sólo lo hace de forma moderado, en promedio con un factor dos. Además, los datos indican que este aumento no es puntual, sino durante un periodo largo de tiempo. Una implicación de este trabajo es la conclusión que no es posible crear una definición clara y objetiva de un 'starburst', a pesar de que este término se usa muy a menudo en la literatura para denominar galaxias con altas tasas de formación estelar. A base de los mismos datos, James y J.H. Knapen también han analizado los perfiles radiales en H α y en continuo, indicando una posible nueva manera de buscar barras en galaxias lejanas.

J.H. Knapen y colaboradores Buta (Alabama), Laurikainen y Salo terminaron las observaciones en infrarrojo de casi 150 galaxias de tipo S0, o lenticulares, por medio del Survey NIRS0S. En varios artículos analizamos las propiedades estadísticas de estas galaxias lenticulares, y de las barras dentro de ellas. Por ejemplo, encontramos que la fracción de galaxias barradas es superior en las galaxias espirales comparado con las lenticulares, aunque las lenticulares tienen más lentes. Los parámetros de los bulbos y los de los discos de las galaxias S0 están relacionados. Todo esto indica que las lenticulares no se han formado a base de interacciones entre galaxias, pero más bien como resultado de la evolución de galaxias espirales. Las barras, sin embargo, han jugado un papel importante en esta evolución, la que explicaría la fracción menor elevada de galaxias lenticulares barradas.

A base de imágenes muy profundas en el infrarrojo obtenidas por J.H. Knapen en el telescopio Anglo-Australiano, Buta et al. (2009) concluyeron que aunque las barras más fuertes tienden a tener los brazos espirales más prominentes, la relación estadística directa entre la fuerza de la barra y la amplitud de los brazos espirales no es muy significativa. Este hecho puede indicar que son más bien las barras jóvenes las que influyen en los brazos espirales en sus galaxias.

integral (SAURON), lo que nos permite evaluar las relaciones entre las estructuras, cinemática y poblaciones estelares en dos dimensiones. Nuestro estudio revela que los colores varían de forma significativa entre las galaxias, pero sin embargo lo hacen de forma bastante moderada dentro de una misma galaxia. Variaciones abruptas en los perfiles de brillo superficial son debidas primordialmente al polvo presente en dichos objetos e implican grados de extinción de hasta 2 magnitudes en banda V. Los perfiles son bien descritos por funciones de Sersic y exponenciales, ajustando unas a los bulbos y otras a los discos circundantes. Encontramos que bulbos en este tipo de galaxias son pequeños y con índices de Sersic en torno a 0.7 a 3. Finalmente, la incidencia de cúmulos nucleares en los centros de dichas galaxias es bastante alta (16/18), lo que da cuenta de la importancia de fenómenos de evolución secular en dichos objetos.

**MEMORIA
2009 IAC**

104 J. Falcón Barroso y colaboradores han completado el estudio fotométrico, en rango óptico e infrarrojo, de una muestra de galaxias espirales tardías. Para ello se hizo uso de datos de alta resolución del telescopio Hubble así como datos procedentes de observaciones terrestres. Este es el primer estudio fotométrico basado en galaxias para las cuales contamos con datos cinemáticos y de poblaciones estelares tomados con un espectrógrafo de campo

FÍSICA DE LAS ESTRELLAS, SISTEMAS PLANETARIOS Y MEDIO INTERESTELAR

NEBULOSAS BIPOLARES (311386)

A. Mampaso Recio, R.L.M. Corradi, C. Giammanco y M. Santander García.

K. Viironen (CEFCA, Teruel); D.R. Gonçalves (Obs. Valongo, Brasil); E.R. Rodríguez Flores (IGA, Cuba); L. Sabin (UNAM, México); B. Balick (Univ. de Washington, EEUU); S. Navarro (Univ. de Guadalajara, México); M. Rodríguez, G. Delgado Inglada (INAOE, México); L. Cuesta (CAB, Madrid); V. Lorenzi (TNG, La Palma); L. Magrini (Univ. de Florencia, Italia); J. Drew (Univ. de Hertfordshire, Reino Unido); R. Greimel (Univ. de Graz, Austria); J.M. Vílchez (IAA, Granada); J. Mikolajewska (Copernicus Centre, Polonia); Colaboración IPHAS.

Introducción

Se persiguen tres objetivos principales:

Determinar las condiciones físico-químicas de las nebulosas planetarias con geometría bipolar y de las nebulosas alrededor de estrellas simbióticas, para entender el origen de la bipolaridad y proponer modelos teóricos que expliquen la morfología y la 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), sus propiedades físico-químicas y su interacción con el gas nebular.

Descubrir y estudiar nuevas nebulosas planetarias galácticas (mediante el cartografiado IPHAS) y extragalácticas (en el Grupo Local y más allá) analizando sus propiedades físico-químicas e investigando los gradientes de composición química a lo largo de las galaxias.

Hitos

El estudio de unas 40000 estrellas de tipo A extraídas de la base de datos del cartografiado IPHAS y situadas entre +1 y -1 grados del plano de la Galaxia ha permitido medir su estructura y metalicidad hasta unos 16 kpc del Centro galáctico. No se encuentran evidencias de un cambio brusco de metalicidad más allá de 10 kpc del Centro galáctico.

Se han descubierto 781 nuevos candidatos a nebulosa planetaria en el plano galáctico. Se han identificado cuatro nuevas nebulosas planetarias extremadamente compactas y con líneas de emisión anómalas; probablemente son objetos muy jóvenes en la fase de transición entre nebulosa protoplanetaria y planetaria.

Evolución del Proyecto

El grupo continuó durante 2009 el estudio de las microestructuras de baja ionización en nebulosas planetarias. Se publicó un artículo, coordinado por D. R. Gonçalves, con datos de cuatro nebulosas planetarias: He 1-1, IC 2149, KJ Pn 8 y NGC7662. Por primera vez se pudieron medir con precisión las condiciones físicas (temperatura y densidad electrónicas) y de excitación de las microestructuras y de los componentes nebulares principales. El resultado más importante e inesperado de este estudio es que las condensaciones de baja ionización son hasta diez veces *menos densas* que la nebulosa principal, y no unas diez veces *más densas* que ella, como predicen los modelos. Esa discrepancia de un factor 100 entre teoría y observación sólo puede explicarse si la mayor parte del material de las condensaciones (el 90%) es neutro, compuesto por moléculas y polvo.

Las colaboradoras G. Delgado Inglada y M. Rodríguez (INAOE, México) publicaron junto a A. Mampaso y K. Viironen un estudio sobre

las abundancias de hierro en 33 nebulosas planetarias galácticas. Se pudo demostrar que el hierro es muy poco abundante en la zona ionizada, lo que indica que más del 90% de los átomos de hierro tienen que estar atrapados en los granos de polvo asociados al gas. Un resultado similar se obtuvo anteriormente para las regiones HII. La conclusión principal del trabajo es que el proceso de incorporación al polvo de los elementos refractarios como el hierro tiene que ser muy eficiente, mientras que los procesos de destrucción de los granos de polvo (y la subsiguiente liberación del hierro) tienen que ser muy poco eficientes. Estos resultados son muy relevantes, dado el desconocimiento actual sobre los procesos de acumulación de elementos en los granos y de destrucción de los mismos.

El grupo participó muy activamente durante 2009 en el cartografiado IPHAS (Isaac Newton Telescope Photometric H α Survey; más información en la página Web del Proyecto: <http://www.iphas.org>). IPHAS es un mapa de una banda de 10 x 185 grados del plano galáctico norte en los filtros H-alfa, R e I. Es el primer cartografiado totalmente fotométrico, el más profundo (unas siete magnitudes más profundo que los existentes) y el de mejor resolución espacial (típicamente 1 segundo de arco) de los cartografiados del plano galáctico realizados hasta la fecha. IPHAS permite estudiar con un detalle sin precedentes la estructura de nuestra Galaxia y sus poblaciones estelares, en particular los objetos en las fases más tempranas y más tardías de la evolución estelar, incluyendo las estrellas T Tauri y las nebulosas planetarias. Nuestro grupo del IAC coordina el estudio de las nebulosas ionizadas (restos de SN, regiones HII y nebulosas planetarias, tanto compactas como extensas) y el de las estrellas binarias tipo simbióticas.

En 2009 aparecieron dos trabajos liderados por S. Sale y J. Drew, colaboradores del Proyecto IPHAS. Ambos artículos tratan de la estructura en estrellas y polvo del disco de la Galaxia. En el primer artículo se presenta un nuevo algoritmo basado en la fotometría

IPHAS para determinar la distancia y la extinción de estrellas normales (hay unos 200 millones de ellas en la base de datos de IPHAS) con tipos espectrales entre A y K, lo que permite cartografiar la extinción galáctica (es decir, el contenido en polvo) en tres dimensiones y con una resolución angular (unos 10 arcmin), en distancia (unos 100 pc) y una profundidad (hasta unos 10 kpc más allá del círculo solar) que supera con mucho a los mapas de extinción existentes. En el segundo artículo se investiga la estructura del disco externo de la Galaxia mediante la distribución de estrellas tempranas de tipo A, es decir, estrellas relativamente jóvenes con edades típicas de unos 100 millones de años. Seleccionando unas 40.000 estrellas muy cercanas al plano ecuatorial, se demuestra que la densidad estelar decrece exponencialmente hacia el exterior con longitud de escala de unos 3.000 pc y hasta unos 13.000 pc del Centro Galáctico. Más allá, el perfil de densidad estelar se trunca muy abruptamente. Un último resultado relevante de este estudio es que no se encuentran evidencias de un cambio súbito de metalicidad más allá de 10 kpc del Centro, contrario a lo que se había sugerido anteriormente.

En 2009, K. Viironen publicó, como parte de su tesis doctoral y junto a otros miembros del Proyecto IPHAS, dos trabajos con los resultados de la búsqueda de nuevas nebulosas planetarias en la base de datos de IPHAS. En el primer artículo se presentó el método de selección desarrollado, método que se aplicó al catálogo de 4.853 estrellas con emisión en H-alfa publicado por Witham et al. en 2008. A partir de los diagramas color-color ópticos construidos con las bandas de IPHAS, e infrarrojos, con las de 2MASS, pudieron identificarse 83 candidatos a nebulosa planetaria. Cuatro de esos candidatos se estudiaron con gran detalle mediante espectroscopía óptica, resultando ser nebulosas planetarias muy jóvenes, probablemente en la fase de transición inmediatamente posterior a la de nebulosa protoplanetaria. Estos objetos son muy escasos y difíciles de identificar pero resultan ser la clave para investigar uno de

los problemas más arduos en el estudio de la evolución tardía de las estrellas de tipo solar: la emergencia de estructuras complejas con alto grado de simetría (simetría bipolar, cuadrupolar, punto-simétrica, etc.) en fases anteriores a la de nebulosa planetaria.

En el segundo artículo, también liderado por K. Viironen, se amplió el estudio anterior a la muestra completa (unos 600 millones de detecciones individuales) de objetos en la base de datos IPHAS. Tras una cuidadosa selección semi-automática, se identificaron 1.005 candidatos a nebulosa planetaria compacta, de los cuales 224 resultaron ser objetos ya conocidos (entre ellos, 149 nebulosas planetarias confirmadas). Se estudiaron las propiedades infrarrojas, los datos en radio (si había) y la extensión angular (un 25% de los candidatos son extensos, con tamaño superior a 1 arcsec) de los 781 candidatos restantes, definiéndose con todos esos parámetros un índice de calidad para facilitar la identificación de los candidatos individuales. En el mismo trabajo se presentan los resultados del análisis espectral de los primeros 69 candidatos estudiados. 38 de ellos tienen efectivamente líneas de emisión nebulares mientras que los restantes son estrellas con H-alfa en emisión, muy probablemente estrellas jóvenes. Combinando estas nuevas detecciones con las de la búsqueda visual de nebulosas extensas que está realizándose en la actualidad, se estima que llegarán a descubrirse tres veces más nebulosas planetarias que las que ahora se conocen en el plano de la Galaxia.

REGIONES HII EXTRAGALÁCTICAS (311486)

C. Esteban López.

L. López Martín, A. Mesa Delgado, M.F. Nuñez Díaz, A. Herrero Davó, V. Luridiana y J. García Rojas.

E. Benítez, L. Carigi, C. Morisset, A. Peimbert, M. Peimbert, M. Peña (IA-UNAM, México); F. Bresolin (IfA, Hawai, EEUU); H.O. Castañeda (IPN, México); M.V.F. Copetti

(Univ. Federal de Santa Maria, Brasil); K. Exter (STScI, EEUU); C. Kehrig, J.M. Vílchez (IAA, Granada); B. Koribalski, Á.R. López Sánchez (ATNF, Australia); M. Rodríguez (INAOE, México); S. Sánchez (CAHA); G. Stasinska (Obs. de Meudon, Francia); M. Bautista (Univ. de Virginia, EEUU); M.T. Ruiz (Univ. de Chile).

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.

Estudio de la estructura e historia de la formación estelar en galaxias HII, principalmente 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.

Hitos

Se han reducido y comenzado el análisis de espectros Echelle obtenidos en tiempo de servicio en el telescopio VLT de Cerro Paranal (Chile) de la región HII galáctica NGC2579. El interés de este objeto es que se trata de una región HII de alto brillo superficial situada en las zonas externas de la Vía Láctea (12.8 kpc del centro) y que había sido muy poco estudiada en el pasado. Los resultados más relevantes es que se han determinado con gran precisión las abundancias de oxígeno y carbono y C mediante líneas de recombinación en

**MEMORIA
IAC 2009**

107

dicho objeto, lo que permite estudiar el comportamiento del gradiente de ambos elementos (y de su cociente C/O) en las zonas externas de nuestra Galaxia, un verdadero hito que nos proporcionará información sobre la evolución química y el origen del carbono a lo largo del disco de la Vía Láctea. En este trabajo participan C. Esteban, J. García Rojas., M. Copetti, L. Carigi y H. Castañeda.

Evolución del Proyecto

A. Mesa Delgado y C. Esteban han finalizado un artículo sobre el análisis de espectros profundos de rendija larga obtenidos con el espectrógrafo ISIS del telescopio WHT (Observatorio del Roque de los Muchachos) de las regiones HII galácticas M8 y M17 y de la nebulosa anular NGC7635 (producida por el viento estelar asociado a una estrella O masiva). En este trabajo se estudia la distribución espacial de un gran número de propiedades nebulares, como la extinción por polvo, la densidad y temperatura electrónicas y las abundancias químicas. En particular se ha estudiado la distribución de la discrepancia de abundancias del O++ (diferencia entre la abundancia de este ion determinada a partir de líneas de recombinación y de excitación colisional) encontrándose que es prácticamente constante a lo largo de las posiciones de rendija observadas en M8 y M17, a diferencia de lo que nuestro grupo encontró en la Nebulosa de Orión. En el caso de NGC7635 se obtienen valores de la discrepancia de abundancias muy altos, más altos que en las regiones HII. Se encontró un posible candidato a objeto Herbig-Haro en M8.

(correspondiente a un borde de ionización) y de los objetos Herbig-Haro HH203 y HH204. Estos resultados vendrán a complementar los ya publicados en 2009 por el grupo para HH202. Se están analizando mapas de cocientes de líneas de emisión y de propiedades físicas (densidad y temperatura electrónica). En este trabajo participan C. Esteban, J. García Rojas y V. Luridiana.

C. Esteban ha reducido y analizado espectros Echelle profundos obtenidos con el telescopio VLT de Cerro Paranal (Chile) de 9 regiones HII gigantes en galaxias irregulares y galaxias HII de distinta metalicidad. La finalidad principal de los datos ha sido determinar la abundancia de carbono y de oxígeno en estos objetos a partir de líneas de recombinación. Se consiguió medir líneas de este tipo en 7 de los objetos. Con estos datos y otros obtenidos en trabajos anteriores de nuestro grupo, se dispone de una extensa muestra de regiones HII gigantes extragalácticas con determinaciones de la abundancia de carbono y donde se puede estudiar la dependencia de la discrepancia de abundancias del O++ (definida más arriba) con la metalicidad del medio y otras características del campo de radiación y estructurales y físicas de la nebulosa. En este Proyecto colaboran J. García Rojas, F. Bresolin y M. Peimbert.

En septiembre de 2009 se obtuvo espectroscopia Echelle de una serie de regiones HII de la galaxia de Andrómeda (M31) con el espectrógrafo HDS del telescopio de SUBARU en el Observatorio de Mauna Kea (Hawai, EEUU). Los datos permitirán determinar la abundancia de carbono y oxígeno mediante líneas de recombinación en varios de los objetos así como determinar el gradiente de abundancias de ambos elementos a lo largo del disco de esta galaxia y comparar con nuestros resultados anteriores para el gradiente de abundancias de carbono y del C/O en la Vía Láctea y en M101. En este trabajo colaboran C. Esteban, J. García Rojas, F. Bresolin y M. Peimbert. En 2009 también se consiguió tiempo de observación de servicio para 2010 en el telescopio VLT para obtener espectros

**MEMORIA
2009 IAC**

108

A. Mesa Delgado, M. Núñez Díaz y L. López Martín están terminando la reducción y el análisis de datos de espectroscopia bidimensional de zonas seleccionadas de la Nebulosa de Orión obtenidos con el espectrógrafo PMAS en el telescopio de 3.5 m de Calar Alto. Entre las zonas estudiadas se encuentra el centro de la nebulosa (alrededor de las estrellas del Trapecio, incluyendo varios discos protoplanetarios), la zona denominada como "la barra"

Echelle de regiones HII de la galaxia espiral NGC300, también con el fin de estudiar los gradientes de carbono y de C/O.

M. Núñez Díaz, becario FPI del grupo está realizando su tesis doctoral sobre el análisis de un mapa espectroscópico profundo de la Nebulosa de Orión a partir de datos obtenidos con el espectrógrafo PPAK del telescopio de 3.5 m de Calar Alto. Aunque durante 2009 se obtuvieron dos periodos de observación para dicho cometido, el mal tiempo en el observatorio no permitió obtener ni un solo espectro para el Proyecto.

C. Esteban y A.R. López Sánchez han obtenido observaciones con el radio-interferómetro ATCA (Narrabri, Australia), en frecuencias del hidrógeno neutro (21 cm) y radio-continuo a 13 y 20 cm de un grupo de galaxias starburst cercanas, con lo que se completaron las observaciones comenzadas en 2008. Se han encontrado resultados espectaculares sobre la estructura del gas neutro alrededor de estos objetos que inciden sobre la enorme importancia de los fenómenos de interacción en la evolución de las galaxias observadas. Durante 2009, ambos investigadores finalizaron prácticamente la redacción de una serie artículos que recogen una enorme cantidad de resultados obtenidos en el estudio multibanda de una muestra de 20 galaxias Wolf-Rayet. Este estudio recopila datos sobre: extinción por polvo, abundancias químicas, cinemática del gas ionizado, poblaciones de estrellas masivas, relaciones metalicidad-luminosidad y metalicidad-color, ritmos de formación estelar y la determinación de las masas y del contenido de materia oscura de estos objetos. Un estudio profundo y extensivo de las propiedades físicas sin precedentes para este tipo de objetos.

Durante 2009, V. Luridiana comenzó el análisis de las desviaciones de los cocientes de intensidad de líneas de recombinación del hidrógeno que nuestro grupo había detectado en observaciones Echelle profundas en regiones HII. Resultados preliminares indican que estas desviaciones pueden

explicarse cualitativa y cuantitativamente mediante la acción de dos fenómenos concomitantes: variación de la población de los niveles mediante colisiones que hacen cambiar el número cuántico orbital de los niveles y por fluorescencia por absorción de fotones de Lyman de la radiación estelar.

En 2009 N. L. Martín Hernández publicó un análisis de la emisión en el infrarrojo medio de cuatro estrellas Ae/Be de Herbig. Este estudio, que combina imagen y espectroscopia obtenidas en diferentes instrumentos y telescopios en tierra (3.6 m ESO y 8 m VLT) y en el espacio (ISO y Spitzer), ha permitido estudiar la extensión y las propiedades de la distribución de los hidrocarburos policíclicos aromáticos así como la mineralogía de estas zonas de formación estelar. Este trabajo se ha realizado en colaboración de C. Boersma, G. van der Wolk, J. W. Pel (Kapteyn Astronomical Institute, Países Bajos), E. Peeters (Univ. Western Ontario, Canadá), A.P. Verhoeff, L.B.F.M. Waters (Astronomical Institute "Anton Pannekoek") y A.G.G.M. Tielens (NASA-Ames Research Center, EEUU).

En 2009 L. López-Martín en colaboración con S. Arribas (CSIC, Madrid) ha obtenido espectros de campo integral con el instrumento INTEGRAL (telescopio WHT) de tránsitos de planetas extrasolares. Se espera poder detectar los tránsitos de estos planetas a través de la variación del flujo medida en los espectros en líneas atmosféricas de sodio.

En 2009 L. López-Martín ha colaborado con J. M. Vílchez y J. Iglesias en la reducción de datos de espectroscopia bidimensional obtenidos con PMAS (Calar Alto, Almería) de un grupo de galaxias para estudiar tanto la morfología como las propiedades físicas y abundancia química; y en su caso poder determinar la posible interacción entre algunas de ellas.

A comienzos de 2009, N.L. Martín Hernández se dio de baja del Proyecto y, a mediados de año, se incorporaron V. Luridiana, como becaria postdoctoral del IAC y J. García Rojas, como astrónomo de soporte de los Observatorios del IAC.

ESTUDIO FÍSICO DE NEBULOSAS PLANETARIAS (311586)

A. Manchado Torres.
A. García Hernández, S. Iglesias Groth y V. Luridiana.

L. Stanghellini (NOAO, EEUU); E. Villaver (Univ. Autónoma de Madrid); P. García Lario, (ESAC, Madrid); M. Guerrero (IAA, Granada); G. García-Segura (UNAM, México); L. Bianchi (YHU, 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 como afectan los campos magnéticos, rotación estelar y sistemas binarios a la pérdida de masa, y por tanto en la morfología de las NPs. Asimismo, se pretende estudiar la evolución química de las envolturas tanto del material molecular como del gas ionizado y su relación con los procesos de pérdida de masa.

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

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

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

Hitos

Se ha descubierto que el origen de algunos de los elementos radioactivos encontrados en los meteoritos más primitivos, cuyo origen data de la época de formación del Sistema Solar, pudo proceder de una estrella de seis masas solares atravesando la última fase de su vida a su paso por la vecindad solar. Los elementos radioactivos sintetizados en el interior de estrellas gigantes rojas cercanas, con masas aproximadamente seis veces mayor que la del Sol, han enriqueciendo la nebulosa a partir de la cual se formó el Sistema Solar sin necesidad de la contribución de estrellas más masivas, que habrían producido supernovas, como hasta ahora se suponía. La desintegración de esos isótopos en el interior de los primeros cuerpos o protoplanetas sería responsable del calentamiento interno que ayudó a que los primeros minerales se fundiesen y recristalizasen para dar lugar a los planetas rocosos y grandes asteroides. Por lo tanto las abundancias de los principales núcleos radioactivos medidas en meteoritos serían consistentes con los producidos por este tipo de estrellas.

Se ha encontrado la existencia de complejas moléculas de carbono creadas en el último instante de la vida de algunas estrellas del bulbo galáctico. Se han descubierto grandes concentraciones de carbono alrededor de nebulosas planetarias - las últimas etapas evolutivas en la vida de las estrellas de masa baja e intermedia - en el centro de la Vía Láctea. Estrellas con una sobreabundancia extrema de este elemento químico habían sido detectadas en otras regiones de nuestra galaxia, pero nunca en el bulbo. La presencia de carbono en nebulosas planetarias y no en el resto de estrellas viejas y de poca masa que pueblan el centro galáctico, sugiere la existencia de cambios químicos bruscos en el último instante de la vida de estos objetos.

Se han identificado por primera vez estrellas AGB (Asymptotic Giant Branch) de rubidio extragalácticas en entornos de baja metalicidad como las Nubes de Magallanes. El descubrimiento de estrellas AGB de rubidio en las Nubes de Magallanes confirma

por primera vez que estos objetos también existen en otras galaxias, y que estas estrellas generalmente son más brillantes que el límite de luminosidad estándar ($M_{bol} \sim -7.1$) para las estrellas AGB. Las observaciones de estrellas AGB de rubidio en las Nubes de Magallanes son cualitativamente explicadas por los modelos teóricos actuales. Sin embargo, estos modelos teóricos no son capaces de predecir las extremas sobreabundancias de rubidio observadas. Este problema podría estar relacionado con nuestro incompleto entendimiento de las atmósferas de estas estrellas. Este trabajo nos permitirá identificar este tipo de estrellas en otras galaxias del Grupo Local. El estudio de estrellas AGB masivas en diferentes entornos de metalicidad permitirá conocer la relación entre la nucleosíntesis estelar en la fase AGB y otros parámetros como metalicidad, luminosidad, masa estelar, etc. con mucho más detalle que en nuestra Galaxia.

Evolución del Proyecto

Se ha trabajado en la derivación y discusión de abundancias químicas en estrellas AGB masivas de las Nubes de Magallanes a partir de espectros ópticos obtenidos con ESO-VLT/UVES. Se impartió un seminario Breaking News en el IAC (12 noviembre de 2009) presentando los resultados de este trabajo.

Se han analizado espectros Spitzer de una muestra de 13 Nebulosas Planetarias del bulbo de nuestra Galaxia con química peculiar y se han correlacionado las características del polvo con otras propiedades nebulares.

Se ha finalizado el análisis de abundancias isotópicas de C, N, y O en estrellas R Coronae Borealis y la reducción/análisis de los espectros Spitzer de 30 estrellas R Coronae Borealis. Además, se obtuvo la fonometría VRI de 18 de estas estrellas observadas con Spitzer a partir de imágenes obtenidas con IAC80/CAMELOT durante 2008.

Se ha finalizado la reducción/análisis de los espectros Spitzer de 88 estrellas post-AGB sin contrapartida óptica.

Se han analizado los espectros obtenidos con el telescopio 9.2 m Hobby-Eberly Telescope (HET, McDonald Obs., EEUU) con el instrumento HRS.

Por otro lado, se ha continuado la búsqueda de nuevos hidrocarburos aromáticos policíclicos, tanto en el complejo Molecular de Perseo (observaciones con los telescopios TNG-SARG, diciembre 2008 y WHT-ISIS, diciembre 08 y febrero 2009) como en estrellas enrojecidas ($E(B-V) \sim 1$) de tipo O y B, con los telescopios VLT (UVES, principio de verano 09) y TNG (SARG, julio 09).

Se está elaborando un estudio sistemático de los datos, con el interesante resultado de la detección del segundo PAHs más sencillo en Perseo, el catión del antraceno.

La colaboración con F. Cataldo ha sido muy productiva e intensa, tanto en el número de publicaciones, como en los resultados de espectros en el óptico e infrarrojo, obteniéndose transiciones próximas a las DIBs a baja temperatura (hasta -180°C) como la reproducción con fullerenos hidrogenados del rasgo de extinción de 2175 Å.

Se ha comenzado la actualización del código "Nebular" para el análisis de espectros nebulares. Específicamente, se proyecta reescribir el código (actualmente disponible como paquete de IRAF) en Python; actualizar la base de datos atómicos; añadir nuevos diagnósticos nebulares, incluyendo líneas de infrarrojo y cocientes de líneas de elementos s.

Hasta la ahora, se han realizado versiones cero de las siguientes rutinas: redlaw.py (elección y evaluación de la ley de enrojecimiento), Atomic.py (creación de la estructura del átomo), readAtom.py (lectura de datos atómicos), omega.py (cálculo de las omegas colisiones para el ion seleccionado y evaluación de las fuerzas de colisión para las condiciones físicas dadas) y populations.py (cálculo de las poblaciones y las densidades críticas de los niveles). Se ha creado de una base de datos de artículos de datos atómicos, incluyendo tanto las usadas por la versión actual de nebular como las

usadas por otros códigos de análisis nebuloso (ej. Cloudy, Mocassin) o relevantes.

Se han actualizado los ficheros de datos atómicos leídos por Nebular para algunos iones de uso común (O II, S II, Ne III). Se han creado ficheros de datos atómicos para iones de elementos s, para el análisis de planetarias (Kr III, Kr IV y Xe III).

ESTRELLAS BINARIAS (310788)

C. Lázaro Hernando.

M.J. Arévalo Morales, I. González Martínez-País, P. Rodríguez Gil, T. Shahbaz, H. Hernández Peralta, J. Casares Velázquez, J.M. González Pérez y J.A. Acosta Pulido.

B.T Gansicke, T.R. Marsch, A. Aungwerowit, M. Dillon, A. Rabassa Mansergas, (Univ de Warwick Reino Unido); M. Pérez Torres, D. Steeghs (Harvard Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); M. López Morales (Carnegie Institution of Washington, EEUU); R. Iglesias Marzoa, V. Tamazian (Obs. de Santiago de Compostela); V.S. Dillon (Univ. de Sheffiel, Reino Unido); A. Schwobe, A. Nebot (Inst. de Astrofísica de IPostsdam, Alemania); L. Schmidtobreick, K.O. Brien, E. Mason (ESO, Chile); C. Tappert (Univ. Católica, Chile); M. Schreiber (Univ. Valparaiso, Chile); P. Hakala, A. Somero (Univ. de Helsinki, Finlandia); H. Hernandez Peralta (Univ. Autónoma Iztapalapa, México); P. Abraham (Konkoly, Hungría).

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 las binarias de rayos X, algunos tipos de sistemas estudiados en este Proyecto. Un aspecto donde las binarias juegan un papel fundamental es en la determinación de parámetros estelares absolutos, siendo la única fuente de valores precisos para los radios y las masas estelares.

Actualmente se siguen varias líneas de trabajo:

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

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

Desde 2006 el grupo trabaja en la obtención de curvas de luz en visible e infrarrojo de binarias separadas, formadas por estrellas de muy poca masa, complementadas con observaciones espectroscópicas para la obtención de sus curvas de velocidad radial. La finalidad es determinar con mayor precisión los parámetros absolutos estelares en el rango de la "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

**MEMORIA
2009 IAC**

Introducción

112

El estudio de las estrellas binarias es una parte esencial de la Astrofísica Estelar. Se cree que la mayoría de las estrellas de la Galaxia se han formado en sistemas binarios o múltiples, por lo que entender la estructura y 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

sistemas binarios, llevando a cabo estudios de poblaciones tanto en la región cercana al mínimo periodo orbital observado (~ 80 min), como en la frontera superior del “hueco de periodos”, el intervalo de periodos orbitales comprendido entre 3 y 4.5 h. 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 variables cataclísmicas del Sloan Digital Survey (200 sistemas), en un ingente esfuerzo observacional. Hasta este momento esta muestra es la más completa y exenta de efectos de selección disponible.

Por otra parte el grupo de investigación ha demostrado que existe una gran densidad de sistemas intrínsecamente muy luminosos (con tasas de transferencia de materia muy altas) en el rango de periodos orbitales comprendidos entre 3 y 4.5 h, que se conocen como sistemas SW Sextantis. Es precisamente en un periodo orbital de 3 h donde la teoría predice el cese del transporte de masa (y su entrada en el hueco de periodos, donde el sistema se separa, antes de llegar de nuevo al contacto con un periodo de 2 h) debido a que la estrella donante de masa se vuelve completamente convectiva, lo cual se contradice con la existencia de cataclísmicas con ritmos mayores de transferencia de masa justo en la frontera superior de 3 h. En este sentido, se están realizando, por primera vez, 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 disco brillante permite la observación de ambas componentes estelares. Los valores de las masas serán confrontados con los valores teóricos.

Es de destacar que este último Proyecto es liderado por el grupo de Estrellas Binarias del IAC (IP: P. Rodríguez-Gil ING-IAC) y cuenta con una amplia colaboración internacional. La toma de los datos requiere tener garantizada la observación en modo “Target of Opportunity” en telescopios de clase 8-m.

Este Proyecto cuenta con gran apoyo de los TAC de VLT y Gemini que, usualmente le conceden alta prioridad.

Hitos

Caracterización de la población de variables cataclísmicas en el Sloan Digital Sky Survey (SDSS)

Se ha confirmado definitivamente 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. El artículo que presenta estos resultados ya ha sido publicado (Gaensicke et al. 2009, *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, 397, 2170).

Descubrimiento de acreción intermitente en el sistema SW SEX BB Doradus

Hasta ahora se pensaba que las abruptas disminuciones de brillo (hasta ~5 mag) que experimentan los sistemas SW Sextantis y otras variables cataclísmicas implicaban un cese temporal de la transferencia de materia entre la estrella donante y la enana blanca. Nuestras observaciones espectroscópicas del sistema BB Dor en estado de quietud ($V \sim 19.2$) con el telescopio NTT (La Silla, Chile) han demostrado que esto no es cierto. Los datos muestran rápidos eventos de transferencia de material que ocurren esporádicamente, durante los cuales se producen drásticos cambios en el continuo (se hace muy azul) y en la anchura de las líneas de emisión (se ensanchan considerablemente) típicos del fenómeno de acreción.

Por otra parte, posteriores espectros con resolución temporal obtenidos con VLT/FORS2 muestran dos componentes muy estrechas de emisión en H alfa que no se localizan en ninguna de las componentes del sistema. Esto nos ha llevado a plantear que el material que se transfiere durante estos episodios proviene de estructuras características de la actividad magnética

de la estrella donante, tales como las protuberancias. Esto refuerza nuestra hipótesis de que la causa de estos estados de disminución o cese de la acreción se deben a ciclos de actividad magnética en las estrellas donantes, como ocurre en el Sol. Este descubrimiento se ha presentado en el congreso "Wild Stars in the Old West II", celebrado en Tucson (Arizona, EEUU), en marzo de 2009.

Descubrimiento de acreción intermitente en el sistema SW SEX KR AURIGAE

Como confirmación, se ha observado el mismo comportamiento en otro sistema SW Sextantis en estado de quietud ($V \sim 19$): KR Aur, en el que un espectro compuesto de las líneas de absorción de la enana blanca y las características de una estrella M3-4 se convierte en un espectro puro de acreción en cuestión de minutos.

Evolución del Proyecto

Se ha llevado a cabo el análisis de nuestras curvas de luz en infrarrojo (J,H,K) de la binaria Z Vul junto con curvas de velocidad radial obtenidas de nuestras observaciones en el telescopio INT (IDS). Para el análisis se ha utilizado nuestro propio código BinaRoche. Esto ha permitido determinar, por primera vez, los parámetros absolutos de esta binaria Algol. Así como los tipos espectrales de sus componentes. Este estudio ha sido publicado este año en *New Astronomy* (2009) 14, 528.

Se ha continuado con el trabajo de tesis doctoral de Ramón Iglesias cuyo objetivo es la determinación de parámetros físicos de estrellas binarias con ambas componentes de tipos espectrales M. Actualmente se ha terminado con la reducción de todas las curvas de luz de ocho estrellas binarias, observadas en 2007 en el rango infrarrojo con los filtros J y K.

Durante el mes de julio y agosto se completaron las observaciones de las estrellas binarias poco masivas con periodo orbital largo. Estas observaciones en los filtros B,V y R se han llevado a cabo con

el telescopio IAC-80 del Observatorio del Teide. En la campaña de observación se ha completado la binaria de periodo 8 días TCyg1.

Por otra parte, ya se ha observado durante tres campañas, con los telescopios del Observatorio del Teide (IAC-80 y TCS), estrellas variables pre-secuencia principal, en las regiones de formación estelar de Taurus, Orión, Cygnus, Cepheus y Chamaleon. Este Proyecto (Variabilidad infrarroja como diagnóstico de discos), en colaboración con el P. Abraham, A. Kospal y J. Acosta Pulido, se ha comenzado el pasado mes de septiembre, y tiene como objetivo, mediante observaciones simultáneas visible, infrarrojo y medidas con el satélite Spitzer, estudiar el mecanismo físico que da origen a las variaciones de flujo principalmente observadas en el IR. Un resultado preliminar de la variabilidad mostrada por V517 Cyg en las observaciones de septiembre se ha presentado en una conferencia en Garching (Alemania).

Se finalizó las observaciones de una muestra de binarias de tipo Algol observadas en el campo del satélite COROT. Se han obtenido espectros con el IDS en el telescopio INT durante 10 noches, con el objetivo de determinar las curvas de velocidad radial de la muestra de binarias. Estas curvas de velocidad radial permitirán, junto con las curvas de luz fotométricas obtenidas por COROT, determinar con toda fiabilidad los valores de las masas, radios y temperaturas de las binarias. Actualmente se está en proceso de análisis de los datos.

Entre los proyectos dedicados al estudio de variables cataclísmicas, uno de ellos está dirigido al estudio de los sistemas SW Sextantis. En concreto se busca en estos sistemas polarización circular, ya que su presencia sería una prueba concluyente de que se trata de sistemas magnéticos. Además de buscar polarización, en caso de que su detección sea positiva, lo que ha ocurrido hasta ahora en todos los casos estudiados, tratamos de estudiar su variabilidad. En este contexto, durante el año 2009 se han publicado los resultados obtenidos para el sistema J1543.7+3402, los

cuales son similares a los obtenidos para LS Peg, el primero de estos sistemas en que se midió polarización circular. En concreto se ha obtenido polarización circular significativa y variando periódicamente con una frecuencia relacionada con la de rotación de la enana blanca. Por otra parte se ha concluido el análisis de otro sistema, BO Cet, con resultado positivo en cuanto a la detección de polarización circular, y con similares propiedades a las encontradas en los otros dos sistemas en cuanto a su variabilidad. Los resultados de este trabajo serán publicados próximamente. Además se ha emprendido el mismo estudio en un cuarto sistema: V1315 Aql el cual, a diferencia de los anteriores, es eclipsante, lo que tiene gran interés ya que ello implica que el sistema se ve desde la Tierra con un ángulo de inclinación diferente y en consecuencia, los resultados que se obtengan arrojarán importante información sobre la geometría del flujo de acreción en esta importante familia de variables cataclísmicas.

Referente a la caracterización de la población de variables cataclísmicas en el Sloan Digital Sky Survey (SDSS), durante 2009 se ha finalizado la obtención, reducción y análisis de datos fotométricos y espectroscópicos de las variables cataclísmicas del SDSS. Como ya se apuntó en la introducción, el objetivo final de este Proyecto Internacional es la determinación del periodo orbital, subtipo y, en casos favorables, de otros parámetros dinámicos (distancia, tipo espectral y masa de las componentes de la binaria, inclinación) de toda la muestra de cataclísmicas descubiertas por el SDSS. El análisis de los datos obtenidos durante el Proyecto ITP 2004-2005 y durante los años siguientes ha proporcionado una muestra significativa de periodos orbitales.

Por primera vez se ha observado la acumulación de sistemas cerca de un periodo orbital de ~80 min. Aunque esta gran densidad de población se predice por la teoría, el mínimo teórico de 65 min no se observa (Gaensicke et al. 2009).

Referente a al estudio de los estados de disminución y o cese de la transferencia de

masa en sistemas SW Sextantis, a lo largo del pasado año 2009 se ha continuado con la vigilancia fotométrica de un total de 60 variables cataclísmicas (entre sistemas SW Sextantis y candidatos) tanto en el hemisferio norte como el sur, contando con una gran aportación de astrónomos amateur españoles. Este trabajo de vigilancia es crucial, ya que permite detectar rápidamente los estados de disminución o cese de la acreción con el fin de activar los diversos programas "ToO" con los que ya contamos.

Durante 2009 se detectaron las caídas de brillo de los sistemas KR Aurigae (Hemisferio Norte) y BB Doradus (hemisferio sur), de los cuales ya se han obtenido datos espectroscópicos con resolución temporal en los telescopios Gemini Norte y VLT, respectivamente, así como datos fotométricos con resolución temporal en telescopios de clase 2 m como el telescopio INT, en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma).

ESTRELLAS DE BAJA MASA, ENANAS MARRONES Y PLANETAS GIGANTES (310695)

R. Rebolo López.

**V.J. Sánchez Béjar, B. Femenía
Castella, K.Y. Peña Ramírez y L.
Labadie.**

Colaborador del IAC: N. Lodieu.

A. Pérez Garrido, I. Villó, A. Díaz Sánchez, (Univ. Politécnica de Cartagena); J.A. Caballero (Univ. Complutense de Madrid); T. Henning, R. Mundt, B. Goldman (Max Planck Inst. Astronomie, Alemania); Y. Pavlenko (Main Observatory Academy of Science, Ucrania); M.R. Zapatero Osorio (CAB, Madrid)

**MEMORIA
IAC 2009**

115

Introducción

Se pretende investigar los procesos que conducen a la formación de estrellas de baja masa, enanas marrones y los planetas gigantes y caracterizar las propiedades físicas

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

Hitos

Se descubrió S Ori 73, un objeto de tipo espectral T en el cúmulo de Sigma Orionis con solo unas pocas veces la masa de Júpiter. Los datos infrarrojos tomados posteriormente con HAWK-I en el telescopio VLT y con OSIRIS en el telescopio GTC han permitido confirmar que se trata de un objeto muy rojo y con bandas de metano. De confirmarse su pertenencia al cúmulo, se trataría del planeta aislado menos masivo conocido.

Evolución del Proyecto

- Utilizando datos del telescopio UKIRT se ha elaborado un censo de las enanas marrones en el cúmulo de sigma Orionis. Se advierten indicios de una disminución en el número de estos objetos en comparación al de estrellas de baja masa en la zona central de este cúmulo.

- El resultado de nuestros estudios ópticos e infrarrojos en el cúmulo de Sigma Orionis sugieren que la función de masas subestelar podría tener un punto de inflexión por debajo de 6 MJup, donde algunos modelos predicen que la formación de estos objetos está limitada por opacidad.

- Como resultado de nuestras búsquedas combinando datos ópticos e infrarrojos de DENIS y 2MASS en la región de formación de Upper Scorpio, se encontró una numerosa población de miles de estrellas de baja masa y enanas marrones. Hasta la fecha se trata de la búsqueda más extensa que se ha hecho en esta región y que ha encontrado el mayor número de objetos subestelares.

Se analizó espectroscópicamente varias enanas L previamente identificadas por su movimiento propio como miembros del cúmulo de las Pléyades. Estos objetos con masas entre 20 y 30 veces la masa de Júpiter y una edad de 120 millones de años constituyen un referente para entender la evolución temporal de las propiedades de las enanas marrones.

Se han obtenido imágenes de alto contraste en el óptico utilizando FastCam (la cámara con detectores de lectura ultrarrápida) y técnicas de post-procesado de señal. Con ellas se ha detectado por primera vez en el óptico (banda I) enanas marrones a 2 segundos de arco de estrellas de tipo solar utilizando el telescopio NOT. También se han logrado imágenes de muy alta resolución espacial en el telescopio WHT que han permitido resolver en el óptico enanas marrones binarias con separaciones inferiores a 90 milisegundos de arco.

Se participó en los estudios técnicos y caso científico del espectrógrafo ENIS para

Se ha descubierto que las estrellas de tipo solar que poseen planetas gigantes sufren una fuerte destrucción de litio, mucho mayor que las estrellas de igual tipo que no poseen planetas de estas características. Este es el único elemento químico que claramente se comporta de manera distinta en estrellas con y sin planetas. La causa no está claramente establecida pero podría tener que ver con la influencia de los sistemas planetarios en el transporte de momento angular en la superficie de este tipo de estrellas.

el satélite EUCLID. Esta misión ha sido recomendada para el programa Cosmic Vision de la ESA.

Se ha participado en los estudios técnicos y en la preparación del caso científico para los espectrógrafos ultraestables de muy alto poder resolutivo ESPRESSO para el telescopio VLT y CODEX para el telescopio E-ELT.

Se ha contribuido al desarrollo del programa científico de los instrumentos EPICS y HARMONI para el telescopio E-ELT.

NATURALEZA Y EVOLUCIÓN DE BINARIAS DE RAYOS X (311097)

J. Casares Velázquez, R. Cornelisse, J. González Hernández, I. González Martínez-País, P. Rodríguez Gil, G. Israelian, J.M. Corral Santana, C. Zurita Espinosa, T. Muñoz Darias, A. Herrero Davó y T. Shahbaz.

T. Muñoz Darias, S. Campana, P. D'Avanzo (Obs de Brera, Italia); M. Pérez Torres (MIT, EEUU); P.A. Charles (SAAO, Sudáfrica); T. Marsh, D. Steeghs, B. Gaensicke (Univ. de Warwick, Reino Unido); V. Dhillon (Univ. de Sheffield, Reino Unido); K. O'Brien (Univ. de California, Santa Bárbara, EEUU); R.I. Hynes (Univ. de Louisiana, EEUU); J.M. Paredes, M. Ribó (Univ. de Barcelona); J. Martí (Univ. de Jaén); J. Combi (Univ. de La Plata, Argentina); P. Molaro (Obs. de Trieste, Italia); P. Bonifacio (Obs. de París, Francia); P. Jonker (Univ. de Utrech, Países Bajos); P. Hakala (Univ. de Helsinki, Finlandia); I. Negueruela, F. Vilardell (Univ. de Alicante).

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 10³-10⁶ en los rangos óptico y rayos X, respectivamente. Estos sistemas ofrecen un interés especial ya que contienen los candidatos a BH más firmes conocidos vía la determinación de la función de masa de la estrella compañera. El análisis de estos residuos estelares compactos es esencial, entre otras cosas, para el conocimiento de las últimas etapas en la evolución de estrellas masivas y la estructura de la materia nuclear. Desgraciadamente, el número de BH detectado es todavía demasiado pequeño para abordar análisis estadísticos comparativos con la población de binarias con NS.

Los objetivos científicos que se persiguen son:

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

Abordar estudios estadísticos de la muestra de BH respecto a binarias con NS (ej. distribución de masas, cocientes de masa, distribución galáctica) para caracterizar las dos poblaciones de objetos compactos. Se espera obtener información que nos 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 nos permitirá analizar la distribución radial de emisividad de los discos y obtener restricciones al tamaño del disco, ritmo de transferencia de masa y estado evolutivo. Además, se ha abierto una nueva ventana con el descubrimiento de variabilidad óptica rápida (mins-segs) en los discos de acreción en quietud en varios BHs y NS. Es importante ampliar la muestra de sistemas y extraer el espectro de la variabilidad para restringir posibles mecanismos de producción. Por ejemplo, el estudio de las oscilaciones cuasi-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-a descubiertas por el grupo. Para ello se proyecta:

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

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

Hitos

Primera restricción dinámica en la XRB activa 4U 0748-636 con líneas de Bowen: nuestra solución favorece la presencia de una estrella de neutrones masiva (Muñoz-Darías et al. 2009 *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.* 394 L136).

Distribución de energía en el BH V404 Cyg en quietud con evidencia de exceso MIR que sugiere la presencia de un jet (Hynes et al. 2009 *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.* 399 2239).

Evolución del Proyecto

Continúa el desarrollo de 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 ha publicado una revisión de los parámetros fundamentales de BW Cir que rompen el “aliasing” que afecta al periodo orbital. Se obtuvo tiempo en el telescopio GTC para estudiar XTE J1859+226 en quietud pero no se pudieron realizar las observaciones por problemas instrumentales. Se ha vuelto a obtener tiempo con los telescopios GTC/OSIRIS y NOT para el próximo verano, que debería ser suficiente para resolver el periodo orbital y medir la función de masa. Se continúa con la observación rutinaria del candidato a BH SWIFT J1753.5-0127, cuyo período orbital es el más corto, y que se encuentra aún en estado activo desde su descubrimiento en 2005.

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.

Por otro lado, se ha avanzado mucho en el desarrollo de diagnósticos para detectar

nuevos BHs en quietud con el cartografiado del plano Galáctico en $H\alpha$ IPHAS. Para restringir al máximo la muestra de candidatos, se han combinado colores IPHAS y de los catálogos UVEX y 2MASS, encontrándose que los diagramas ($Hel5875-r$) vs ($r-i$), ($r-H\alpha$) vs ($r-i$) y son especialmente sensibles a las propiedades de los BH XRTs en quietud y permiten limpiar la mayor parte de fuentes contaminantes con emisión $H\alpha$ como estrellas T-Tauri, Be, Simbióticas, Variables Cataclísmicas, etc. Se solicitó tiempo con el telescopio WHT+WYFOS para obtener espectros de una muestra de candidatos y, aunque la propuesta paso el corte, no obtuvo tiempo por problemas de "scheduling".

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 análisis de X0748-676 donde se presentan las primeras restricciones dinámicas es este sistema. También se ha vuelto a obtener 3 noches en el telescopio VLT+FORIS para estudiar los sistemas 4U 1556-605 y Ser X-1 el próximo verano.

Asimismo, se obtuvieron 20 h con el telescopio VLT+SINFONI para obtener la curva de velocidad radial en Aql X-1 en el IR, usando Óptica Adaptativa. Con este trabajo se espera confirmar la presencia de una estrella de neutrones masiva en este sistema, tal como sugiere el estudio de las líneas de Bowen. El resultado que se obtenga puede tener importantes implicaciones para el conocimiento de las ecuaciones de estado de la materia nuclear. Paralelamente, se analizaron los datos espectroscópicos de la fuente SXTs con púlsar de milisegundo SAX J1808.4-3658: obtenidos en tiempo DDT durante la erupción de 2008. El análisis de los datos proporciona las primeras restricciones dinámicas a las masas de las estrellas en este sistema y se ha publicado un artículo. El grupo tiene una propuesta de ToO (Tiempo de Oportunidad) aprobada en el telescopio WHT para el estudio de estos sistemas durante la fase

de erupción, usando las líneas de Bowen. Una propuesta similar ha sido enviada al telescopio VLT pero no se ha conseguido tiempo, se intentará el próximo semestre. Continúa pendiente completar el análisis de los datos del millisecond pulsar XTE J1814-338, obtenidos durante la erupción de 2002. Por su parte, se ha publicado un trabajo en el que se detectan contrapartidas ópticas/NIR de 3 púlsares milisegundo en quietud y se caracterizan sus distribuciones de energía. Estos sistemas tienen magnitudes $R \sim 23-27$ en quietud y, por tanto, son demasiado débiles para estudios espectroscópicos con la instrumentación actualmente disponible. Tan solo la detección de líneas Bowen durante la fase de erupción permitiría realizar estudios dinámicos y restringir las masas de las estrellas. Finalmente, se obtuvieron fondos del programa Marie Curie "FP7-PEOPLE-ERG-2008" para, entre otras cosas, adquirir una red VPH con $R=5000$ y centrada en 4640 Angs que permita realizar esta Ciencia con el telescopio GTC/OSIRIS.

Por otro lado, continúa el estudio de curvas de luz simultáneas de Bowen (con ULTRACAM y ULTRASPEC) y rayos X, (con RXTE) de varios sistemas (Técnica de Eco-tomografía). La variación orbital de los retrasos entre las curvas de luz ópticas y en rayos X depende fuertemente de los parámetros de la binaria (separación, inclinación cociente de masas) y puede utilizarse para restringir estos. Continúa el análisis de datos VLT+ULTRACAM/XTE del sistema V801 Ara y NTT+ULTRASPECT/XTE de X0748-676. Se han realizado nuevas observaciones de Sco X-1 (WHT) y V801 Ara y X1822-371 (NTT) simultáneamente con XTE. En este último caso se pretende, además, resolver el spin de 0.42s de la estrella de neutrones en diferentes líneas de emisión y estudiar la variación orbital de la fase del pulso.

Con relación al estudio de variabilidad rápida en binarias de rayos X se ha aceptado el artículo sobre las curvas de luz de Cen X-4 y N.Mus 91 que muestran actividad tipo "flares" en diferentes bandas y con una amplitud del 40%. En este último sistema, el espectro de

potencias muestra muchos QPOs, algunos altamente coherentes, como por ej. a 7.6 min. N.Mus 91 y Cen X-4 son las primeras transitorias de rayos X en la que más de una QPO ha sido detectada en tres bandas, lo que ha permitido limitar la temperatura y el radio de la región de variabilidad rápida o "flaring". Finalmente, se ha publicado un artículo en el que se comunica la detección de una variabilidad de largo término con una periodicidad de ~1500 días en GX9+9, sólo presente en rayos X.

En el apartado de abundancias químicas de las estrellas compañeras se ha iniciado el estudio de la base de datos espectroscópica de Cyg X-2, con la que se espera, además, caracterizar los parámetros estelares de la estrella compañera. Como resultado colateral de este Proyecto, se han revisado los parámetros orbitales de la binaria y refinado la determinación del ensanchamiento rotacional, lo que confirma la presencia de una estrella de neutrones masiva. Se ha completado un artículo que ya ha sido aceptado. Asimismo se han realizado las observaciones Keck de V404 Cyg y está pendiente el análisis espectral de los datos de LS 5039.

En cuanto al estudio de elementos orbitales y masas de objetos compactos en HMXBs, el postdoc interdisciplinar de Consolider Francesc Vendrell ha analizado la base de datos de XTE 1855-026 pero no es suficiente y se ha obtenido más tiempo en el telescopio LT. Además se ha iniciado el estudio de la base de datos de LS 5039 y se detecta una oscilación en las velocidades radiales con un periodo de un cuarto de órbita, estables durante 3 años de campaña, que podrían ser debidas a oscilaciones no radiales de la estrella compañera. También se han obtenido datos de la nueva fuente de rayos gamma MWC 148. Por último, las observaciones de fuentes ULXs extragalácticas con el telescopio GTC han resultado defectuosas por problemas instrumentales y se ha vuelto a obtener tiempo para el próximo verano.

ESTRELLAS MASIVAS AZULES (310898)

A. Herrero Davó.

S.A. Ramírez Alegría, S. Simon Díaz, G. Gómez Velarde, A. Rosenberg González, C. Sabin San Julian, C. De Martino, M. García García, A. Marín Franch y N. Castro Rodríguez.

R.P. Kudritzki, M.A. Urbaneja, (Institute for Astrophysics, EEUU); J. Puls (Universitäts-Sternwarte, München, Alemania); D.J. Lennon (Space Telescope Science Institute, EEUU); C. Evans (Royal Observatory Edinburgh, R.U.); D. Figer (Rochester Institute of Technology, EEUU); B. Davies (Leeds University, R.U.); N. Przybilla (Univ. Bamberg, Alemania); K. Uytterhoeven (Saclay, Francia); C. Aerts (Univ. Lovaina, Bélgica); F. Najarro, E. Puga (Centro de Astrobiología, Madrid); I. Negueruela, A. Marco, P. Pastor (Univ. Alicante); L.J. Corral Escobedo (Univ. Guadalajara, México); B. Vicente (IAA, Granada).

Introducción

Las estrellas masivas son auténticos motores de la evolución de las galaxias y el Universo. Nacen con al menos ocho masas solares, lo que las condena irremisiblemente a estallar como supernovas al cabo de unos pocos millones de años, tras sintetizar en su interior gran cantidad de elementos pesados que expulsarán al exterior en su mayor parte, alterándolo y modificando su composición química. Nuestro estudio se realizará preferentemente entre las que tienen más de veinte masas solares, cuyos fuertes vientos y campos de radiación inyectan a lo largo de su evolución enormes cantidades de energía mecánica y radiativa en el medio que les rodea, ionizándolo, calentándolo y acelerándolo. Su vida es tan breve que su mera presencia nos indica que han nacido recientemente. Son así excelentes trazadores de las propiedades del medio circundante y de la formación estelar, desde

los brazos espirales de galaxias como la Vía Láctea hasta los estallidos de formación estelar intensa conocidos como “starbursts”.

Los espectros de estas estrellas contienen gran cantidad de información. Presentan un gran número de líneas de diferentes elementos químicos, como por ej. 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 nos revelará importantes detalles de la formación estelar en nuestra galaxia, en

particular la forma de la Función Inicial de Masas y su posible dependencia del entorno y la metalicidad, y la existencia de una masa de corte, a partir de la cual la naturaleza no formaría estrellas. Actualmente, esta masa parece situarse alrededor de las 150 masas solares, pero este dato está sin confirmar. Igualmente, los estudios IR 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 H α 4861.

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.
- Estudiar la formación de estrellas masivas en regiones oscurecidas de la galaxia.

Hitos

Se descubrió que la conocida variable V39 en la galaxia IC1613 es en realidad una estrella masiva, posiblemente rodeada por material circumestelar.

MEMORIA
2009 IAC

122

Se ha encontrado que las supergigantes azules presentan variaciones espectrales que pueden explicar el ensanchamiento anómalo de sus líneas espectrales y estar relacionadas con pulsaciones estelares.

Se publicó un nuevo catálogo de asociaciones OB en IC1613, mejorando la precisión astrométrica y fotométrica existente hasta la fecha.

Se han desarrollado técnicas tanto para el análisis automático de espectros, que

nos permitirá analizar rápidamente un gran número de ellos, como para interpretar la información contenida en nuestras observaciones infrarrojas.

Evolución del Proyecto

Durante 2009 se ha realizado el análisis de V39, una estrella con variaciones anómalas en la galaxia IC1613. El análisis indica que nos encontramos ante una estrella masiva, probablemente una Variable Azul Luminosa (LBV). Se trata del candidato a LBV resuelto con menor metalicidad que se haya podido estudiar.

Este análisis es un primer resultado de nuestras observaciones de estrellas en IC1613 utilizando el espectrógrafo multiobjeto VIMOS en el telescopio VLT. Las observaciones han sido reducidas en sus 3/4 partes. Alrededor de 1/3 de las estrellas OB han sido clasificadas y se están analizando las primeras estrellas con modelos de atmósfera.

Dentro de IC1613 se realizó un estudio de las asociaciones OB de la Galaxia. Tras publicar un nuevo catálogo de asociaciones a principio de año, se pasó a determinar las propiedades físicas de las asociaciones (edad, masa, etc.). El artículo correspondiente está en las últimas fases de preparación.

En el marco de la tesis de N. Castro se ha desarrollado un método de análisis automático de espectros estelares. Este método ha sido aplicado a estrellas de la galaxia NGC55. Actualmente se están realizando los últimos tests para conocer las limitaciones del método, y el artículo correspondiente está ya en fase de preparación avanzada.

Dentro de la colaboración internacional FLAMES-II se ha realizado la reducción de los datos correspondientes a UVES.

Dentro de las estrellas galácticas, S. Simón ha concluido el análisis de estrellas en la asociación Ori OB1. Este estudio contradice conclusiones de otros anteriores (e indica la razón por la que tales estudios están

equivocados): no hay un enriquecimiento progresivo de la abundancia de O en las diferentes partes de esta asociación, como se había afirmado. Este año ha sido publicado un artículo. En el otro aspecto que se está desarrollando actualmente, se ha concluido el primer análisis que trata de relacionar el ensanchamiento anómalo en las líneas espectrales de estrellas OB con las pulsaciones estelares. Aún no es posible considerar que esta relación está demostrada, pero lo que sí muestra el estudio es que los datos y el comportamiento de las estrellas son compatibles con la presencia de pulsaciones estelares. La principal limitación de este estudio es la pequeña ventana temporal de la que dispusimos para las observaciones, y por ello se han realizado nuevas observaciones y establecido colaboraciones que permitan superar esta limitación.

En los estudios infrarrojos, se publicó el primer artículo del Proyecto MASGOMAS, dedicado al cúmulo G61.48+0.09. Se ha determinado su edad y masa aproximadas, aunque lo más importante ha sido nuestro avance en la comprensión del comportamiento de los diagramas fotométricos en esta clase de cúmulos. De hecho, se ha desarrollado una nueva técnica para estimar la distancia basada en la morfología del diagrama color-magnitud. Además, se han refinado nuestras técnicas de observación espectroscópica. Actualmente, hay un artículo más enviado y otro en preparación.

Se completaron las observaciones fotométricas de una primera lista de candidatos a cúmulos masivos. Actualmente el grupo ha comenzado la búsqueda de nuevos cúmulos utilizando bases de datos infrarrojas (cercanas, como 2MASS y UKIDSS) y medias (Spitzer).

Dentro del Proyecto de MICINN que nos fue concedido (AYA2008-06166-C03-01/ESP) se realizaron dos reuniones de coordinación, que han resultado muy positivas para reforzar las colaboraciones entre los diferentes subproyectos. A raíz de esas reuniones, se han iniciado varios trabajos conjuntos que se espera den fruto a lo largo del año 2010.

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

G. Israelian.

E. Delgado Mena, J. Casares Velázquez, R.J. García López, R. Rebolo López y J. González Hernández.

Colaboradores del IAC: A. Herrero Davó y J. Trujillo Bueno.

M. Mayor, S. Udry, F. Pepe, G. Meynet, A. Maeder (Obs. de Ginebra, Suiza); N. Santos, S. Sousa (Portugal); P. Bonifacio (Obs. de Meudon, Francia); P. Molaro (Obs. de Trieste, Italia); N. Shchukina (Obs. de Kiev, Ucrania); C. Melo (ESO, Chile), S. Randich (Obs. de Arcetri, Italia); F. Musaeu (SAO, Rusia); A. Livshits (Univ. de Moscú, Rusia); B. May, M. Rowan Robinson (Imperial College, Univ. de Londres, Reino Unido), S. Dermott (Univ. de Florida, EEUU).

Introducción

Recientemente se han llevado a cabo varios análisis espectroscópicos de estrellas con planetas. Uno de los resultados más relevantes ha sido descubrir que las estrellas con planetas son en promedio más metálicas que las estrellas del mismo tipo espectral sin planetas conocidos (Santos, Israelian & 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.

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

relevantes ha sido descubrir que las estrellas con planetas son en promedio más metálicas que las estrellas del mismo tipo espectral sin planetas conocidos (Santos, Israelian & 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). 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).

& *Astrophysics*, 404, 715; Ecuivillon, Israelian, Santos et al. 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 418, 703; 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 426, 619; 2006, ., 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

MEMORIA
2009 IAC

124

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*

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

Hitos

En el año 2009 se ha ampliado el conjunto analizado de estrellas ricas en metales con y sin planetas usando los datos de HARPS GTO y se han obtenido nuevos y más detallados parámetros atmosféricos, metalicidades y abundancias. Se ha finalizado un estudio novedoso de Litio en estrellas sin y con planetas (Israelian et al., 2009, *Nature*). Se comprobó que la cantidad de litio de las estrellas que, como el Sol, tienen planetas orbitando a su alrededor es significativamente menor que la de aquellas sin planetas. El estudio, puede ayudar a explicar la escasez de litio en la superficie del Sol. El estudio también puede ayudar a resolver un misterio que los

astrónomos se han planteado desde hace 60 años, relativo a la baja presencia de litio en la superficie del Sol. El Sol muestra una abundancia de litio en la superficie 140 veces inferior al valor del Sistema Solar primordial. Este resultado proporciona a los científicos un método eficaz para buscar exoplanetas, ya que pueden concentrar sus investigaciones en las estrellas que presenten esta característica. También se han realizado estudios detallados de abundancias de varios elementos químicos en las estrellas de HARPS GTO y las estrellas que tienen planetas en tránsito. No se han encontrado ninguna peculiaridad.

Evolución del Proyecto

El grupo ya demostró por primera vez que las estrellas con planetas son en promedio más ricas en metales respecto a las estrellas del mismo tipo espectral sin planetas conocidos (Santos, Israelian & Mayor 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 415, 1153). A lo largo de 2008/2009, se ha ampliado el conjunto de estrellas con planetas y de comparación y se obtuvieron nuevos y mejorados parámetros atmosféricos. También se obtuvieron nuevos resultados sobre las abundancias de varios elementos químicos en las estrellas de HARPS GTO (Neves et al. *Astronomy & Astrophysics*, 2009). Se ha llevado a cabo un estudio de abundancias de elementos químicos en estrellas con planetas en tránsito (Ammler-von Eiff et al. 2009, *Astronomy & Astrophysics*).

Se ha finalizado el estudio de Litio (Israelian et al., 2009, *Nature*) en un amplio conjunto de estrellas con y sin planetas de la muestra HARPS GTO. Además se finalizó un estudio de Be (datos de UVES/VLT) en estrellas con y sin planetas (Gálvez-Ortiz et al. *Astronomy & Astrophysics*, 2009). Esos trabajos proporcionan nuevas claves para esclarecer los mecanismos que intervienen en la formación y evolución de sistemas planetarios.

Se ha llevado a cabo un estudio de calibración de parámetros atmosféricos de las estrellas de HARPS GTO (Sousa, Allapini, Israelian &

Santos, *Astronomy & Astrophysics*, 2009). Hasta la fecha se han analizado cuatro sistemas binarios de rayos X, realizando un estudio espectroscópico y de la cinemática de las estrellas secundarias. Después del estudio pionero del sistema Nova Scorpii 1994 (Israelian et al. 1999, *Nature* 401, 142) se creó un código para agilizar el proceso de cálculo de abundancias químicas y se aplicó para estudiar los espectros observados con el telescopio VLT (Paranal, Chile) de los sistemas A0620-00 (González Hernández, Rebolo, Israelian et al. 2004, *Astrophysical Journal*, 609, 988) y Cen X-4 (González Hernández, Rebolo, Israelian et al. 2005, *Astrophysical Journal*, 630, 495; González Hernández et al. 2005, *Astronomy & Astrophysics*, 435, 1185). Se ha llevado a cabo el estudio del sistema Cyg X2 utilizando datos de WHT (Casares et al. 2009, *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*). El análisis de abundancias en la sistema Cyg X2 esta en progreso. El análisis de nuevos sistemas de ese tipo es fundamental para acotar la masa de corte de los objetos compactos en función de la masa de los progenitores.

PROCESOS DE TRANSPORTE EN ASTROFÍSICA (3I2205)

L. Crivellari.
E. Simonneau (CNRS - IAP, Francia y
O. Cardona (INAOE, México).

Introducción

La estructura térmica de una atmósfera estelar queda determinada por su balance energético. Bajo la hipótesis simplificadora de equilibrio radiativo, el balance energético se expresa como la igualdad entre la absorción total J_a - la integral sobre todas las frecuencias del producto del coeficiente de absorción por el valor promedio del campo de radiación - y la emisión térmica total $B_a(T)$ - la integral sobre todas las frecuencias del producto del coeficiente de absorción por la función de Planck a la temperatura local T . En el fondo de la atmósfera, donde la opacidad

del material estelar es muy grande, el campo de radiación es prácticamente isotrópico y su valor es muy próximo al valor de la función de Planck. En estas condiciones el proceso de transporte radiativo (TR) se puede describir correctamente por medio de la aproximación de difusión. Con la caída de la opacidad hacia el exterior, crece el camino libre medio de los fotones y se instaura un régimen de transporte radiativo "efectivo". Como consecuencia de la variación de la opacidad con la frecuencia, el cambio de régimen ocurre a diferentes profundidades para las diferentes frecuencias. Para las transiciones más opacas (es decir, el continuo de Lyman y las líneas espectrales más fuertes, cuyos coeficientes de absorción superan por muchísimos ordenes de magnitud los demás coeficientes) el régimen de transporte radiativo efectivo tiene lugar muy por encima de las capas fotosféricas, donde se originan las contribuciones al espectro emergente de las otras frecuencias.

En estas capas más externas el balance energético está totalmente dominado por las contribuciones de las transiciones más opacas, y son por lo tanto estas las que determinan exclusivamente la estructura térmica local de la atmósfera, independientemente de la temperatura efectiva de la estrella. Por otro lado en la fotosfera, como consecuencia del enorme valor de la opacidad de dichas transiciones, a las frecuencias correspondientes se cumplen rigurosamente las condiciones para la aproximación de difusión. Por lo tanto la cantidad de energía radiativa sustraída al campo de radiación a estas frecuencias será compensada exactamente por la correspondiente emisión térmica. Serán por lo tanto los demás rangos espectrales los que determinan la estructura térmica.

De la situación anterior estriban las graves dificultades que surgen en el momento de hallar una correcta solución numérica del problema físico. Se hace necesario un tratamiento extraordinariamente exacto de las ecuaciones TR, pero esto resulta de lo más difícil precisamente a las frecuencias del continuo y de las líneas de Lyman. En

particular en las capas fotosféricas, donde las correspondientes absorciones y emisiones deben compensarse exactamente, el cálculo del transporte radiativo debe proporcionar como mínimo cinco dígitos significativos correctos.

El reto de la inclusión de transiciones extremadamente opacas en la ecuación del equilibrio radiativo motiva los esfuerzos que se están haciendo en el marco del presente Proyecto, al fin de hallar una nueva formulación del Método Integral Implícito (An Implicit Integral Method to Solve Radiative Transfer Problems in Stellar Atmospheres, L. Crivellari. 2004, Tesis Doctoral) que proporcione una solución de las ecuaciones TR a las frecuencias de Lyman con la precisión requerida. A pesar de lo mucho que se ha hecho hasta aquí, todavía queda mucho más para hacer. Cabe subrayar además que el problema tiene un gran interés intrínseco desde el punto de vista del cálculo numérico, más allá de la aplicación de su solución a problemas astrofísicos específicos.

Hitos

Dentro de un proceso iterativo para el cálculo de un modelo de atmósfera estelar, la ecuación del equilibrio radiativo (ER) se puede emplear como corrector de la distribución corriente de la temperatura T . La ecuación del ER implica la igualdad de los términos absorción total J_a y emisión térmica total $B_a(T)$. El método de los factores de iteración (Simonneau & Crivellari, 1988, *Astrophysical Journal*, 330,415) permite calcular J_a a partir de la solución J (es decir, el valor promedio del campo de radiación integrado sobre todas las frecuencias) de una ecuación TR bolométrica que incluya la ligadura del ER. Un vez calculado J_a , se puede determinar el valor de T consistente con la condición de ER resolviendo la ecuación trascendente $B_a(T) = J_a$.

La formulación original del método consideraba solamente las transiciones ligado-libre. Frente a la necesidad de incluir en el balance energético también las líneas espectrales, resultó ser necesario tratar por

separado el transporte radiativo en las líneas y en el continuo. En 2008 se desarrolló una variante del método, que descompone J_a en la suma de las dos contribuciones J_{aL} y J_{aC} , calculadas por separado introduciendo nuevos factores de iteración ad hoc para las líneas y el continuo, respectivamente. Sin embargo las dificultades numéricas en el tratamiento del transporte radiativo a las frecuencias correspondientes a las líneas de Lyman, mencionadas en la Introducción, afectan el cálculo de los relativos factores de iteración. Como consecuencia, la convergencia del proceso iterativo global resulta muy lenta. El hito de 2009 ha sido encontrar la manera de calcular el valor de J_a a partir de la solución del transporte radiativo para el término J_{aC} solamente. El valor de J_{aL} se obtiene sucesivamente por medio de un nuevo factor de iteración.

Evolución del Proyecto

La solución de la ecuación de transporte monocromática por medio del Método Integral Implícito constituye uno de los elementos clave del entero proceso iterativo para el cálculo auto consistente de modelos de atmósferas estelares. Mejorar la calidad numérica del algoritmo cuando es necesario tener en cuenta el transporte radiativo para las frecuencias de Lyman (continuo y líneas) ha sido y sigue siendo un objetivo prioritario. Con este propósito se ha llevado a cabo una exhaustiva revisión del algoritmo. Sin entrar en detalle, se ha intentado mejorar el cálculo numérico de la derivada primera de la función fuente, imponiendo la continuidad de la derivada segunda en los puntos de la red de ordenada discretas, introducida para la variable independiente profundidad óptica.

Los esfuerzos para lograr una rápida convergencia del proceso iterativo, que corrige la distribución corriente de la temperatura a través de la ligadura del equilibrio radiativo, han llevado a replantear la estrategia introducida en 2008, que consistía en tratar por separado el transporte radiativo en las líneas espectrales y los continuos. Los detalles y los resultados ya se han mencionado en el apartado anterior.

PLANETAS07 (3I0308)

E. Pallé Bago.

P. Montañés Rodríguez, F. Murgas Alcaíno, N. Lodieu, M. Esposito, C.A. Álvarez Iglesias, R. Rebolo López, M. Espinoza Contreras, K.Y. Peña Ramírez, M. Perger, H. Parviainen, F. Rodler, B. Riaz, A. García Muñoz, H. Bouy, H.J. Deeg, B. Femenía Castella, J. Licandro, B.W. Tingley, R.J. García López, J.A. Belmonte Avilés, E. Sanromá Ramos, V.J. Sánchez Béjar, G. Israelian y M.L. Valdivielso Casas.

Colaborador del IAC: G. Bihain.

R. Alonso (Marsella, Francia); C. Bailer-Jones, W. Brandner (MPIA-Heidelberg, Alemania); D. Barrado y Navascués (LAEFF-INTA); G. Basri (Univ. de Berkeley, EEUU), T. Beown (HAO, EEUU); J.A. Caballero (Univ. Complutense de Madrid); J. Cabrera (Obs. de Meudon, Francia); H. Campins, J. Davis, M. Montgomery, R. Tata (Univ. Central de Florida, EEUU); X. Delfosse, J.L. Monin (Obs. de Grenoble, Francia); L. Di Fabrizio, A. Magazzù (TNG); P. Esparza (Univ. de La Laguna); E. Fossat (Univ. de Niza, Francia); J. Ge (Univ. de Florida, EEUU); E. Guenther (Obs. de Tautenburg, Alemania); S. Hodgkin (Univ. de Cambridge, Reino Unido); K. Horne (Univ. St. Andrews, Reino Unido); P. Bao Ngoc (ASIAA, Taiwán); Y. Pavlenko (Obs. De Ucrania, Ucrania); D. Pinfield (Univ. de Herts, Reino Unido); H. Rauer (DLR, Berlín, Alemania); J. Schneider (Obs. de París-Meudon, Francia); R. Wainscoat (IFA, Univ. de Hawai, EEUU); J. Fernández (UdeLaR, Uruguay); G. Strazzulla (INAF- Obs. de Catania, Italia); R. Brunetto (Univ. de Paris, Francia); C. del Burgo (Dublin Institute for Advanced Studies, Irlanda); F. Selsis, I. Gómez Leal (Univ. de Burdeos, Francia).

Introducción

La búsqueda de vida en el Universo se ha visto impulsada por los recientes descubrimientos

de planetas alrededor de otras estrellas (los llamados exoplanetas), convirtiéndose en uno de los campos de batalla más activos dentro de la Astrofísica moderna. Este campo se ayuda de y, a su vez motiva, el desarrollo de instrumentación cada vez más sensible y estable para telescopios de tierra y misiones espaciales.

En el año 2008 comenzó el presente Proyecto estratégico con el objetivo principal de situar al IAC en una posición líder en la investigación sobre la astrobiología. Los objetivos concretos son: detección directa de planetas gigantes; detección indirecta de planetas rocosos), y la caracterización de los objetos del Sistema Solar con cierto interés astrobiológico. Todo el esfuerzo se invertirá en preparar al IAC para su participación en misiones espaciales futuras diseñadas con el objetivo de buscar vida extraterrestre, como Darwin y el "Terrestrial Planet Finder" (TPF), y su participación en la instrumentación de los grandes telescopios (ej. el telescopio E-ELT).

Este Proyecto pretende que los investigadores del IAC adopten una situación aventajada con la explotación de CanariCam, instrumento de Primera Luz del telescopio GTC, y la construcción, comisionado y operación de nuevos instrumentos para este telescopio como UES, espectrógrafo óptico de alta resolución, y NAHUAL, espectrógrafo Echelle de alta resolución en el infrarrojo cercano. Asimismo, el IAC se ha convertido en uno de los miembros principales del Consorcio ESPRESSO, espectrógrafo muy estable para el telescopio VLT y precursor de CODEX, instrumento del telescopio E-ELT.

En el marco del Proyecto estratégico, el IAC también colaborará con el consorcio responsable de instalar un espectrógrafo análogo de HARPS en el telescopio WHT, cuyo objetivo principal es el seguimiento de los candidatos a exoplanetas detectados por la misión KEPLER, y con el equipo responsable de un "Exoplanet Tracker" rojo para el telescopio GTC. Además, el Proyecto estratégico proveerá la financiación necesaria para explorar otras técnicas interesantes que podrían convertirse en herramientas imprescindibles

para la detección de planetas, como la interferometría de cancelación con el telescopio GTC.

Hitos

Atmósferas Planetarias

Caracterización del espectro de transmisión de La Tierra, incluyendo sus principales biomarcadores, como guía para la caracterización de exoplanetas rocosos.

Primeros pasos en el desarrollo de un código geométrico y de transporte radiativo para la simulación de tránsitos de planetas rocosos

Caracterización de estrellas con planetas

Se ha comprobado que la cantidad de litio de las estrellas que, como el Sol, tienen planetas orbitando a su alrededor es significativamente menor que la de aquellas sin planetas. Este estudio puede ayudar a explicar la escasez de litio en la superficie del Sol.

Desarrollo métodos para mejorar la determinación de parámetros y abundancias químicas en las atmósferas estelares.

Desarrollo de un código de gran precisión para determinar velocidades radiales para estrellas de baja masa (M-dwarfs) en el infrarrojo cercano.

Simulaciones de velocidad radial para la siguiente generación de espectrógrafos de alta resolución en el infrarrojo cercano, para la búsqueda de planetas alrededor de estrellas M, y la caracterización de las atmósferas de planetas extrasolares masivos.

Caracterización de exoplanetas por tránsitos

Detección de eclipses secundarios del planeta Corot-2b en datos del Spitzer y del telescopio WHT.

Finalización de estudios sobre la variación de la periodicidad en los planetas Corot-1b, TrES-1 y TReS-2.

Búsquedas de estrellas de baja masa y exoplanetas

Descubrimiento de 7 enanas blancas, 4 enanas de tipo T tardío, 1 binaria de tipo M temprano y varias enanas de tipo T tardío con temperaturas entre 500 y 600 Kelvins basadas en búsquedas de catálogos.

Elaboración de una lista completa de miembros del cúmulo sigma Orionis con masa al límite de la quema del deuterio.

Descubrimiento de la primera enana de tipo L con baja metalicidad. Este estudio utiliza datos obtenidos con el telescopio GTC/OSIRIS y constituye el primer artículo arbitrado que incluye observaciones de este telescopio.

Comparación de espectros de alta resolución en la banda J de enanas ultrafrías de la vecindad solar con espectros sintéticos para la caracterización de la población menos masiva que nos rodea. Se deduce que estos cuerpos presentan temperaturas superficiales en torno a los 1000 K y gravedades superficiales relativamente bajas, lo que apunta a una edad relativamente joven, más joven que la del Sol, para esta población.

Desarrollo Instrumental

Desarrollo de código pseudo-analítico para estudiar la viabilidad de detección de exoplanetas con el telescopio E-ELT.

El instrumento CARMENES ha pasado la Revisión de Diseño Conceptual con evaluación positiva y está a la espera de una decisión final por parte del Observatorio de Calar Alto.

Avance en el diseño de fase A del Proyecto ESPRESSO, en el que el IAC contribuye con el estudio de fibras y el diseño optomecánico. En los próximos meses, el estudio realizado será sometido a estudio por un panel evaluador que incluye la ESO.

Futuras misiones y observatorios

Participación en la misión PLATO con estudios sobre la muestra estelar para

la misión y en tareas de coordinación. Selección del PLATO por parte de la ESA como una de tres misiones del plan Cosmic Vision 2020-25 para estudios de definición.

Finalización del Proyecto ARENA. Redacción de un estudio sobre el potencial de observaciones de series temporales desde Dome C/Antártica.

Evolución del Proyecto

Atmósferas Planetarias

El 16 de agosto de 2008 se observó la luna desde varios telescopios del Roque. Con los datos obtenidos se determina que algunas de las características espectrales de la atmosfera durante el tránsito eran en realidad mucho más profundas de lo predicho por los modelos. Además, se ha detectado la ionosfera terrestre y el nitrógeno molecular, indetectables en el espectro de luz reflejada que se obtiene mediante observación directa. El artículo, publicado en *Nature*, deja clara que la caracterización de las atmósferas de planetas terrestres puede resultar más fácil de lo que predicen los modelos.

Durante 2009 se trabajó en el modelado de fenómenos atmosféricos y en las señales espectroscópicas que éstos producen. El objetivo a medio plazo es tener un buen conocimiento teórico de dichos fenómenos que nos permita la predicción e interpretación de los espectros de planetas extra-solares de tipo terrestre. El modelo genera las propiedades espectroscópicas de la atmósfera a partir de catálogos de propiedades fundamentales y produce espectros de transmisión y reflexión para geometrías de observación variadas. En estos momentos, el modelo está siendo utilizado para la interpretación del espectro de transmisión de la Tierra.

También se inició un proyecto observacional para caracterizar las atmósferas de los planetas y lunas del Sistema Solar a alta resolución espectral. El verano pasado han comenzado las observaciones desde dos telescopios distintos en el Observatorio del Roque de los Muchachos en La Palma. Los datos están siendo actualmente reducidos y analizados. Para completar el catálogo, se nos ha concedido tiempo adicional para el semestre próximo.

Caracterización de estrellas con planetas

Durante 2009 se ha comprobado que la cantidad de litio de las estrellas que, como el Sol, tienen planetas orbitando a su alrededor es significativamente menor que la de aquellas sin planetas. El estudio, publicado en *Nature*, puede ayudar a explicar la escasez de litio en la superficie del Sol.

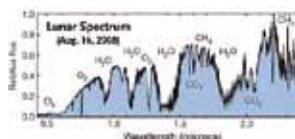
En una muestra de 84 estrellas cercanas similares al Sol, se ha descubierto que las que tenían planetas presentaban menos del 1% de la abundancia de litio primordial, mientras que aquellas sin planetas detectaron rangos más amplios de ese elemento, con la mitad de ellas con cerca del 10% de la abundancia primordial. Los programas de búsqueda de planetas pueden beneficiarse de este descubrimiento de una manera muy simple y directa.

Se ha podido comprobar que la metalicidad (es decir, la presencia de elementos pesados como el hierro) no es un factor determinante a la hora de alterar las cantidades de litio de las estrellas. También se puede esperar, y es algo de sobra conocido, que estas estrellas tipo Sol destruyan su litio con la edad. El litio es el único elemento químico cuya abundancia en una estrella tipo Sol puede verse alterada dependiendo de varios factores. Por ejemplo, otros elementos químicos como el hierro, el magnesio o el silicio nunca cambian su estado en la atmósfera de la estrella, pero el litio sí. Los procesos de mezcla pueden transportar el litio desde la atmósfera hasta las capas internas de la estrella, donde la temperatura es superior a dos millones y medio de grados centígrados, y donde las reacciones nucleares pueden destruirlo.

MEMORIA
2009 IAC

130

Espectro de transmisión de la Tierra en el visible e infrarrojo cercano



Se han invertido más de dos años de trabajo preparatorio desarrollando métodos para determinar los parámetros atmosféricos con una precisión mucho más alta. También se finalizó un estudio de otro elemento ligero (Berilio) en estrellas con planetas.

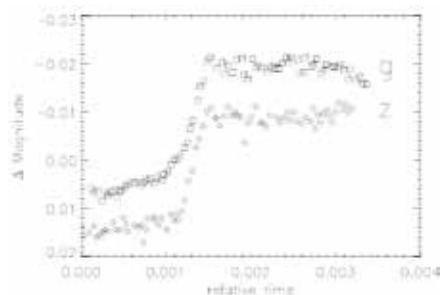
Caracterización de exoplanetas por tránsitos

Dentro de este Proyecto, se ha desarrollado la participación en algunas iniciativas estrechamente relacionados con planetas extrasolares. El “Blue-Dot Working Team”, fue formado como una red de científicos para evaluar el desarrollo de la ciencia observacional para la búsqueda y caracterización de planetas terrestres habitables. Sus resultados fueron presentados en septiembre en un congreso en Barcelona; por parte del “transits working Group”, se hizo hincapié en la importancia del desarrollo de instrumentación terrestre para la caracterización de planetas pequeños durante tránsitos. En la red Europea ARENA se avanzó el desarrollo de un observatorio astronómico en la estación Concordia, en el Dome C de la Antártica. Su informe final fue presentada en París en Noviembre 2009; con una contribución desarrollado en gran parte por miembros del grupo, sobre el potencial del Dome C para observaciones de series temporales con fines de estudios estelares y exoplanetarios.

La misión PLATO de la ESA será un sucesor de las misiones actuales CoRoT y Kepler, para la detección y caracterización de planetas. Se participó en el estudio detallado (Assessment study) de esta misión, con uno del grupo participando en el consejo de coordinación de esta misión. Este estudio, presentado al ESA-SSAC en diciembre 2009, fue clave en la reciente (enero 2010) decisión de la ESA para seguir con PLATO como una de tres misiones selectas para el siguiente fase de definición (definition phase); lo cual da buenas probabilidades para llevar esta misión a un lanzamiento alrededor del año 2020.

Durante 2009 fueron publicados varios estudios relacionadas con el método de tránsitos. Por un lado, sobre el desarrollo

de un novedoso algoritmo para la detección de planetas con tránsitos alrededor de binarias eclipsantes; y por otro, se avanzó en trabajos de caracterización de planetas conocidos. Cambios en la periodicidad de los tránsitos pueden indicar la presencia de objetos adicionales; y se publicaron trabajos sobre este tema de los planetas Corot-1b, Tres1 y Tres2. Otra opción son las observaciones de eclipses ‘secundarios’ de planetas, cuando el planeta desaparece detrás de su estrella central. Estos eclipses pueden indicar la emisión térmica del planeta. Para el caso del planeta CoRoT-2b, se ha participado en dos estudios sobre sus eclipses secundarios: Uno hecho con el telescopio Spitzer en 4.5 y 8micron, u otro con el telescopio WHT en la banda H y K (1.6 y 2.3 micron); en conjunto llegando a una función de la emisión del planeta en dependencia de la longitud de onda. Estos trabajos ya permitieron la discriminación dentro diferentes modelos atmosféricos del planeta. El telescopio GTC se presenta también muy prometedor para estudios de este tipo, y el grupo está pendiente de la ejecución de varios propuestas aceptadas sobre la caracterización de exoplanetas. Como primer resultado, la curva de un egreso del planeta Tres-1, adquirido el 24/25 de agosto 2009, resultó de una calidad muy buena a pesar de haber sido obtenido con un ciclo de cobertura (power cycle) muy bajo (Ver Figuga abajo). Este resultado nos da la esperanza para futuros resultados impactantes. En particular, se espera con interés el análisis de datos de un tránsito del primer exoplaneta terrestre conocido, Corot-7b, adquiridos recientemente con el telescopio GTC/OSIRIS.



Curvas de luz de un egreso de tránsito del planeta TrES-1, obtenidos simultáneamente en los filtros G y Z con el GTC/OSIRIS. Los tiempos de exposición han sido 1.6 seg en G y 4 seg en Z.

Búsquedas de estrellas de baja masa y exoplanetas

La búsqueda de las enanas marrones más frías: Algunos de los participantes PE están involucrados en el Consorcio CDSWG (Cool Dwarf Science Working Group) y cuyo interés principal es el descubrimiento de las enanas marrones más cercanas y más frías. Se tiene acceso y tiempo a los mayores telescopios del mundo para hacer el seguimiento fotométrico y espectroscópico de candidatos a enanas marrones identificados en UKIDSS. CDSWG descubrió más de 70 enanas de tipo T en el UKIDSS Large Area Survey en una región de más de 1.200 grados cuadrados observados en YJHK con cobertura óptica del SDSS. Estos descubrimientos contienen las enanas marrones más frías hasta ahora, identificadas como objetos flotante libremente o como compañeros de otras estrellas.

La búsqueda de subenanas ultra frías: Con la colaboración del CAB (Centro de Astrobiología) de Madrid, se han iniciado dos programas de búsqueda de subenanas ultra frías. Por un lado, se ha observado una muestra de subenanas M con alta resolución espacial utilizando el instrumento AstraLux instalado en el telescopio de 2,2 m en Calar Alto. Se ha resuelto solo una binaria con una separación de ~30 ua en una muestra de 30 subenanas de tipo M. Este resultado implica que la frecuencia de binarias subenanas de tipo M es mucho menor que la de las enanas M de metalicidad solar. Por el otro lado, se han buscado subenanas ultra frías en 2MASS, SDSS, UKIDSS con las herramientas del Observatorio Virtual. Se identificaron ~60 candidatos en ~9000 grados cuadrados que necesitan seguimiento espectroscópico. Hasta ahora, se han observado seis espectroscópicamente en el óptico con NOT/ALFOSC y se confirma su status de subenanas. Además, se descubrió

la primera subenana de tipo L en UKIDSS gracias a datos tomadas con GTC/OSIRIS.

La búsqueda de compañeros a enanas M en cúmulos: Después de dos años de campañas de observación fotométricas de alta resolución espacial con AstraLux en el telescopio de 2,2 m en Calar Alto, se finalizaron dos programas dedicados a la búsqueda de compañeros a enanas M en las Pléyades y Praesepe. Se están analizando estos datos y los primeros resultados sugerían una frecuencia de binaria al alrededor de 10% para enanas M para separaciones mayores de 15-20 ua (sin correcciones de completitud).

Además, han continuado nuestros esfuerzos en estudiar la formación y evolución de estrellas de baja masa, enanas marrones y objetos de masa planetaria en varias regiones de formación. En particular se ha estudiado las propiedades geométricas y la composición de los discos de estrellas muy poco masivas y enanas marrones. También se ha llevado a cabo una campaña de monitorizado de vB10, una enana de tipo M8 con un compañero de masa planetaria, para derivar un periodo de rotación con precisión, y estudiar su actividad.

Desarrollo Instrumental

Durante el presente año, se continuó con la participación en el grupo científico de Carmenes y en particular en las tareas de definición del caso científico principal: búsqueda de planetas alrededor de estrellas M, en el calculador de tiempos de exposición y en definición de las estrategias de calibración. Se participó también en la elaboración de la documentación de Diseño Conceptual, cuya revisión ha sido llevada a cabo este año por parte de expertos internacionales y del Observatorio de Calar Alto.

EL SOL Y EL SISTEMA SOLAR

Actividad en EPICS y el telescopio E-ELT: En 2009 se ha establecido colaboraciones con equipos en LAOG (Grenoble, Francia), Observatorio de Leiden (Países Bajos) y, fundamentalmente, con ESO (Munich, Alemania) para el desarrollo de una herramienta pseudo-analítica para realizar simulaciones de alto contraste con un sistema de Óptica Adaptativa Extrema (XAO) con/sin coronógrafo. El objetivo es el estudio del nivel de contraste alcanzable y que eventualmente permita la detección con imagen directa de exoplanetas en la vecindad solar. El código se ha desarrollado partiendo del código de simulación PAOLA e incorpora técnicas de post-procesado.

ESPECTROPOLARIMETRÍA SOLAR (310299)

M. Collados Vera.

C. Beck, T. Felipe García, E. Khomenko, C. Kuckein, M.J. Martínez González, V. Martínez Pillet, K.G. Puschmann y B. Ruiz Cobo.

L.R. Bellot Rubio, J.C. del Toro Iniesta (IAA, Granada); R. Centeno Elliott (High Altitude Obs., Boulder, EEUU.); W. Rammacher, R. Rezaei, R. Schlichenmaier, (Kiepenheuer Inst. für Sonnenphysik, Alemania); R. Kostic, V. Olshevsky, N. Shchukina (Obs. de Ucrania); T. Shimizu (JAXA, Japón); A. Kosovichev (Univ. de Stanford, EEUU); O. Kochukhov (Univ. de Uppsala, Suecia).

Introducción

La finalidad de este Proyecto es estudiar diversas manifestaciones del campo magnético que se pueden observar en la atmósfera solar. Éstas incluyen estructuras tan diversas como las manchas solares, los campos débiles presentes en el “Sol en calma” o estructuras cromosféricas y coronales como los filamentos y las protuberancias. Así, se han ido abordando gradualmente los siguientes temas de investigación:

- Aparición, evolución y desaparición del campo magnético en fáculas y red fotosférica.
- 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,

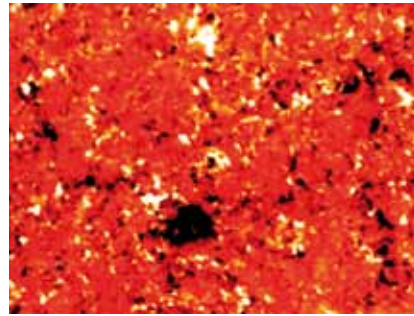
MEMORIA
IAC 2009

133

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.

sensibilidad polarimétrica esperada (S/N 1000) y que la resolución espacial esta cercana a 0,2 segundos de arco antes de restaurar y de 0,15 segundos de arco después del proceso de restauración de diversidad de fase. Las primeras animaciones realizadas de campo magnético longitudinal y transversal demuestran que los datos obtenidos por IMAx/SUNRISE son de una calidad sin parangón en la actualidad.



Izquierda: Lanzamiento del globo SUNRISE en ESRANGE (Suecia).
Derecha: Ejemplo de magnetograma longitudinal obtenido de IMAx.

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.

Detección de un núcleo oscuro en un filamento cromosférico

Los filamentos con núcleo oscuro son estructuras comunes en la penumbra de manchas solares. Existen dos explicaciones diferentes para su origen: la presencia de un flujo Eveshed, rápido y caliente, a lo largo del interior de un tubo de flujo (Ruiz Cobo & Bellot Rubio, 2008, *Astronomy & Astrophysics* 488, 749) o la existencia de convección sin campo por debajo de la superficie visible en forma de celdas de convección alargadas (Scharmer & Spruit, 2006, *Astronomy & Astrophysics* 447, 343 and Spruit & Scharmer, 2006, *Astronomy & Astrophysics* 460, 605). En una observación reciente, realizada en la línea de Ca II Ir en 854 nm, se ha encontrado un filamento con núcleo oscuro visible en el centro de esta línea espectral cromosférica. Como la fotosfera subyacente muestra una granulación normal que no es modificada ni está alineada de ninguna manera con la estructura del filamento, esto excluye la convección sin campo como causa del núcleo oscuro en este caso. El análisis de los espectros ha revelado también la presencia de un flujo supersónico a lo largo del filamento. Este resultado apoya en gran medida la sugerencia de que flujos rápidos de materia a lo largo de tubos de flujo

Hitos

Vuelo de IMAx/Sunrise en junio de 2009

El instrumento IMAx (liderado por el IAC pero que cuenta con la participación de otras instituciones españolas como el IAA (Granada), el INTA (Madrid) y el GACE (Valencia) realizó su primer vuelo polar en junio del 2009. El lanzamiento del globo SUNRISE ocurrió el 8 de ese mes y el vuelo acabó en la noche del 13, completando así un tiempo de vuelo de 5,5 días en total. El telescopio voló desde Suecia hasta el norte de Canadá donde aterrizó sin consecuencias importantes para los equipos de vuelo. Los datos obtenidos por el instrumento están siendo analizados pero los primeros resultados demuestran que se alcanzó la

magnéticos aparecen como filamentos con un núcleo oscuro en imágenes de intensidad (Beck, Wöger, Tritschler).

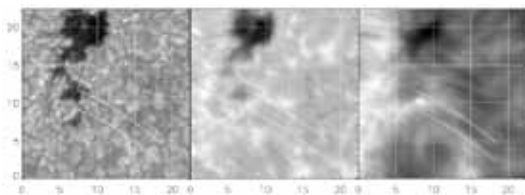


imagen en el ala de la línea de Ca II IR en 854 nm, imagen del centro de la misma línea. La posición del filamento está marcada para las dos líneas curvas. Las marcas están en segundos de arco.

Espectroscopía de espículas en el limbo en Ca II H

Durante una campaña de observación en agosto de 2009, se obtuvieron unos datos de espículas en el limbo solar con una resolución espacial sin precedentes para espectros de Calcio II H en el UV cercano. Como se observó el perfil completo de la línea espectral, se ha podido investigar no solo la apariencia a pequeña escala de las espículas en imágenes de intensidad, sino también sus correspondientes flujos de velocidades. La Figura muestra cómo es la región observada en diferentes magnitudes. El limbo solar está marcado con una línea roja. El índice H (en el primer panel; el segundo panel es la misma imagen con la escala de grises invertida) muestra varias espículas finas y alargadas que salen del limbo por encima de un fondo de emisión homogéneo. La imagen en el ala interna (IW1, tercer panel) es una combinación de una imagen de intensidad y de un Dopplergrama, debido a su ubicación cercana a uno de los picos de emisión en el espectro del Ca. En ella, se ven varios hilos más finos que en índice H, indicando la presencia de rápidos movimientos a las escalas espaciales más pequeñas. La diferencia entre los dos picos de emisión, en el azul (H2V) y en el rojo (H2R), de la línea de Ca es otra medida directa de movimientos de materia. Esta imagen (cuarto panel) muestra un patrón pronunciado de cambios alternativos en la dirección de los movimientos (blanco/negro = hacia/alejándose del observador), dentro del rectángulo blanco, marcados con líneas verticales rojas y azules en la parte alta de

cada imagen. Los flujos de materia opuestos tienden a estar localizados a la izquierda y a la derecha de las estructuras más brillantes. Este resultado sugiere fuertemente que las espículas del limbo o bien están rotando como un sólido rígido, o bien son debidas a la propagación de ondas con forma helicoidal similar al ADN en biología (Beck & Rezaei).



Evolución del Proyecto

A continuación, se presentan los principales resultados científicos obtenidos a lo largo de 2009.

Granulación observada en la línea de Ba II 4554 Å, desde la fotosfera hasta la cromosfera

En este trabajo, realizado en colaboración con N. Shchukina, R. Kostik y V. Olshevsky se ha investigado la formación NLTE de la línea espectral de Ba II 4554 Å usando un modelo tridimensional de granulación solar. Se han valorado las posibles aplicaciones de esta línea para medir las velocidades en la fotosfera y baja cromosfera solar. Para ello se han evaluado dos técnicas de diagnóstico Doppler: una basada en Dopplergramas construidos con 5 longitudes de onda fijas dentro de la línea, y la otra, denominada λ -metro, que permite obtener velocidades en función de las diferentes alturas de formación a lo largo del perfil de la línea. En el estudio, se ha considerado tanto el caso de una resolución espacial dada por las simulaciones 3D numéricas, así como el caso degradado, con una resolución espacial limitada por el telescopio y la turbulencia de la atmósfera terrestre (seeing). Tras el análisis, se ha encontrado que los Dopplergramas observados y reconstruidos por medio de técnicas speckle reproducen muy bien las velocidades originales solares a una altura de unos 300 km en la fotosfera. Este método solamente da problemas en algunas zonas intergranulares donde las velocidades pueden ser muy altas. La técnica λ -metro aplicada a la línea de Ba II 4554 Å permite

recuperar relativamente bien las velocidades a lo largo de toda la fotosfera hasta 650 km en la baja cromosfera, tanto con la alta resolución de las simulaciones como con la resolución degradada. El error de la determinación de velocidades es, incluso, más pequeño cerca del núcleo de la línea que en sus alas. Este trabajo está descrito en Shchukina et al. (2009, *Astronomy & Astrophysics* 506, 1393).

Basándose en estos resultados teóricos, se han investigado las propiedades estadísticas de la granulación solar desde la fotosfera hasta la baja cromosfera usando observaciones de la línea de Balmer H α 4554 Å, obtenidas en el telescopio VTT del Observatorio del Teide en 2004. Como se comprobó en el trabajo anterior, las observaciones en esta línea presentan la ventaja de poder determinar velocidades en alturas hasta 600-700 km, no accesibles en estudios previos similares. Del análisis realizado, se ha encontrado que la granulación puede ser representada adecuadamente por un modelo de 16 columnas, dependiendo de la velocidad y el contraste medido cerca del centro de la línea. A partir de estos modelos, se ha calculado la altura a la que se produce la inversión del contraste de la granulación, tanto en temperatura como en velocidad. Se ha demostrado que ambas alturas dependen del contraste y de la velocidad granular en las capas de formación del continuo. Cuanto mayor son ambos parámetros, más alto en la atmósfera ocurre la inversión. En promedio, la inversión tiene lugar a una altura de 200-300 km. Para conocer más detalles de este estudio, Kostik et al. (2009, *Astronomy & Astrophysics* 506, 1405).

y, como consecuencia, de la sensibilidad polarimétrica, permitió investigar también la inclinación del campo magnético en detalle. En contraposición a resultados recientes obtenidos con datos del satélite Hinode en 630 nm, que favorecen la presencia de campos fuertemente inclinados respecto a la vertical, se ha encontrado que la fracción dominante del flujo magnético está contenida en campos magnéticos que están cercanos a la vertical. Este resultado se puede relacionar con dos hechos: por una parte, la relación señal a ruido de los datos utilizados en este trabajo es mejor que la de los datos del satélite debido a los largos tiempos de integración usados, lo que permitió detectar señales de polarización mucho más débiles y obtener un valor preciso de la inclinación del campo. Por otra parte, se podría mostrar que el método de análisis usado para los datos del satélite mezcla las propiedades del campo magnético con las termodinámicas de la atmósfera lo que hace poco fidedigna la determinación de las propiedades del campo magnético. Los detalles de esta investigación se encuentran en Beck y Rezaei (2009, *Astronomy & Astrophysics* 502, 969).

Siguiendo en esta misma línea de trabajo, se ha estudiado la densidad de probabilidad de la intensidad del campo magnético en el "Sol en calma". El modelado de este campo introduce también un factor de llenado magnético cuya distribución de probabilidad es poco conocida. A partir de observaciones realizadas con el polarímetro ZIMPOL, instalado en el telescopio THEMIS, se ha derivado que la intensidad de campo magnético, B , más frecuente en estas regiones de la superficie solar es 13 G. Asimismo, se ha encontrado que el factor de llenado, a , sigue la sencilla relación $aB = 15$ G. Este resultado es compatible con las investigaciones de los campos débiles a través del efecto Hanle y las de campos fuertes a través del efecto Zeeman (kG ocupando un 1-2%). Bommier et al (2009, *Astronomy & Astrophysics* 506, 1415).

Usando datos de HINODE se ha investigado, asimismo, la emergencia de flujo magnético a escalas espaciales muy pequeñas en el

Magnetismo del "Sol en calma"

Se continuaron los estudios de campos débiles a lo largo de 2009 con nuevos datos observacionales en el infrarrojo cercano, en 1.56 micras, obtenidos en mayo de 2008. Mientras que, por una parte, apoyan resultados anteriores sobre los campos débiles, por otra, la mejora de la resolución espacial de los nuevos (gracias al sistema de óptica adaptativa del telescopio VTT)

“Sol en calma”, centrándose en la conexión magnética entre la fotosfera y la cromosfera. Un resultado importante de este estudio es que una fracción significativa del flujo magnético de la internetwork aparece en forma de arcos, con un ritmo de emergencia de 0.02 arcos por hora y por segundo de arco cuadrado, transportando hasta la superficie 1.1×10^{12} Mx por segundo y por segundo de arco cuadrado de nuevo flujo. Inicialmente, los arcos se ven como pequeñas regiones de polarización lineal sobre una celda granular. Un poco después, aparecen dos pies de polaridad circular opuesta dentro del gránulo o en sus bordes. Estos pies evolucionan paulatinamente, alejándose del gránulo hacia el espacio intergranular adyacente. La orientación de estos arcos no parece seguir la ley de la polaridad de Hale. Es interesante resaltar que 23% de los arcos emergentes alcanzan la cromosfera. Este trabajo está descrito en Martínez González y Bellot Rubio (2009, *Astrophysical Journal* 700, 1391).

Regiones activas

Se ha estudiado el vector campo magnético línea neutra de una región activa compacta, encontrándose que en la cromosfera alcanza una intensidad de unos 600-700 G. Estos valores se han confirmado mediante varias técnicas de diagnóstico diferente. Tras el análisis realizado, se han encontrado campos longitudinales de unos 100-200 G, aunque dominan las componentes transversales, con unos 500-600 G. Estos son los valores más grandes medidos hasta la fecha en este tipo de estructuras cromosféricas. Es interesante destacar que los campos transversales intensos también existen a nivel fotosférico. Para conocer más detalles de este estudio, el lector puede ir a Kuckein et al. (2009, *Astronomy & Astrophysics* 501, 1113).

En los alrededores de las manchas, justo más allá del borde externo de la penumbra de una mancha solar, se han descubierto canales con campo magnético horizontal y flujos de materia supersónicos. Éstos se pueden identificar en polarización circular por la presencia de un lóbulo satélite, cuya polaridad es la misma que la del lóbulo azul

del perfil de polarización circular principal de las líneas espectrales observadas. Este escenario es compatible con la existencia de un flujo de materia dirigido hacia fuera y a velocidades supersónicas que es la continuación del flujo Evershed penumbral. Los detalles de esta investigación se pueden encontrar en Martínez Pillet et al. (2009, *Astrophysical Journal* 701, L79).

Por otra parte, se han investigado las propiedades de la estructura a pequeña de la umbra de una mancha solar, gracias a una excelente serie de imágenes obtenidas en la Torre Sueca del Observatorio del Roque de los Muchachos con una duración total de más de seis horas. Mientras que las estructuras a gran escala (filamentos penumbrales, puentes de luz) evolucionan en escalas de tiempos de horas, los detalles más pequeños (puntos umbrales y estructuras casi puntuales presentan los puentes de luz más débiles) lo hacen en cuestión de minutos, como consecuencia de que están constantemente dividiendo y juntando en esos tiempos tan cortos. En el trabajo también se estudian las características morfológicas, fotométricas y dinámicas de estas estructuras, en función de su posición en la umbra, más cercanas o alejadas del centro de la mancha. Para más información, Sobotka y Puschmann (2009, *Astronomy & Astrophysics* 504, 575).

Propagación de ondas en diferentes estructuras magnéticas

La evolución de la velocidad, medida simultáneamente en la fotosfera y en la cromosfera a partir de series temporales de observaciones espectropolarimétricas en la región espectral de 10830 Å y en diferentes estructuras magnéticas (como manchas de diferentes tamaños, poros o regiones faculares), da información sobre las propiedades de las ondas que se propagan en ellas y su dependencia en función del flujo magnético de estas estructuras. Mientras las oscilaciones en la fotosfera tienen propiedades similares en todas partes, las oscilaciones medidas en la cromosfera muestran diferentes amplitudes,

frecuencias y patrón de choques en función de la estructura magnética. El análisis de los espectros de potencias y de diferencias de fase, junto con un modelo teórico sencillo, llevan a una serie de resultados referentes a la propagación de ondas en las alturas de este estudio. Se ha encontrado que, mientras la frecuencia de corte y las propiedades de propagación de diferentes modos de oscilación dependen de la estructura magnética, en todos los casos la energía alcanza la cromosfera directamente desde la fotosfera, en forma de ondas con frecuencias por encima de la de corte. La propagación de estas ondas es lineal y a lo largo de las líneas de campo, y no se ha confirmado que sean debidas a la evolución no-lineal de los modos. Los detalles de este trabajo se encuentran en Centeno, Collados y Trujillo Bueno (2009, *Astrophysical Journal* 692, 1211).

Una posible fuente del calentamiento cromosférico son las ondas acústicas que se propagan desde la fotosfera hasta la cromosfera, transportando energía mecánica hacia arriba para calentar las capas atmosféricas más altas. En esta línea, se investigó la energía contenida en tales ondas mediante un análisis de los desplazamientos Doppler que inducen durante su paso por diferentes líneas espectrales formadas a diferentes alturas. Del estudio se encontró, en acuerdo con investigaciones previas, que el flujo de energía mecánica suministrado por estas ondas es insuficiente para equilibrar las pérdidas de energía por radiación a escalas temporales grandes, incluso en el caso de que pudieran dar lugar a procesos de liberación intensa de energía de corta duración. Para conocer más detalles de este estudio, el lector puede ir a Beck et al. (2009, *Astronomy & Astrophysics* 507, 453).

En otro de los trabajos realizados sobre este tema, se ha sugerido una explicación para el exceso de potencia de las ondas de alta frecuencia alrededor de regiones activas, un fenómeno conocido como halos sísmicos. Para ello, se han usado simulaciones numéricas de propagación de ondas magneto-acústicas en un modelo estático

de mancha solar. Los resultados obtenidos permiten proponer que los halos sísmicos pueden ser causados por la energía adicional inyectada por ondas magneto-acústicas rápidas de alta frecuencia que se refractan en la atmosfera alta debido a los gradientes de la velocidad de Alfvén. El modelo propuesto explica cualitativamente el aumento de potencia observado y permite hacer predicciones del comportamiento del halo que se podría detectar en futuras observaciones. Los detalles de este trabajo están descritos en Khomenko y Collados (2009, *Astronomy & Astrophysics* 506, L5).

En otro trabajo complementario, se han usado simulaciones 2D numéricas y la aproximación eiconal para estudiar las propiedades de ondas magnetohidrodinámicas que se propagan por debajo de la superficie solar a través de manchas solares. Para ello, se ha considerado una serie de modelos estáticos de manchas, con diferente intensidad de campo magnético, que abarcan desde una profundidad de unos 10 Mm por debajo de la fotosfera hasta la baja cromosfera. Con este estudio, se ha pretendido cuantificar la influencia del campo magnético de las manchas en las medidas utilizadas por la sismología local y se ha realizado estudiando las ondas numéricas excitadas por una fuente subfotosférica. A partir de las simulaciones, se han calculado los diagramas tiempo-distancia y se han medido los tiempos de propagación de las ondas en los casos con y sin campo magnético. Los resultados demuestran claramente que la señal sismológica observada en las regiones activas corresponde a las ondas magneto-acústicas rápidas. Las ondas lentas forman un patrón distinto en el diagrama tiempo-distancia y son fácilmente separables en las medidas. Los resultados de las simulaciones numéricas muestran un buen acuerdo con los de la aproximación eiconal, probando su validez. La dependencia de los tiempos de propagación con la frecuencia de las ondas concuerda cualitativamente con las observaciones. Este trabajo está descrito en Khomenko et al. (2009, *Astrophysical Journal* 694, 411).

Aplicaciones a estrellas

La aplicación a estrellas de métodos de análisis tradicionalmente usados para estudiar el Sol no es inmediata. Ello es debido a dos razones principales. Por una parte, la falta de resolución espacial hace que se integre toda la luz proveniente de toda su superficie, mezclándose el espectro proveniente de estructuras con diferentes propiedades. Por otra parte, la falta de fotones hace que los espectros estelares tengan una relación señal a ruido significativamente inferior a los solares, lo que representa un gran inconveniente a la hora de intentar detectar pequeñas señales de polarización estelares. Para mejorar esta señal, se suele recurrir a la técnica de sumar las contribuciones de numerosas líneas espectrales. Este procedimiento tiene el inconveniente de que los rasgos espectrales resultantes no se corresponden con ninguna línea espectral real, lo que complica en gran medida su interpretación. Para intentar aclarar el significado de estas técnicas, se ha estudiado un caso artificial, en el que se han sintetizado una serie de líneas espectrales frecuentemente usadas en este tipo de estudios, se han sumado todos sus perfiles de intensidad y polarización y se ha analizado el resultado con técnicas que se aplican frecuentemente para estudiar el Sol. Los resultados son convincentes y se puede concluir que el método de análisis funciona adecuadamente cuando se le aplica a estrellas. Para conocer más detalles de este estudio, el lector puede ir a Semel et al. (2009, *Astronomy & Astrophysics* 504, 1003).

Por otra parte, las estrellas roAp se caracterizan por sus rápidas oscilaciones y presentan la interesante combinación de poseer campos magnéticos intensos bipolares y armónicos altos de modos p similares al Sol. Existen medidas espectroscópicas recientes que apuntan a un escenario complejo de propagación de ondas magneto-acústicas, cuyas amplitudes y fases varían fuertemente con la altura en sus atmósferas. Para interpretar estas observaciones y mejorar el conocimiento de los procesos dinámicos

que ocurren en este tipo de estrellas, se han realizado simulaciones no lineales, en dos dimensiones, de la evolución temporal de ondas en atmósferas estratificadas realistas características de estas estrellas. Los resultados han permitido verificar el interés de este tipo de acercamiento para estudiar problemas así de complejos, ya que las simulaciones reproducen todos los rasgos más importantes observados en el comportamiento de las estrellas roAp. En particular, se ha confirmado que las propiedades de las pulsaciones dependen en gran medida de cómo es la inversión de la densidad en la base de la fotosfera. Este trabajo está descrito en Khomenko y Kochukhov (2009, *Astrophysical Journal* 704, 1218).

FÍSICA DE LA MATERIA INTERPLANETARIA (310400)

J. Licandro

M. Serra Ricart, A. Osoz Abad y O. Vaduvescu.

H. Campins (Univ. Central de Florida, EEUU); P. Alonso, Noemí (NASA-AMES, EEUU); M. Delbó (UNS, CNRS, Obs. de la Cote d'Azur, Francia); J.L. Ortiz, R. Duffard, J. de León Cruz (IAA, Granada); A. Alvarez Candal (ESO, Chile); R. Gil-Hutton (CASLEO, Argentina); J. Fernández, G. Tancredi (UDELAR, Uruguay); Y. Fernandez (UCF, EEUU); G.P. Tozzi (INAF/Obs. de Arcetri, Italia); D. Lazzaro (Obs. Nacional, Brasil); G. Strazzulla (INAF/Obs. de Catania, Italia); R. Brunetto (Inst. d'Astrophysique Spatiale, Francia); M. Melita (IAFE, Argentina).

Introducción

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.

MEMORIA
IAC 2009

139

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 de 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 orbitas 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. Recientes modelos dinámicos sugieren así mismo que los asteroides tipo D, que pueblan el cinturón externo en particular la

población de asteroides Troyanos, Hildas y Cybeles, podrían ser TNOs dispersados en las primeras épocas del Sistema Solar.

Otros cuerpos de interés son los objetos cercanos a la Tierra (conocidos como NEOs en inglés), que constituyen una población de cuerpos menores (asteroides y cometas) cuyas órbitas les permiten aproximarse periódicamente e incluso interceptar la órbita de nuestro planeta. Se trata de una población de objetos que no se han formado en las órbitas que ocupan actualmente, sino que provienen mayormente del Cinturón Principal de asteroides, y en menor medida, de la población de cometas FJ. El estudio de los NEOs tiene una relevancia significativa desde el punto de vista astrofísico en la medida de que nos permiten comprender los mecanismos de transferencia de objetos a esta población y de cómo está compuesta. También porque son, junto con los cometas, los precursores de la enorme mayoría de los meteoritos y meteoros. Dada la cercanía con nuestro planeta, diversas misiones espaciales se han dirigido y se dirigirán en el futuro cercano (ej. NEAR o Deep Space 1), hacia el estudio detallado de NEOs y cometas. Pero éstas solo pueden acceder a un número muy limitado de objetos, por lo que para tener una comprensión global de los NEOs es imprescindible el estudio de un número significativo de miembros de la población desde Tierra. También hay que destacar que los NEOs no sólo presentan un interés meramente astrofísico, sino que, dado que pueden colisionar con la Tierra (de hecho muchos de ellos lo han hecho en la historia reciente de nuestro planeta), presentan un interés desde el punto de vista de la seguridad y el desarrollo de nuestra civilización. El reciente desarrollo de diversos programas de búsqueda y seguimiento de NEOs potencialmente peligrosos, y el reconocimiento de la importancia de su estudio por el 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.

Programas específicos:

Propiedades físicas de los núcleos cometarios

Este trabajo consiste principalmente en la determinación del tamaño de un número significativo de núcleos de cometas de la FJ para estudiar su distribución, y de la determinación de las propiedades rotacionales de algunos núcleos cometarios, principalmente de cometas de la FJ, y el estudio de posibles variaciones de éstas (en particular del período de rotación). La determinación del tamaño de los núcleos se realiza haciendo fotometría CCD con telescopios de medio y gran tamaño (incluido el telescopio VLT) de los cometas a grandes distancias heliocéntricas donde se los presume sin actividad cometaria, asumiendo un valor para el albedo se estima el radio efectivo. Hay que destacar que se está participando en un programa de gran alcance con el telescopio espacial SPITZER para determinar con precisión el tamaño y albedo de una centena de cometas.

El estudio de las propiedades rotacionales, que se realiza obteniendo series fotométricas con CCDs, proporciona valiosa información sobre la estructura interna del núcleo (distribución de momentos de inercia, densidad y calidad del material).

Propiedades superficiales de TNOs, Centauros y núcleos cometarios

El estudio de las propiedades superficiales (composición mineralógica) es de gran importancia para determinar la composición

original y posibles diferencias en las distintas regiones donde se han originado, y para estudiar los diversos procesos que afectan y modifican la superficie de los objetos helados del Sistema Solar y relacionarlos con las 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 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. Este programa se ha ampliado en 2008 para estudiar asteroides primitivos tipo D con posible origen transneptuniano. También se ha ampliado el rango de longitudes de onda al infrarrojo medio y térmico.

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 y 2000 durante la tesis de Licandro, observaciones realizadas en el infrarrojo con el telescopio TNG y observaciones que se han realizado con los filtros interferenciales en el telescopio JKT en 2002-2003, así como observaciones realizadas en La Silla (imagen y espectros visible e infrarrojo). Finalmente, se cuenta con una extensa base de datos obtenidos durante el experimento Deep-Impact en 2005. Se aplican modelos de polvo (Ver Moreno et al. 2003) y de producción y vida de especies moleculares como el de Haser o el de Festou, en colaboración principalmente con L. Lara y F. Moreno y G. P. Tozzi.

Hitos

Como hito se debe señalar que se demostró que el “cometa del cinturón principal” (MBC del inglés “main belt comet”) 133P/Elst-Pizarro es un asteroide miembro de la familia colisional de Themis. Elst-Pizarro presenta actividad de tipo cometario probablemente porque tiene algo de hielo en capas cercanas a la superficie, y que parte de él resultó expuesto a la luz solar por alguna razón externa (¿una colisión quizás?). Se sabía que el objeto tiene una órbita como la de los miembros de esta familia de asteroides. La familia colisional se formó a raíz de una colisión de un asteroide muy grande (el padre de la familia) con otro más pequeño. Los asteroides de la familia son los restos de esta colisión, y tienen por tanto, órbitas similares. Pero Elst-Pizarro bien podía ser un objeto cuya órbita hubiera sufrido cambios gravitacionales que la hicieran similar a la de estos objetos, y no fuera por tanto un resto de la colisión. Pero el estudio de los espectros que se han obtenido demuestra que la superficie Elst-Pizarro es de composición similar al del resto de los asteroides de la familia y diferente a la de los cometas, lo cual demuestra que este MBC es un trozo del objeto “padre” de la familia de Themis. La importancia fundamental de este descubrimiento radica en que esto implica que en la región del cinturón principal a 3UA del Sol, algunos

asteroides habrían podido retener hielo desde su origen, el cual produciría la actividad que vemos hoy en los MBCs.

Evolución del Proyecto

Durante 2009 se publicaron 11 artículos en revistas con árbitro, otro en prensa, 3 aceptados con cambios menores y otros 3 enviados en proceso de revisión. También hay otros 2 enviados a proceedings. Miembros del grupo han participado en 4 congresos internacionales y 5 nacionales. Se presentaron 15 trabajos orales y 5 pósters.

Se dedicó un esfuerzo muy especial en fortalecer nuestra participación en la misión Marco Polo, de ESA "Cosmic Vision 2015-2025". Se ha consolidado nuestra presencia en el grupo científico y en dos de los consorcios de instrumentos propuestos: la cámara/espectrógrafo en el infrarrojo térmico THERMAP (I.P. O. Groussin, Lab. d'Astrophysique de Marseille) y en el sistema de cámaras en el visible MPCs (I.P. Hermann Boehnhardt, MPI Katernburg-Lindau).

Durante 2009 y hasta mayo estuvo H. Campins como sabático. Recibimos la visita de G. Paolo Tozzi, M. Delbo y J.L. Ortiz.

El grupo se preparó aprovechando la estancia de H. Campins y la visita de M. Delbo, para trabajar en el infrarrojo medio. Se prepararon diversas rutinas con modelos térmicos que han permitido utilizar observaciones de SPITZER. Se estableció una cooperación que permitirá utilizar los datos del telescopio espacial WISE con el objetivo de estudiar las propiedades térmicas, tamaño y albedo de varias poblaciones de asteroides primitivos que serán observados durante el survey del telescopio. También se presentó una propuesta para utilizar T-Rex en Gemini para observar asteroides primitivos tipo Cybeles e Hildas, y se establecieron las bases para una futura utilización de CanariCam cuando el telescopio esté preparado para observar objetos del sistema solar.

Finalmente se ha incorporado al grupo O. Vaduvescu, investigador afiliado que trabaja en el ING quien ha formado un grupo con

investigadores de 13 instituciones europeas con el objetivo de solicitar fondos al "CORDIS Seventh Framework Programme (FP7)" para financiar las actividades de EURONEAR (European Near Earth Asteroids Research). EURONEAR es un Proyecto para establecer una red coordinada que haga un seguimiento, de los Asteroides Cercanos a la Tierra, en particular de los potencialmente peligrosos (PHA) utilizando telescopios con programas dedicados de 1-2 m. El seguimiento comprende: búsqueda de nuevos objetos; astrometría "follow-up" de objetos recién descubiertos para una correcta determinación de sus órbitas; fotometría para determinar parámetros rotacionales y colores; espectroscopía para la determinación su composición.

Participación en la misión Marco Polo

Se trabajó en el desarrollo de un demostrador para la electrónica del array de microbolómetros que se utilizaría en la cámara/espectrógrafo para el infrarrojo medio que se ha propuesto para la MSC de la misión. Se realizó el diseño del mismo, se adquirieron diversos componentes electrónicos (incluido el detector). Licandro y el ingeniero a cargo viajaron a la fábrica del detector para obtener entrenamiento e información, y al Lab. d'Astrophysique de Marseille donde se reunieron con el IP del instrumento y el equipo de ingenieros del LAM para discutir diferentes aspectos del trabajo a realizarse en el IAC.

J. Licandro que forma parte del grupo científico participó en dos reuniones del grupo proponente de las cámaras para el visible de la misión, una en Alemania y otra en Madrid.

J. Licandro y H. Campins participaron en el WS realizado en París sobre la misión Marco Polo.

Se publicó un artículo sobre las propiedades térmicas de la superficie del asteroide 1999 JU3, principal candidato a ser el objetivo de la misión. Los resultados se basan en observaciones de SPITZER.

Programa de propiedades superficiales y rotacionales de NEOs

Se envió a publicar dos artículos con los resultados finales del programa: "Near-Earth Objects Spectroscopic Survey (NEOSS) I: Observations" (de León et al.), y "Near-Earth Objects Spectroscopic Survey (NEOSS) II: Compositional and physical characterization". Los mismos están en proceso de revisión.

Se culminó el programa de caracterización mineralógica de los asteroides en las regiones del cinturón principal de las que provienen los NEOs de acuerdo a los estudios dinámicos. Se obtuvieron espectros visible e infrarrojo en el telescopio TNG. Se ha comenzado el análisis de los datos.

Se presentaron en un congreso y publicaron los resultados preliminares del programa de determinación de las propiedades térmicas de los NEAs que tienen una distancia perihélica muy pequeña y que, por tanto, sufren modificaciones superficiales por procesos térmicos.

Programa de propiedades superficiales y rotacionales de los objetos transicionales asteroide-cometa

Se demostró que el MBC 133P/Elst-Pizarro es un resto de la colisión que dio lugar a la familia colisional de Themis, y que se trata por tanto, de un asteroide.

Se publicó un artículo donde se determina tamaño y albedo del objeto 4015 Wilson-Harrington y donde se deriva información sobre las propiedades térmicas de este objeto que indican que es improbable que se trate de un cometa. Este se ha basado en observaciones obtenidas con SPITZER.

Programa de propiedades superficiales de TNOs, Centauros y núcleos cometarios

Se publicó un artículo sobre las propiedades térmicas, tamaño y albedo del cometa 22P/Kopff basado en observaciones de SPITZER.

Se publicaron 2 artículos relacionados con la población de TNOs de la familia de 2003 EL61, donde se demostró: que 2003 EL61 y los miembros de este grupo, son objetos que tienen en su superficie una cantidad mucho menor de moléculas con carbono tales como CH₄, CH₃C₂, etc. que el resto de los TNOs; se obtuvo una distribución de los TNOs pequeños a partir de los efectos de cristalización del agua en la superficie de los TNOs de la familia, y de la fracción de hielo cristalizado que observamos en ellos.

Se publicó un artículo donde profundizamos en las propiedades superficiales del TNO Eris, cuya composición es similar a la de Plutón. Este artículo se basa en otro publicado en 2008 y en nuevas observaciones espectroscópicas.

SISMOLOGÍA SOLAR Y ESTELAR Y BÚSQUEDA DE EXOPLANETAS (310800)

P.L. Pallé Manzano.

T. Roca Cortés, C. Régulo Rodríguez, B.W. Tingley, J.M. González Pérez, A. Jiménez Mancebo, H.J. Deeg, F. Pérez Hernández, D. Salabert, O. Creevey, J.M. Almenara Villa, J.A. Belmonte Avilés y M. Díaz Alfaro.

Colaboradores del IAC: A. Eff-Darwich, S. Jiménez Reyes, J. Patrón Recio

R. Alonso, P. Barge, M. Deleuil, M. Barbieri (Lab.d'Astronomie Marseille, Francia); Y. Chou (Univ. Tsing Hua, Taiwan); L. Doyle (SETI, EEUU); Y. Elsworth, B. Chaplin (Univ. de Birmingham, Reino Unido); A. Gabriel, P. Boumier, F. Baudin, T. Appourchaux, F. Bouchy, G. Hebrard (Ins. D'Astrophysique Spatiale, Francia); R. García Bustinduy, S. Turck-Chieze, Katrien Uytterhoeven (DSM/DAPNIA, CEA, Francia); P. Amado, S. Martin-Ruiz, R. Garrido, J.C. Suárez (IAA, Granada); G. Grec, T. Corbard (Obs. de la Côte d'Azur, Francia); I. González Hernández, F. Hill, J. Leibacher, R. Howe (National Solar Obs., EEUU); K. Horne, A.

Cameron (Univ. St. Andrews, Reino Unido); S. Korzennik (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); E. Michel, J. Schneider (Obs. de Meudon, Francia); F. Schmider (OCA, Francia); T. Brown (LCO, EEUU); H. Rauer, J. Cabrera, A. Eriksson, P. Kabath. (DLR, Alemania); V. Kozhevnikov (Ural State Univ. Russia); D. Pollacco (Queens Univ. Belfast, Reino Unido); R. Oreiro (Univ. de Leuven. Bélgica); T. Metcalfe (High Altitude Obs., EEUU); M. Bazot (Centro de Astrofísica de Porto, Portugal); S. Hekker (Royal Obs. de Bélgica); R. Simoniello (PMOD, Suiza); Colaboradores de la Red TrES (D. Charbonneau, D. Lathan, G. Mandushev, F. O'Donovan, G. Torres, etc. (diferentes institutos, EEUU).

Introducción

Los objetivos genéricos de este Proyecto son: el estudio de la estructura y dinámica del interior solar, la extensión de dicho estudio al caso de otras estrellas, y la búsqueda de planetas extrasolares por métodos fotométricos, principalmente mediante tránsitos por delante de sus estrellas principales.

Para el primer objetivo se utiliza la única técnica que actualmente permite su estudio: la Heliosismología Global (para sondear hasta el mismo núcleo del Sol) y la Local (sondeo más detallado pero limitado al 10% más externo). Mediante la detección y estudio del espectro de modos globales de pulsación del Sol es posible inferir de modo preciso, información acerca de su estructura y dinámicas interna, es decir la determinación de los perfiles de las variables físicas más importantes, desde su centro hasta su superficie. El presente Proyecto cubre las distintas facetas necesarias para alcanzar el objetivo antes mencionado:

- Instrumental, en el que ya se ha trabajado intensamente en el pasado y aún se sigue haciendo a través implicaciones en nuevos proyectos, tanto de instrumentación espacial como en tierra.

- Observacional, en el que se realizan observaciones ininterrumpidas a lo largo del año desde varias redes mundiales de estaciones heliosismológicas (BiSON y GONG), 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 se puede 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 en la actualidad están al alcance gracias a las nuevas misiones espaciales operativas. 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, 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.

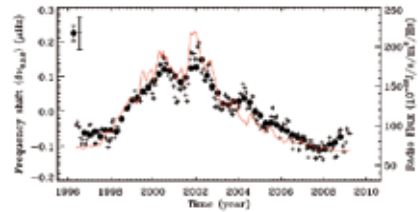
Con la puesta en órbita del satélite CoRoT durante el año 2007 y las primeras distribuciones de datos a los científicos participantes durante el 2008, cuyos objetivos científicos se enmarcan en las áreas de la Astrosismología y la detección de Exoplanetas por el método de tránsitos, se ha iniciado una era de grandes avances en estos dos campos de investigación, pudiendo disfrutar de los primeros resultados. Todo ello se ha visto reforzado en 2009 con el lanzamiento y el inicio de las operaciones de la misión espacial Kepler, que si bien es una misión NASA para descubrir exoplanetas tipo Tierra, el consorcio europeo KASC (Kepler Asteroseismic Science Consortium) es el encargado exclusivo de la explotación científica de la vertiente de Astrosimología de las miles de estrellas que van a observarse a lo largo de más de cuatro años.

Hitos

MEMORIA 2009 IAC Estudio del anómalo comportamiento del mínimo de Actividad Solar del Ciclo número 23.

146 Por medio del estudio detallado de las frecuencias de los modos acústicos solares a lo largo de los últimos 14 años (1996-2009) con datos continuos obtenidos con el instrumento GOLF a bordo del satélite SoHO, se constató por vez primera que el “anómalo” comportamiento del mínimo de actividad del ciclo solar número 23 (retraso de unos 3 años entre 2007 y 2009 en la aparición de manchas y otros signos de actividad en la

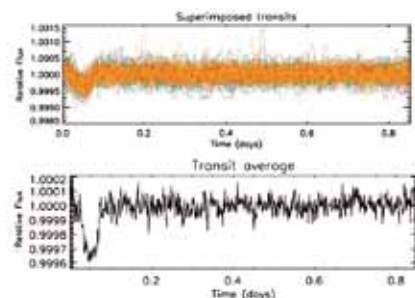
superficie del Sol) puede explicarse como un efecto meramente superficial y que la actividad magnética (a altas latitudes y en capas situadas por debajo de la fotosfera) se inició -tal como era de esperar- a finales de 2007. (Salabert et al., 2009, *Astronomy & Astrophysics*, 504).



Variación relativa de las frecuencias promedio de los modos acústicos del Sol -modos p- a lo largo de los últimos 14 años (círculos y cruces), superpuesta con la variación del flujo en radio del Sol (línea roja) y que indica la evolución del Ciclo de Actividad. A partir del final de 2007, si bien la actividad solar era nula, las variaciones de la frecuencia empiezan a aumentar progresivamente, indicando el inicio del nuevo ciclo.

Descubrimiento de una “Super-Tierra”, denominada Corot-7b, con el satélite CoRoT

Se trata de exoplaneta más pequeño detectado hasta la fecha (diámetro 1.7 ± 0.1 veces el de la Tierra) y dada su temperatura superficial, entre 1.000 y 1.500 C, podría tratarse de un planeta con superficie rocosa o cubierta de lava. El nuevo planeta fue detectado utilizando el método de tránsito, es decir, mediante el ligero oscurecimiento del brillo de la estrella cuando el planeta pasa regularmente delante de ella, cada 20 horas terrestres. Posteriores mediciones de su velocidad radial fijaron su masa en 8 ± 1 masas terrestres y además indicaron la presencia de otro planeta terrestre en el mismo sistema, el Corot-7c, en un orbita más lejana y sin tránsitos. (Rauer et al., 2009, *Astronomy & Astrophysics*, 506).



Superposición de 153 segmentos individuales de la curva de luz de la estrella asociada al nuevo planeta Corot-7b (arriba) en la que se observa la disminución sistemática del flujo en los instantes del tránsito. El promedio y procesado de las curvas individuales, proporciona un perfil mucho más claro del tránsito (abajo)

Evolución del Proyecto

El desarrollo de la actividad del Proyecto en 2009, ha estado fuertemente marcada por la explotación de los datos de Astrosismológicos y de Exoplanetas proporcionados por la misión CoRoT (datos distribuidos al consorcio a mediados de 2008 y publicación de un monográfico de Astronomy & Astrophysics a mediados de 2009) y por el éxito en el lanzamiento y primeras observaciones del satélite Kepler (lanzado en la primavera de 2009) y cuyo análisis frenético ha permitido la presentación pública de los primeros resultados en Febrero de 2010 (volumen monográfico de Astrophysical Journal). El personal del grupo ha estado involucrado casi en su totalidad en uno u otro aspecto de estas dos iniciativas, si bien se ha desarrollado actividad en las cuatro áreas siguientes.

Heliosismología Global

Se concluyó el análisis de la campaña del verano de 2009 realizada con el espectrofotómetro GOLF-NG (un prototipo avanzado y mejorado del instrumento GOLF en SoHO). Si bien se confirmó la viabilidad de la estrategia propuesta (medición simultánea en ocho puntos de la línea espectral del Na por una sola en el caso de GOLF) y se obtuvieron espectros de las oscilaciones simultáneamente en diversos puntos de la atmósfera solar (de la fotosfera a la cromosfera), el nivel de ruido intrínseco del detector utilizado (array de fotodiodos) no permitió explorar la zona de baja frecuencia (donde se ubican los modos gravitatorios, primer objetivo científico del nuevo instrumento). Se prevé realizar una nueva campaña en 2010, implementando un detector más preciso (CCD) como complemento a los anteriores.

En otro ámbito, dada la anomalía presente en el presente tránsito entre los ciclos de actividad solar número 23 y 24 – se esperaba que el aumento de actividad en la superficie del Sol se iniciara a finales de 2007 (final del Ciclo 23 e inicio del 24), pero en los últimos tres años se han registrado índices

extremadamente bajos –casi nulos. Ante la gran expectación originada en diversas áreas de investigación de la Física Solar para intentar explicar este fenómeno, se decidió llevar a cabo un análisis del comportamiento de las frecuencias propias acústicas del Sol (modos p) para estudiar su comportamiento en esta fase anómala. Por medio del estudio detallado de las frecuencias de los modos-p a lo largo de los últimos 14 años (1996-2009) con datos continuos obtenidos con el instrumento GOLF a bordo del satélite SoHO, se constató por vez primera que el “anómalo” comportamiento puede explicarse como un efecto meramente superficial y que la actividad magnética (a altas latitudes y en capas situadas por debajo de la fotosfera) se inició –tal como era de esperar– a finales de 2007.

Heliosismología Local

Durante este año se han mejorado las técnicas de holografía sísmica, especialmente para generar imágenes sísmicas del hemisferio no visible del Sol. Concretamente se calcularon las funciones de Green necesarias mediante una aproximación que parte de las ecuaciones de las ondas sin la aproximación de la teoría de rayos.

Astrosismología

En el campo de la astrosismología, en concreto de las estrellas tipo solar, los primeros resultados de CoRoT han sido muy prometedores. Se han analizado y publicado a lo largo de este año las curvas de luz de 4 estrellas tipo solar. En todas ellas se han encontrado oscilaciones acústicas (modos p) aunque con una amplitud menor de la esperada y, en dos de ellas, ha sido posible obtener sus frecuencias individuales. Las curvas de luz han proporcionado así mismo, información muy interesante acerca de la actividad magnética de estas estrellas, revelando en todas ellas una alta actividad y siendo posible en algunos casos incluso detectar su rotación diferencial.

Tres estrellas más están siendo analizadas en estos momentos, una de ellas, HD

52265, de enorme interés ya que alberga un planeta orbitando a su alrededor. La calidad de los datos fotométricos es excelente y es tal que la velocidad angular de la estrella y la inclinación del eje de rotación se puede inferir a partir del desdoblamiento rotacional de los modos y su amplitud relativa. A partir de aquí, se puede determinar la masa del planeta con la precisión suficiente para asegurar que se trata de un planeta y no de una enana marrón. Estos resultados serán enviados en breve para su publicación.

Además, se han comenzado a recibir los primeros datos (serie de 34 días) de la misión Kepler cuyo análisis e interpretación sísmica corresponde al consorcio KASC en el que se participa activamente en varios de sus grupos de trabajo (WG's). Los análisis preliminares de estos datos han permitido evaluar la precisión de su fotometría así como obtener los primeros resultados en tres estrellas de tipo solar (G); se han podido determinar unos 20 modos de oscilación por estrella cuyo análisis ha llevado a la determinación de sus radios, masas y edades con errores por debajo del 3%. Por otro lado, del análisis de las gigantes rojas del cúmulo NGC6819 se han podido determinar parámetros globales de sus oscilaciones que ofrecen un criterio mejor para determinar su pertenencia al cúmulo; las amplitudes observadas han mejorado la relación de escala en función de su luminosidad. Todos estos trabajos se han publicado conjuntamente en febrero de 2010.

Exoplanetas

En el campo de exoplanetas, el anuncio más importante fue el descubrimiento del primer exoplaneta terrestre con una medición de su radio. Es el planeta Corot-7b con un diámetro de 1.7 ± 0.1 veces el de la Tierra. Posteriores mediciones de su velocidad radial fijaron su masa en 8 ± 1 masas terrestres y además indicaron la presencia de otro planeta terrestre en el mismo sistema, el Corot-7c, en una órbita más lejana y sin tránsitos. En el descubrimiento del Corot-7b se participó con observaciones fotométricas, las cuales excluyeron la presencia de binarias eclipsantes cercanas como posibles fuentes de una falsa alarma, tomadas con el CCD

del telescopio IAC-80 y con FASTCAM en el telescopio TCS. Las observaciones del telescopio IAC-80 fueron obtenidas dentro del programa de seguimiento fotométrico de candidatos de Corot. Este programa, y la coordinación con similares programas en otros observatorios, ha sido el pilar central de nuestro trabajo para Corot/Exo - una contribución que esta reconocida como un trabajo central para el éxito de la misión, y que se espera continuar hasta el final de la misión. El segundo hito durante el año 2009 fue el descubrimiento del primer planeta gigante con temperaturas templadas que tiene tránsitos, el Corot-9b. Al contrario que otros planetas con tránsitos, este planeta con un periodo orbital de 95 días, no está afectado por su cercanía a la estrella central, y se espera que se convierta en un objeto de referencia para comprobar modelos de planetas gigantes similares a nuestro Júpiter. Observaciones fotométricas de un tránsito del Corot-9b, obtenido en julio 2009 con el telescopio IAC-80, fueron decisivas en la verificación de este objeto como planeta. Posteriormente, el análisis global y la publicación del descubrimiento del Corot-9b fue liderado por el grupo y el artículo resultante fue aceptado por la revista *Nature*.

Se ha realizado fotometría infrarroja utilizando LIRIS en el telescopio WHT, con los filtros H y Ks. Se ha observado la estrella matriz de CoRoT-2b en torno a dos eclipses secundarios en dos noches con buenas condiciones fotométricas. Para la profundidad del eclipse secundario en la banda de H se ha obtenido un límite superior del 0.17%, mientras que se ha confirmado una detección tentativa de un eclipse con una profundidad de 0.16% en la banda Ks. Se ha estimado una temperatura de equilibrio de unos 1964 K y una profundidad de 0.11% en el filtro H y 0.23% en el filtro Ks. Ambas profundidades son consistente con las observaciones.

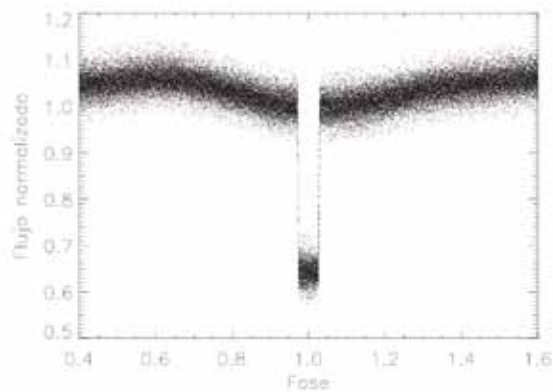
Se han obtenido varias observaciones de tránsitos de TrES-1 con el HST y desde tierra con el telescopio IAC-80. Sobre la base de estas observaciones, se ha publicado un estudio estadístico de las variaciones del flujo en cada una de las observaciones, para

investigar si aparecen aumentos de flujo en el conjunto de datos. Curiosamente, las observaciones con el HST han presentado un aumento de flujo único y claro durante un tránsito, mientras que las observaciones terrestres conducen a la detección de dos de estos eventos, pero con baja significancia. Se han planteado dos posibilidades: asumiendo una interpretación convencional, esta observación pudiera corresponder a la detección de una mancha; alternativamente, este aumento de flujo también pudiera ser causado por un planeta transitante adicional en el sistema. En el caso de haber observado una mancha en los datos del HST, y suponiendo un impacto central entre la mancha y TrES-1, se obtendría un límite inferior para el radio de la mancha de 42.000 km. Para este radio, la temperatura de la mancha sería de 4.690 K, es decir, 560 K inferior a la superficie estelar de 5 250 K. Para un supuesto segundo planeta transitante, se puede fijar un límite inferior de su radio de 0.37 RJ y, para períodos de menos de 10.5 días, se puede establecer un límite superior de 0.72 RJ. La verdadera naturaleza de este fenómeno esta por ahora pendiente de futuros datos.

Por otra parte, usando el telescopio IAC-80, se han llevado a cabo observaciones sistemáticas de tránsitos de TrES-1 y TrES-2 durante varios años consecutivos. Se han estudiado las curvas de luz observadas y se ha realizado un análisis de las diferencias entre el tiempo central del tránsito observado y calculado (basado en efemérides fijas). Para modelar posibles variaciones en los tiempos centrales de tránsito se ha utilizado polinomios de diferentes órdenes, simulado diagramas O-C correspondientes a terceros cuerpos en el sistema, y, finalmente, he procedido a llevar a cabo ajustes sinusoidales. Esto permite poner límites a posibles terceras masas mediante observaciones terrestres. Finalmente, para el caso de TrES-1, es posible detectar la presencia del efecto "light time" causado por un potencial cuerpo con una cierta norma que pudiera ayudar a limitar la masa de las estrellas que puedan aparecer en imágenes de alta resolución espacial. Para TrES-2 se ha mejorado el efeméride. Tanto para TrES-1 como para TrES-2, cualquier variación

sinusoidal debiera ser confirmada con mayor significación estadística para lo que sería necesario llevar a cabo más observaciones con una mejor precisión en el futuro.

Durante el año 2009 se terminó el análisis de datos de los telescopios WHT, INT, TNG, NOT e IAC-80 de un sistema binario eclipsante con un enana blanca en el campo de la misión Kepler, descubierto en 2005 un proyecto de búsqueda para tránsitos en el telescopio INT. Se verificó la naturaleza de este sistema, estando formado por una enana blanca DA y una estrella M4V. Este sistema está siendo observado por la misión Kepler por parte de un proyecto de "Guest Observer" nuestro. Un análisis de sus primeros datos, entregadas recientemente, esta en progreso.



Curva de luz del sistema binario eclipsante con una enana blanca en datos de la misión Kepler.

RELACIÓN SOL-TIERRA (3I1003)

M. Vázquez Abeledo.
P. Montañés Rodríguez.

J.M. Vaquero, M.C. Gallegos (Univ. de Extremadura); R. Casas (Inst. de Ciencias del Espacio - IEEC-CSIC, Barcelona); R. Trigo (Univ. de Lisboa, Portugal).

**MEMORIA
IAC 2009**

149

Introducción

Iniciar una línea de investigación sobre Relaciones Sol-Tierra y el clima terrestre.

Redacción de libros y artículos revista a nivel académico y semipopular sobre diferentes temas que implican la consideración de la Tierra como un objeto astronómico,

estudiando su relación con su vecindad más próxima, por ejemplo el Sol, y su posible consideración como una nueva piedra de Rosetta para la caracterización de los futuros exoplanetas de tipo terrestre.

Hitos

Publicación del libro *The Sun Recorded Through History* escrito por J. M. Vaquero y M. Vázquez por la Editorial Springer.

Entrega del material del libro *The Earth as a distant planet*, escrito por M. Vázquez, E. Pallé y P. Montañés Rodríguez, a la Editorial Springer para su publicación en 2010.

Evolución del Proyecto

Como continuación de un trabajo preliminar sobre el tema publicado en 2006, J. M. Vaquero y M. Vázquez han iniciado una búsqueda de documentos históricos que informen sobre la observación de auroras boreales en las Islas Canarias. Por el momento se tienen siete avistamientos que tratamos de verificar y ampliar. Dos factores parecen ser decisivos para que una aurora boreal se observe en una zona de baja latitud como Canarias. Por un lado el nivel de actividad solar y por otro lado la latitud magnética del lugar. Este último factor parece haber sido decisivo para que las observaciones se concentren en el período 1770-1880.

M. Vázquez, J.M. Vaquero, M.C. Gallegos y R. Trigo han completado un estudio de los registros documentales de auroras visibles en Gran Bretaña y España para detectar la periodicidad de Rieger (155 días) a finales del siglo 18 (ciclos solares 3 y 4), una época donde los registros solares presentan numerosas lagunas. Un análisis riguroso de los datos (MTM y wavelets) demuestra la existencia de dicha oscilación en la actividad magnética durante dicho período. El trabajos será ha publicado en *New Astronomy* en enero de 2010.

ALTA RESOLUCIÓN EN FÍSICA SOLAR (3I1403)

J.A. Bonet Navarro.

Colaborador del IAC: I. Márquez Rodríguez.

Introducción

La necesidad de alta resolución espacial, temporal y espectral en Física solar es cada vez más evidente. Los procesos físicos más interesantes en el Sol, tienen lugar a muy pequeñas escalas espaciales y temporales. El nuevo telescopio SST, duplicando el diámetro de los telescopios preexistentes, ha dado como frutos el descubrimiento de nuevos eventos en el Sol que por su pequeño tamaño no habían sido observados hasta el presente (penumbral cores, sumideros en forma de vórtices). En esta línea de progreso se encuadran el telescopio Gregor que próximamente verá su primera luz en el Observatorio del Teide y también el nuevo proyecto europeo para la construcción del telescopio EST con sus 2-4 m de apertura. Así mismo, contamos con telescopios solares en el espacio para hacer imágenes de alta resolución tal como HINODE y SUNRISE que voló con éxito el pasado mes de junio a bordo de un globo estratosférico en trayectoria circumpolar. Nuestro fácil acceso al telescopio SST, así como a HINODE y a SUNRISE (de cuyo consorcio formamos parte), hace que podamos disponer de material de alta calidad y obtener resultados muy competitivos en el campo de la alta resolución en Física Solar.

Hitos

La dinámica de las estructuras brillantes en la penumbra de las manchas solares y su conexión con los movimientos de plasma en la fotosfera próxima que rodea la mancha (la "moat") es actualmente un aspecto muy controvertido de la Física Solar. La comprensión de estos fenómenos ayudaría

de forma sustancial al entendimiento de la génesis y estructura de las manchas. En trabajos anteriores concluimos que la moat está conectada de alguna forma con los movimientos radiales en la penumbra de manera que la existencia de moats está condicionada a la formación de penumbra. Una confirmación de este resultado será comprobar que los poros solares (manchas sin penumbra) carecen de moat.

En los últimos años varias instituciones españolas lideradas por el IAC han desarrollado el magnetógrafo vectorial IMaX como parte del equipo post-foco del telescopio SUNRISE a bordo de un globo estratosférico. El pasado mes de junio tuvo lugar con pleno éxito el vuelo de SUNRISE lanzado desde la base de Esrange en Kiruna (Suecia). El elevado volumen de datos recogido exige un gran despliegue computacional para la reducción de los mismos, tarea que se ha desarrollado en la segunda mitad de 2009. Un análisis preliminar de datos ha permitido obtener secuencias temporales de imágenes, magnetogramas y dopplergramas en alta resolución que muestran nuevos aspectos para el entendimiento de la Física Solar que serán publicados en breve.

Evolución del Proyecto

Siguiendo con el estudio del magnetismo en regiones solares “en calma” y su variación en largos periodos de tiempo, estamos realizando el recuento de puntos brillantes (PBs) en material observacional registrado desde 2003 hasta 2009 en el telescopio SST famoso por sus grandes logros en alta resolución espacial. Para ello se ha diseñado un código de detección automática de estas estructuras. En paralelo y para validar los resultados de la detección automática, se ha desarrollado un código para el seguimiento visual asistido de los PBs. Nuestra conclusión es que el magnetismo en regiones en calma ha sido tradicionalmente notablemente infravalorado. Este resultado se va a publicar en breve en un artículo que esta en preparación.

El estudio de las moats alrededor de las manchas solares y su asociación con las penumbras nos ha conducido a analizar dicho fenómeno en el entorno de los poros (manchas sin penumbra) concluyendo que los poros carecen, sin excepción, de moat.

El éxito del vuelo de SUNRISE con su magnetógrafo IMaX ha producido gran volumen de datos de alta resolución a cuya tarea de reducción y preparación se ha dedicado gran parte de la segunda mitad de 2009. En breve se publicarán dos artículos que recogen respectivamente las características técnicas y operacionales de IMaX así como el estudio de la robustez de los métodos de inversión espectropolarimétrica que se van a utilizar en los datos.

MAGNETISMO Y POLARIZACIÓN EN ASTROFÍSICA (3I2507)

H. Socas Navarro.

J. Trujillo Bueno, F. Moreno Insertis, A. Asensio Ramos, R. Manso Sainz, S. Malali, J. Stepan, E.S. Carlin Ramírez y L. Belluzzi.

M. Bianda, R. Ramelli (Inst. Solari Ricerche, Locarno, Suiza); R. Casini, R. Centeno, B.W. Lites (NCAR, EEUU); J. Cernicharo (Centro de Astrobiología, Madrid); J. de la Cruz (Univ. de Estocolmo, Suecia); E. Landi Degl’Innocenti (Univ. de Florencia; Italia); A. López Ariste (THEMIS; Francia); N. Shchukina (Obs. de Kiev; Ucrania); H. Uitenbroek (NSO, EEUU); N. Vitas (Univ. de Utrecht, Países Bajos).

Introducción

Los campos magnéticos están presentes en todos los plasmas astrofísicos y controlan la mayor parte de la variabilidad que observamos en el Universo a escalas temporales intermedias. Los tenemos en estrellas a lo largo de todo el diagrama de Hertzsprung-Russell, en galaxias, e incluso quizás en el medio intergaláctico. La polarización de la

luz nos proporciona la fuente más fiable de información para la teledetección de campos magnéticos en Astrofísica, incluyendo los campos magnéticos del Sol. En particular, el diagnóstico de campos magnéticos en las atmósferas del Sol y de otras estrellas requiere de la medida e interpretación física de señales de polarización en líneas espectrales, las cuales son inducidas por varios mecanismos físicos que operan a las escalas atómicas. Además del efecto Zeeman, hay muchos otros mecanismos físicos que producen polarización en la radiación electromagnética. Por ejemplo, la polarización de los niveles atómicos o moleculares inducida por el bombeo óptico de un campo de radiación anisótropo, las interferencias cuánticas entre niveles de estructura fina o hiperfina, el efecto Hanle, etc. La polarización generada por tales mecanismos es sensible a las condiciones físicas del plasma astrofísico en consideración y, en particular, a la presencia de campos magnéticos en un rango de intensidades que va desde valores tan bajos como 1 microgauss hasta varios miles de gauss.

El principal objetivo de este Proyecto es explorar, en profundidad, la física y el origen de la radiación polarizada en plasmas astrofísicos, así como su utilidad como medio de diagnóstico para descifrar y entender la actividad magnética en Astrofísica, con énfasis en el magnetismo de la atmósfera solar. Nuestras investigaciones involucran:

- La física de la polarización, lo que requiere profundizar en la teoría cuántica de la interacción radiación-materia, teniendo en cuenta procesos de "scattering" en presencia de campos magnéticos y eléctricos.

- El desarrollo de técnicas de diagnóstico de plasmas para la exploración de campos magnéticos en Astrofísica, con particular interés en los maseres astronómicos, en las envolturas circumestelares y en descifrar el complejo magnetismo de la atmósfera solar.

- Observaciones espectropolarimétricas y su interpretación en términos de modelos físicos.

- Desarrollo de métodos numéricos para la solución de problemas de transporte radiativo sin suponer equilibrio termodinámico local, con aplicaciones a modelos tri-dimensionales de atmósferas estelares resultantes de simulaciones magneto-hidrodinámicas.

- Espectroscopia y espectropolarimetría atómica y molecular, con aplicaciones en varios campos de la Astrofísica.

Este Proyecto está formado por un grupo de científicos convencidos de la importancia de complementar investigaciones teóricas, observacionales e instrumentales para hacer frente a algunos de los retos actuales de la Astrofísica.

Hitos

Los objetivos científicos para el Proyecto del Gran Telescopio Solar Europeo (European Solar Telescope, o EST) han sido definidos en su totalidad durante 2009. El documento científico principal (Science Requirements Document), que contiene estos objetivos y los requerimientos específicos para el telescopio, ha sido redactado y distribuido a la comunidad para recibir sugerencias de mejora. La primera versión pública ha sido incorporada a la base de datos de documentación del Proyecto.

Se ha realizado un estudio teórico sobre el potencial de diagnóstico del efecto Hanle en la línea $H\alpha$. Para tal fin se ha aplicado un código de transporte radiativo basado en métodos iterativos muy eficientes. Los cálculos realizados en varios modelos semi-empíricos de la atmósfera solar muestran que la función respuesta de la polarización lineal emergente a perturbaciones en el campo magnético tiene su máximo en la alta cromosfera, lo que demuestra que el efecto Hanle en $H\alpha$ proporciona información empírica sobre el magnetismo de la verdadera cromosfera solar. Una primera aplicación con vistas a explicar el perfil Q/I observado cerca del borde del disco solar sugiere que la magnetización de la alta cromosfera del "Sol en calma" es abrupta y significativa, con un valor medio de la intensidad de campo magnético superior a 30 G justo debajo de la región de transición.

Evolución del Proyecto

Magnetismo de la fotosfera solar

- **Polarización lineal en el Li.** Medidas espectropolarimétricas de la polarización lineal producida por procesos de “scattering” en regiones en calma de la fotosfera solar muestran que el perfil Q/I del doblete del litio a 6708 Å tiene una amplitud del orden de 10^{-4} y una curiosa estructura con tres picos, cualitativamente similar a la observada por varios autores en la línea D2 del sodio. Dado que medir una señal polarimétrica tan débil está al límite de las posibilidades de la instrumentación actual, es particularmente importante investigar el origen físico de la polarización observada, su potencial de diagnóstico, y qué tipo de perfiles Q/I podemos esperar de la teoría. Para tal fin, se aplicó la teoría cuántica de la polarización teniendo en cuenta la estructura hiperfina de los dos isótopos estables del litio, así como el efecto Hanle de un campo magnético microturbulento de intensidad arbitraria. Encontramos que interferencias cuánticas entre los subniveles pertenecientes a los niveles superiores de las transiciones D2 y D1 del litio no producen efecto observable alguno en el perfil Q/I emergente. Nuestros cálculos teóricos indican que sólo dos picos son esperables para el perfil Q/I emergente, con el más intenso causado por la línea D2 del Li-7 y el más débil debido a la línea D2 del Li-6. Curiosamente, encontramos que tales dos picos en el perfil Q/I aparecen claramente sólo cuando la temperatura cinética de la delgada región atmosférica donde se forma el doblete del litio es inferior a 4000 K. El hecho de que tal región atmosférica esté situada a unos 200 Km de altura sobre la superficie visible del Sol, donde la temperatura media es de unos 5000 K, nos ha llevado a sugerir que el verdadero perfil Q/I en el doblete del litio es probablemente ligeramente asimétrico y dominado por la línea D2 del Li-7 (J. Trujillo Bueno, en colaboración con L. Belluzzi y E. Landi Degl’Innocenti).

- **Análisis bayesiano de observaciones del “Sol en calma”.** Se ha realizado la primera aplicación científica del código de inferencia bayesiano BayesME que supone

un modelo simple de tipo Milne-Eddington para extraer información de los perfiles de Stokes observados. En base a este modelo, se ha demostrado, mediante recientes observaciones del observatorio espacial Hinode en regiones en calma del Sol, que el campo magnético es casi isótropo. También se ha demostrado que la presencia de ruido impide inferir de forma fiable el valor de la inclinación, aunque se muestra que los datos descartan campos en el régimen kG en estas regiones (A. Asensio Ramos).

- **“Compressed sensing” para espectroscopía y espectro-polarimetría.** Se ha demostrado que existe la posibilidad de medir información espectroscópica y espectro-polarimétrica mediante la utilización de técnicas de multiplexado. Estas técnicas permiten, bajo la suposición ya comprobada de que es posible encontrar una base de vectores en los que los observables son compresibles, medir espectros con un número reducido de medidas, muy por debajo del límite de Shannon-Nyquist. Se han sugerido modificaciones que se pueden hacer a instrumentos actuales o nuevos diseños para explotar este nuevo paradigma y realizar medidas con cadencias temporales mucho mayores (A. Asensio Ramos en colaboración con A. López Ariste).

Magnetismo de la cromosfera solar

- **El campo magnético en las espículas de la cromosfera solar.** Determinar la intensidad y orientación del campo magnético en las espículas de la cromosfera solar (“jets” de plasma con forma de aguja que llegan hasta 10.000 Km de altura por encima de la superficie visible del Sol) es de vital importancia para poder descifrar la estructura térmica, dinámica y magnética de la cromosfera y región de transición de la atmósfera solar. Para tal fin, se realizaron observaciones espectro-polarimétricas en el triplete del Helio neutro a 10830 Å a una altura de 2.000 Km por encima del limbo visible del Sol, usando el “Tenerife Infrared Polarimeter” (TIP) acoplado al telescopio VTT. La interpretación de tales observaciones mediante la aplicación del código de inversión HAZEL (Asensio Ramos,

Trujillo Bueno y Landi Degl'Innocenti 2008; *Astrophysical Journal*, 683, 542) nos ha permitido descubrir que el campo magnético en las espículas del "Sol en calma" puede ser al menos tan intenso como 50 Gauss. (A. Asensio Ramos y J. Trujillo Bueno, en colaboración con R. Centeno).

- **Dinámica de los "umbral flashes"**. Se ha completado y publicado el estudio de la oscilación umbral sobre la cromosfera de las manchas solares utilizando datos del observatorio espacial Hinode. El resultado más novedoso de este estudio es la observación de que los chorros de material caliente (ya anteriormente conocidos como "umbral flashes") son intrínsecamente pequeños, con diámetros por debajo de los 100 km, pero aparecen en conglomerados a gran escala (con tamaños del orden de 1 Mm) en los que existe material frío en calma en medio de los chorros, que eyectan material caliente a velocidades de unos 15 km/s (H. Socas-Navarro en colaboración con S.W. McIntosh, R. Centeno y B.W. Lites).

- **Polarización de "scattering" en la línea D2 del Ba II**. La polarización por scattering resonante y el efecto Hanle son herramientas de diagnóstico del magnetismo del "Sol en calma" potencialmente muy poderosas pero escasamente aplicadas. Son a la vez interesantes como prueba de la teoría mecanocuántica de la polarización. Se sabe desde hace más de 20 años que línea D2 del Ba II presenta una notable señal de polarización debida a scattering gracias a su especial configuración atómica y a la presencia de cinco isótopos del Ba con estructura hiperfina. En 2007 se presentó un modelo del Ba II para describir la formación de la línea D2. Se ha tratado de observar la variabilidad espacial de los perfiles de Stokes de esta línea en condiciones de scattering resonante para verificar la validez general del modelo y garantizar su uso para el diagnóstico de campos magnéticos en la cromosfera del "Sol en calma" y en espículas. Las nuevas cámaras CCD del telescopio THEMIS y el tip-tilt que recientemente ha entrado en uso ofrecen la oportunidad de realizar las observaciones requeridas con

una precisión y fiabilidad sin precedentes, dando lugar a datos que se pueden contrastar con la teoría. Los perfiles de Stokes Q fuera y dentro del disco verifican la teoría a nivel cualitativo. Las discrepancias en amplitud total de la señal y las razones relativas entre los tres picos de la línea indican que la teoría debe refinarse, posiblemente incluyendo fenómenos de transporte radiativo. Además, se han observado, perfiles de Stokes V anómalos en ausencia de efecto Zeeman que siguen sin explicación (R. Manso Sainz y A. Asensio Ramos en colaboración con A. López Ariste).

- **Filamentos de regiones activas**. Se estudia el vector campo magnético de un filamento observado sobre la línea neutra de una región activa compacta. Se usan datos espectro-polarimétricos tomados con TIP-II (telescopio VTT) de la región espectral de 10830 Å y los resultados son analizados con tres métodos distintos: análisis magnetográfico, inversiones Milne-Eddington, e inversiones PCA de la polarización atómica. La intensidad de los campos magnéticos inferidos en el filamento es de 600-700 G consistentemente con los tres métodos. Los campos longitudinales están en el rango 100-200 G mientras que la componente transversal es dominante, con campos de hasta 500-600 G. Se han encontrado campos transversales intensos cerca de la línea neutra en la fotosfera. Nuestros análisis indican que campos transversales intensos (mayores de 500 G pero por debajo de los kG) están presentes en los filamentos de regiones activas. Esto corresponde a las mayores intensidades de campo medidas en estas estructuras. Los perfiles de las líneas de helio 10830 Å observados en este filamento de región activa están dominados por el efecto Zeeman (R. Manso Sainz en colaboración con C. Kuckein, R. Centeno, V. Martínez Pillet y otros).

- **Campos magnéticos cromosféricos a pequeña escala**. Desde hace aproximadamente una década, la espectropolarimetría de la línea 10830 Å del He I ha sido aplicada al diagnóstico de

campos magnéticos en la cromosfera solar. Esta línea resonante es muy versátil ya que es visible en estructuras tanto dentro como fuera del disco solar, y tiene buena sensibilidad a campos débiles (vía el efecto Hanles) y fuertes (vía efecto Zeeman). Observaciones recientes de un filamento en una región activa muestran que la polarización lineal está dominada por el efecto Zeeman transversal, con poca o ninguna contribución de polarización por scattering. Esto es sorprendente puesto que los niveles del He I deberían estar significativamente polarizados en un escenario normal para scattering. Para explicar los niveles observados de depolarización atómica por procesos radiativos o colisionales, se deben invocar densidades varios órdenes de magnitud mayores que los valores conocidos para prominencias. Mostramos que la depolarización puede ser explicada naturalmente en presencia de campos magnéticos muy entremezclados no resueltos, cuyos promedios dan el campo ordenado inferido con datos espectropolarimétricos en las observaciones con resoluciones espaciales y temporales características. Presentamos un modelado de polarización en 10830 Å en este escenario y discutimos sus implicaciones para el diagnóstico magnético de prominencias y espículas, y para el estudio general de campos magnéticos no resueltos en la cromosfera (Manso Sainz, en colaboración con R. Casini y B. C. Low).

Desarrollo de nuevas técnicas de diagnóstico de plasmas magnetizados

- **Polarización en Lyman- α y el problema del diagnóstico del campo magnético en la región de transición.** En el marco de la teoría cuántica de la polarización se han realizado cálculos de transporte radiativo en varios modelos semi-empíricos de la atmósfera solar con vistas a investigar la posibilidad de lograr información sobre el campo magnético en la región de transición de la atmósfera solar a partir de la medida de la polarización lineal producida por procesos de "scattering" en la línea Lyman- α . Los cálculos demuestran que las señales Q/I y

U/I son medibles, con amplitudes que varían entre 0.05% y 0.5% (dependiendo de la línea de visión escogida y del campo magnético en la región de transición, J. Stepan y J. Trujillo Bueno).

- **Polarización en el triplete infrarrojo del Ca II y el problema del diagnóstico del campo magnético de la cromosfera del "Sol en calma".** La interpretación física de la polarización lineal que se ha observado con el polarímetro ZIMPOL acoplado al telescopio THEMIS requiere antes investigar cuidadosamente la sensibilidad magnética de los perfiles de polarización de tales líneas espectrales a la presencia de campos magnéticos en la cromosfera solar. Tal investigación teórica ya está finalizada y los resultados están permitiendo interpretar correctamente tales observaciones. Durante el 2009 se trabajó en la redacción del artículo teórico correspondiente, con vistas a su publicación en el 2010 (R. Manso Sainz y J. Trujillo Bueno).

Transporte radiativo

- **Desarrollo de métodos numéricos para solucionar problemas de transporte radiativo con redistribución parcial.** El espectro linealmente polarizado del Sol debido a procesos de "scattering" contiene una enorme cantidad de información sobre las condiciones físicas de la atmósfera solar, incluyendo el campo magnético. Sin embargo, la interpretación de los perfiles de polarización de líneas resonantes intensas como Lyman- α o la línea k del Mg II requiere tener en cuenta efectos de redistribución parcial, lo que implica tener que solucionar un complejo problema de transporte radiativo. Para tal fin, se desarrolló e implementó un método numérico que permite solucionar de forma particularmente eficiente dicho problema con y sin polarización. El nuevo método está basado en la generalización al caso de la redistribución parcial de los métodos iterativos Gauss-Seidel y "successive over-relaxation" (SOR) que habían sido previamente aplicados al caso de la redistribución completa. De gran interés es el método "Symmetric SOR",

pues permite solucionar problemas de redistribución parcial 10 veces más rápido que lo que es posible con el popular método ALI (Accelerated Lambda Iteration). Esta investigación ha dado lugar a un artículo que será publicado en *Astrophysical Journal* en el 2010 (M. Sampoorna y J. Trujillo Bueno).

- **Sobre la influencia de efectos de redistribución parcial en los perfiles de polarización lineal debidos a procesos de “scattering”.** Utilizando el programa de transporte radiativo descrito anteriormente, se ha llevado a cabo un cuidadoso estudio sobre el impacto de efectos de redistribución parcial en la forma de los perfiles de polarización lineal producidos por procesos de “scattering” en la atmósfera solar. En particular, se investigó la influencia de varios parámetros atmosféricos y atómicos, como la fuerza de la línea escogida o su sensibilidad a la presencia de colisiones. Se demostró que la suposición de redistribución completa es una buena aproximación para líneas fotosféricas como la del Sr I a 4607 Å y/o cuando las colisiones elásticas con átomos de hidrógeno neutro son frecuentes. Asimismo, ilustramos que los perfiles de polarización lineal son sensibles a la estructura térmica de la atmósfera solar. Esta investigación ha dado lugar a un artículo que será publicado en *Astrophysical Journal* en el 2010 (M. Sampoorna y J. Trujillo Bueno, en colaboración con E. Landi Degl’Innocenti).

redactado y distribuido a la comunidad para recibir sugerencias de mejora. La primera versión pública ha sido incorporada a la base de datos de documentación del Proyecto (H. Socas Navarro y el EST Science Core Team).

- **La misión espacial Solar-C.** HINODE es un observatorio solar espacial que fue lanzado por la Agencia Espacial Japonesa (JAXA) en el año 2006 en colaboración con NASA y otras instituciones en EEUU y el Reino Unido. El indiscutible éxito científico de Hinode ha hecho que JAXA esté ya pensando en su sucesor SOLAR-C, actualmente en fase de estudio y diseño. Como miembros del SOLAR-C “Working Group on Chromospheric Magnetic Fields” se han realizado varios trabajos para la definición de la instrumentación de SOLAR-C y contribuido a su justificación científica. Asimismo, se organizó en el IAC la segunda reunión de tal grupo de trabajo internacional, la cual tuvo lugar en octubre de 2009 (H. Socas-Navarro y J. Trujillo Bueno).

MEMORIA Otros trabajos
2009 IAC

156

- **Definición de la ciencia del telescopio EST.** Los objetivos científicos para el Proyecto del Gran Telescopio Solar Europeo (European Solar Telescope, o EST) han sido definidos en su totalidad durante 2009. El documento científico principal (Science Requirements Document), que contiene estos objetivos y los requerimientos específicos para el telescopio, ha sido

INSTRUMENTACIÓN Y ESPACIO

INSTRUMENTACIÓN ÓPTICA

DESARROLLO DE SISTEMAS PARA ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL (313586)

J. Jiménez Fuensalida.

B. García Lorenzo, A. Rodríguez Hernández, J.A. Castro Almazán, C.M. Barreto Cabrera, L.F. Rodríguez Ramos, A. Alonso Sánchez, F. Gracia Temich y H. Vázquez Ramió.

Colaboradores del IAC: C. Muñoz Tuñón, A.M. Varela Pérez y J.L. Rasilla Piñeiro.

J. Vernin (Lab. Univ. de Niza, Francia).

Introducción

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 óptica se logra cuando se cuenta con información de la intensidad y altura de las capas, lo que permite entonces gestionar la posición de los planos conjugados de observación o cambiar las prioridades en el telescopio.

Por otra parte, otros parámetros relacionados con la estructura vertical tienen una importancia relevante en las especificaciones y gestión operativa de los sistemas de MCAO, tales como el ángulo isoplanático, el perfil vertical promedio y el perfil vertical de vientos. El primero se obtiene a partir de los perfiles verticales de turbulencia y coteja la proporción de intensidad de turbulencia concentrada en las capas altas respecto

a las bajas. Si el balance es a favor de las bajas, este parámetro aumenta, relajando entonces los requerimientos. Aunque es muy habitual su uso, no da idea detallada de la estructura de la turbulencia y hace muy difícil armonizar los estadísticos de esta variable con la estadística elaborada a través de los perfiles de turbulencia. También la componente horizontal de la velocidad del viento en cada capa de turbulencia es una información esencial para la operación óptima de los sistemas de MCAO. Los movimientos de las capas establecen los ritmos de lectura de los sensores de frente de onda y, por ende, el ancho de banda del servo-control global del sistema. La técnica más habitual, en la actualidad, para obtener los perfiles verticales de C_n^2 , se denomina SCIDAR (SCIntillation Detection And Ranging) (Rocca, Roddier, y Vernin, 1974; Fuchs, Tallon, y Vernin, 1998), aunque utilizando globos sonda pueden lograrse perfiles con más resolución en altura, no facilita el seguimiento durante la noche, es una vía cara, y práctica para usarla puntualmente. La técnica SCIDAR se basa en la correlación del centelleo producido por las componentes de estrellas binarias separadas, que permite obtener, además del perfil de turbulencia, la velocidad horizontal de las capas.

Otro aspecto determinante, relacionado con los grandes telescopios, es la necesidad de disponer de estrellas de referencia por láser (LGS, Laser Guide Star) para incrementar la cobertura del cielo útil para los sistemas de Óptica Adaptativa. Los sistemas de LGS no permiten corregir los modos de tilt global de modo que deberían ser corregidos con estrellas naturales, a falta de otra alternativa, como podrían ser las LGS policromáticas o alguna otra estrategia (Ragazzoni, 1996; Esposito, Riccardi y Ragazzoni, 1998) cuya viabilidad ha de ser demostrada. Es decir, los errores de anisoplanatismo de tilt entre la dirección del objeto astronómico y la estrella natural de referencia pueden obligar a un aumento del ancho de banda del servo global. Si los cambios bruscos se ignoran, la eficacia de los sistemas de

óptica adaptativa cae dramáticamente. Los sistemas de LGS nacen por la necesidad, para los sistemas de Óptica Adaptativa, de disponer de una fuente de referencia dentro del ángulo isoplanático del objeto astronómico de interés. Consisten en generar una fuente artificial en la atmósfera, lanzando un haz láser desde la superficie de la Tierra (Foy & Labeyrie, 1985). Pueden ser de Rayleigh, cuando se genera la “estrella” en cotas bajas, típicamente 5 km, y de sodio cuando se produce en la mesopausa, 90 km, aprovechando la abundancia de este elemento en esta capa de la atmósfera. La altura donde se producen es fundamental, especialmente para telescopios grandes, ya que, al crearse a una altura finita respecto a la distancia del objeto astronómico, se origina un error (denominado efecto cono o anisoplanatismo focal) que es la diferencia entre la propagación en forma de cono de la LGS y la forma cilíndrica del objeto. Se hace evidente, entonces, que este error será menor con alturas de LGS mayores, pero su efecto será más importante para telescopios de diámetro mayor (Tallon & Foy, 1990). Por otra parte, la capa de sodio en la mesopausa no es constante, mostrando variaciones de abundancia, altura y la existencia de capas esporádicas.

Al igual que en el caso de los sistemas MCAO, todos los proyectos de telescopios de clase 8-10 m actuales, y, por supuesto, los que se empiezan a tratar para la próxima generación, prevén la disponibilidad de sistemas LGS. Prueba de la trascendencia de estos temas es que la Unión Europea ha estado subvencionando varios proyectos TMR en los últimos años. A uno de ellos, Laser Guide Star for 8 m-class telescopes, finalizado en el 2001, ha formado parte el equipo que presenta esta solicitud.

Actualmente, disponemos de una infraestructura, procedimientos y técnicas de medida capaces de caracterizar la capa de sodio en la mesopausa, es decir, abundancia, distribución y altura. Sin embargo, por no disponer del láser de bombeo idóneo, no se ha llegado a generar

un haz de láser sintonizado en sodio con suficiente intensidad. En breve, tendremos un nuevo láser, proporcionado por la ESA, con el que, no sólo podremos continuar con las campañas de caracterización del sodio de la mesopausa, sino que estaremos en condiciones de generar una LGS detectable con un sensor de frente de onda. Esto será una fase importante ya que podremos acometer los objetivos de sensado de frente de onda con LGS en eje óptico y fuera de eje. Téngase en cuenta que las LGS's en el caso de ELT's serán detectadas con una elongación, problemas todavía sin resolver en el sensado de frente de onda.

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 propone 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, desarrollamos 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 0.7 – 1 micras.

Hitos

En lo que respecta a la Óptica Atmosférica, la entrega de los informes finales de estudio de la distribución vertical de turbulencia dentro del programa FP6, y del correspondiente a la capa de sodio dentro del programa FP7.

En cuanto a la parte de EDiFiSE, se encuentra incluido en el informe, similar a éste, presentado en el Área de Instrumentación.

Evolución del Proyecto

Este Proyecto tiene dos partes, una relacionada con el campo de la Óptica Atmosférica y, la otra, con el desarrollo de EDiFiSE, que en esta fase está concentrada en actividades de instrumentación. La investigación llevada a cabo en la primera ha estado enmarcada dentro de las actividades relacionadas con FP6 y FP7 para el Study of E-ELT Design. A tal efecto, se han completado los compromisos asumidos en los contratos con la Unión Europea en estos aspectos. En ambos casos se presentó informe de los estudios realizados; en el primero, un análisis de la estructura de la distribución vertical de la turbulencia en el Observatorio del Roque de los Muchachos, desafortunadamente, las medidas que deberían haberse llevado a cabo en Paranal (Chile) no fue posible por incumplimiento de contrato por parte de ESO; y en el segundo, un estudio del estado del arte relacionado con medidas de la capa de sodio en la mesopausa.

En cuanto al progreso del Proyecto EDiFiSE, todo lo relacionado a esta parte está incluido en el informe correspondiente más adelante en esta Memoria.

OSIRIS: OPTICAL SYSTEM FOR IMAGING LOW RESOLUTION INTEGRATED SPECTROSCOPY (411700)

J. Cepa Nogué.

V.G. Escalera, M. Aguiar, R. Barreto, P. Fernández, A.B. Frago, F. Gago, E. Hernández, E. Joven, J.C. López, R. López, H. Moreno, L. Peraza, J.L. Rasilla y T. Vaz. Gabinete de Delineación Técnica, Taller de Electrónica, Taller de Mecánica y Administración de Servicios Generales.

Introducción

OSIRIS es el instrumento de rango visible de Día Uno para el Telescopio de 10,4 m., Gran Telescopio CANARIAS (GTC), en el ORM en la Isla de La Palma.

Se diseñó para funcionar en múltiples modos de observación, de los cuales podemos 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 es 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 1000 nm dentro de un campo de 8.5'x 8.5'. Con sus prestaciones tendrá una potente capacidad para estudiar en detalle las zonas de formación estelar desde galaxias cercanas hasta las más lejanas observables. Los campos de investigación serán tan variados como para englobar la formación estelar en galaxias cercanas, activas, distantes y cuásares. Añadiendo a esto los modos rápidos y la espectroscopía en diferentes resoluciones.

OSIRIS se instaló en el telescopio GTC durante la primera semana de diciembre de 2008. Desde el mes de marzo de 2009 se ha utilizado ininterrumpidamente para explotar científicamente el telescopio.

Algunos resultados relevantes

Enero-marzo

Comprobaciones científicas del instrumento. Ajustes del instrumento para mejorar la fiabilidad y las prestaciones del mismo. Instalación de otras 9 máscaras LongSlit en el telescopio (disponiéndose de 10 de un total de 12).

Abril: Instalación en La Palma de un nuevo VPH con resolución 2000.

Mayo:

Instalación de las últimas 2 máscaras LongSlit en el telescopio, quedando instaladas un total de 12.

Instalación de una máscara especial con apertura de medio campo.

Binning en la adquisición de imágenes. Instalación y pruebas del resto de las opciones requeridas.

Julio: Pruebas de aceptación del cuerpo principal del Criostato II en Florida (EEUU). El plan de pruebas acordado fue pasado con éxito en todos sus pasos.

Agosto: Instalación de una nueva versión de software con nuevas funcionalidades: Frame transfer, Charge Shuffling, mejoras en cabeceras FITS, etc.

Diciembre: Instalación de un nuevo sistema alternativo fiable de referencia absoluta en las ruedas de filtros.

Evolución del Proyecto

En este primer año de funcionamiento del instrumento se ha ido añadiendo funcionalidad al mismo. También se han corregido pequeñas deficiencias encontradas en la operación diaria, y se ha dado soporte al telescopio GTC en el mantenimiento de OSIRIS ya que el instrumento no ha

sido entregado definitivamente, puesto que se han estado incorporando nuevas funcionalidades a lo largo del año.

Durante los primeros meses de operación del instrumento se vio que la fiabilidad del sistema de referencia absoluta de las cuatro ruedas no era suficientemente bueno. También se encontró que los sensores magnéticos utilizados habían dejado de fabricarse. Ambos razones aconsejaron el diseño, fabricación e instalación de un nuevo sistema alternativo de referencia absoluta en las ruedas de filtros. Quedó instalado y en operación en diciembre de 2009.



Se terminaron de fabricar las máscaras longSlit restantes, disponiendo el instrumento de rendijas de los siguientes anchos nominales (arcsec): 0,4 - 0,6 - 0,8 - 1 - 1,2 - 1,5 - 1,8 - 2 - 2,5 - 3 - 3,5 - 5. También se fabricó la máscara denominada Half Field, que posee una apertura de medio campo.



Se terminaron de fabricar los VPH para resolución 2000 y 2500. Se diseñaron y fabricaron parcialmente las monturas para dichos filtros. Se instalaron dos de estos VPH a lo largo del año y queda pendiente para el próximo la instalación definitiva de dichos componentes.

Durante este año se ha estado adaptando el software para trabajar en el modo de operación multiobjeto. Se ha actualizado el software "Diseñador de Máscaras" para adaptarlo a la nueva release del sistema de control del telescopio GTC. Pero también se ha llevado a cabo una modificación profunda para mejorar su funcionalidad y la interfaz con el usuario. Asimismo, se han introducido nuevas capacidades que le permiten trabajar independientemente del software de generación de propuestas de observación.

Con el objeto de asegurar las observaciones multiobjeto, se han desarrollado rutinas que permiten comprobar la calidad de las máscaras multiobjeto fabricadas. Estas rutinas se incorporarán al proceso de observación, en horas diurnas, a modo de control de calidad de dichas máscaras.

Se ha seleccionado una máquina capaz de fabricar de una manera bastante automática las propuestas multiobjeto solicitadas por los científicos. Está vendrá equipada con un software especialmente desarrollado para que, a partir de unos ficheros que definen la máscara a fabricar, comandar la misma de una forma semiautomáticas, sin casi intervención del operador. En los próximos meses se llevará a cabo su contratación.

Finalmente en breve se iniciarán unas pruebas encaminadas a verificar que todo el proceso diseñado para las observaciones multiobjeto es correcto y fiable, y suficientemente automatizado.

El Criostato I desde su fabricación poseía un "Hold Time" de unas 12 horas que dificultaba la operación del instrumento. Se decidió rediseñar y fabricar la parte del criostato correspondiente al tanque de nitrógeno, reutilizando la cabeza del criostato donde van situados los detectores y su electrónica asociada, la última lente de la cámara, etc. En el mes de julio se pasaron las pruebas en EEUU de forma muy satisfactoria al cuerpo principal de lo que será el Criostato II (un hold time de más de 30 h). Posteriormente en el IAC, durante septiembre y octubre, se han pasado pruebas de vacío de larga duración de este nuevo criostato.

En septiembre se detecta que la corriente de oscuridad del instrumento es excesivamente alta, y que llega a enmascarar los datos obtenidos con exposiciones de larga duración. Una vez analizado el sistema se concluye que, el detector estaba trabajando a temperaturas excesivamente altas, como consecuencia de un ajuste erróneo de “link térmico” que utilizó como referencia un sensor de temperatura situado en un punto que no era representativo de la temperatura real del detector.



Para poder ajustar la temperatura del detector de forma adecuada hubo que rediseñar completamente el “link térmico” y colocar un nuevo sensor de temperatura sobre el mismo detector. Asimismo, se estimó conveniente simultanear las tareas de actualización hacia el nuevo Criostato II (mejora “Hold Time”), con la disminución de la temperatura de trabajo del detector, e instalar todo en enero de 2010.

Durante la primera mitad del año se terminan de desarrollar algunos modos de adquisición de imágenes particulares de OSIRIS. En concreto, aquellos denominados Charge Shuffling, Frame Transfer, y Shutterless. Estos modos de adquisición permiten programas de observación específicos, explotando algunos modos de lectura del detector que se sincronizan con actuaciones sobre otros elementos del sistema (especialmente con el Tunable Filter). Durante la segunda mitad del año se realizaron pruebas y optimizaciones del mismo.

LGS (LASER GUIDE STAR – ESTRELLA GUÍA LÁSER) CON OGS (OPTICAL GROUND STATION – ESTACIÓN ÓPTICA TERRESTRE)

**J.J. Fuensalida.
A. Alonso y J. Castro.**

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 a su través, resultando en un ensanchamiento por encima del límite de difracción del telescopio, un baile aleatorio de la posición centroide de intensidad, y fluctuaciones de la irradiancia.

Con objeto de obtener de los (grandes) telescopios su resolución teórica, es necesario utilizar técnicas que permitan compensar el efecto de la turbulencia atmosférica. Estas técnicas, denominadas de Óptica Adaptativa (OA), consisten en medir el efecto de la turbulencia sobre el campo de observación, y corregirlo en tiempo real mediante dispositivos óptico-mecánicos. La medida de la turbulencia exige una estrella brillante cercana o en el propio campo (estrella guía) que permita medir la turbulencia.

El número de estrellas naturales aptas para su empleo como estrellas guía es muy limitado, por lo tanto el empleo de sistemas de OA requiere la generación de los 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 del IAC.

Algunos resultados relevantes

Enero-noviembre: El Proyecto está paralizado por falta de personal.

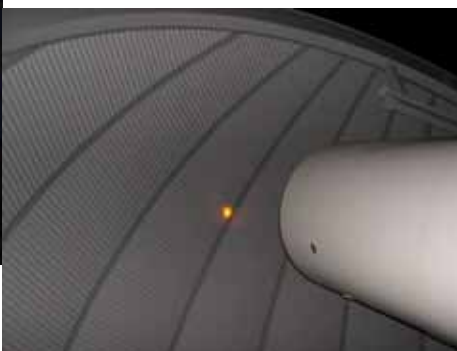
Noviembre: Se reanudan las campañas periódicas, pero la boquilla del jet se atasca y provoca pérdida de colorante. Ha sido necesario limpiar el sistema de circulación de colorante, y tras la limpieza la potencia es muy baja (0.3 W con etalón).

Evolución del Proyecto

Las actividades del Proyecto siguen ralentizadas por falta de recursos humanos y el problema del circuito de lanzamiento del chorro de colorante. Se está a la espera de una visita técnica.



Detalle de las pruebas con lente plano-convexa para el sistema de expansor fuera de eje.



SIDE: SUPER IFU DEPLOYABLE EXPERIMENT

J. Betancort, F. Gracia, C. Martín y J.L. Rasilla.

Introducción

El objetivo del Proyecto SIDE es el desarrollo de un instrumento para el telescopio GTC dedicado a la espectroscopía de resolución baja-intermedia en el rango óptico e infrarrojo alimentado por fibras ópticas por un robot posicionador (modo multiobjeto) y por una unidad de campo integral (modo 3D).

El Proyecto ha estado liderado por el Instituto de Astrofísica de Andalucía -IAA (IP: P. Prada) y en él han participado las siguientes instituciones: el IAC (Co-I: J. Betancort), Universidad de Barcelona (Co-I: J. Torra), Lawrence Berkeley National Laboratory, EEUU (Co-I: D. Schlegel), Instituto Politécnico Nacional, México, (TBC) y la Universidad de Durham, Reino Unido.

Después de las dificultades sufridas a lo largo de 2008, el Proyecto centró su atención en una versión reducida del instrumento, MiniSIDE, consistente en:

- Robot posicionador de fibras MOS: 18 (prototipo) y 86 (MiniSIDE) unidades de 1,5" (7 fibras de 0,5")
Campo de patrulla de 3' (prototipo) y 6,6' (MiniSIDE)

- Unidad de campo integral: 217 fibras ópticas de 0,5"

Campo de visión hexagonal de 8,5"

- Espectrógrafo: Brazo visible del espectrógrafo dual de SIDE

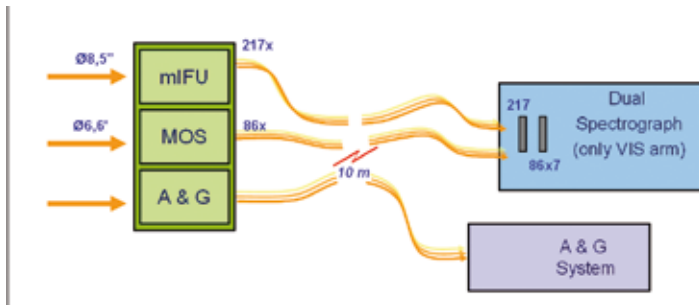
Resolución espectral 1.500 - 5.000

Rango espectral: 0,4 - 0,9 micras

- Modos de observación: MOS; Campo integral; Nod & read

MEMORIA
IAC 2009

163



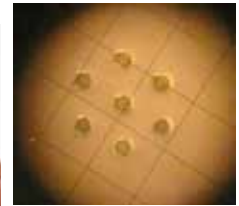
Esquema del instrumento MiniSIDE.

MiniSIDE debía servir para demostrar la funcionalidad del robot posicionador de fibras, el concepto del espectrógrafo y la viabilidad de la fabricación de los haces de fibras ópticas y microlentes. Su uso temprano en el telescopio GTC como instrumento visitante, además de utilidad científica, técnicamente también debía servir para probar los conceptos y soluciones del rotador de fibras y de los sistemas de montaje y desmontaje del instrumento en su estación focal, junto con otros aspectos logísticos.

Durante 2009, la principal labor del IAC fue avanzar en los prototipos de los botones de fibras, trabajando en contacto con la Universidad de Durham y analizando diferentes conceptos.

No obstante y a pesar de que los trabajos técnicos estaban encaminados, la falta de financiación por parte del Plan Nacional, decidió al Investigador Principal al cierre del Proyecto en julio de 2009.

Desde entonces el Proyecto no ha tenido mayor actividad, pero los desarrollos en el campo de las fibras ópticas que se han realizado, especialmente en los aspectos de diseño y técnicas para su fabricación, han tenido un gran impacto en el Área de Instrumentación y otros proyectos se podrán beneficiar de este conocimiento y experiencia. En este tiempo se ha actualizado y mejorado el método para la determinación de la degradación focal de las fibras ópticas, las técnicas de pulido, especialmente con la llegada de la nueva pulidora, y la caracterización de microlentes. También se han renovado los contactos con fabricantes de fibra, de conectores, etc. Y se

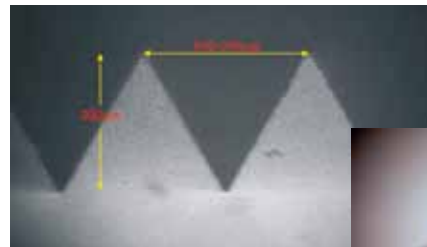


Detalle del pulido de un conector de fibra.

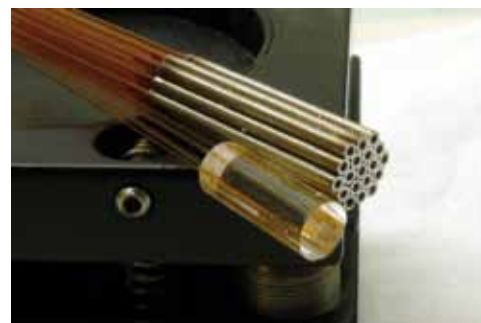
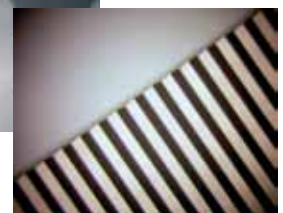
han analizado y realizado varios prototipos de diferentes conceptos de conectores.

Liderado por IAA, este Proyecto también ha permitido que una empresa española, AVS, desarrollara un sistema de posicionado de alta precisión de fibras ópticas en el plano focal que, aunque desgraciadamente no pueda emplearse en este Proyecto, sin duda será de interés para futuras iniciativas de instrumentación espectroscópica multiobjeto.

Montaje en el Laboratorio de Óptica para la medida de la Relación Focal de las fibras ópticas.



Prototipo de conector con alojamientos en V de alta calidad fabricado en cristal.



Pruebas de prototipos de conectores con microtubos metálicos y tubos de cristal con microagujeros.

EDIFISE - ESPECTRÓGRAFO DE CAMPO INTEGRAL ECUALIZADO LIMITADO POR DIFRACCIÓN

J.J. Fuensalida.
 M. Barreto, B. García-Lorenzo, H. Chulani, J.F.M. Escobar, A. Fernández, F. Gracia, Y. Padilla, Y. Martín, M.A.C. Rodríguez-Hernández, J.L. Rasilla, L.F. Rodríguez y T. Viera.

EDiFiSE nace a partir de los logros del Proyecto AYA2003-07728 y en el marco del Proyecto AYA2006-13682: "Sensado y corrección de la turbulencia atmosférica: aplicación astronómica", que tiene su continuidad en el Proyecto AYA2009-12903, en el que se pretenden, por una parte, extraer y analizar, en tiempo real, la información relevante de la turbulencia y del sodio mesosférico para suministrarla a sistemas AO/MCAO; y por otra, la aplicación

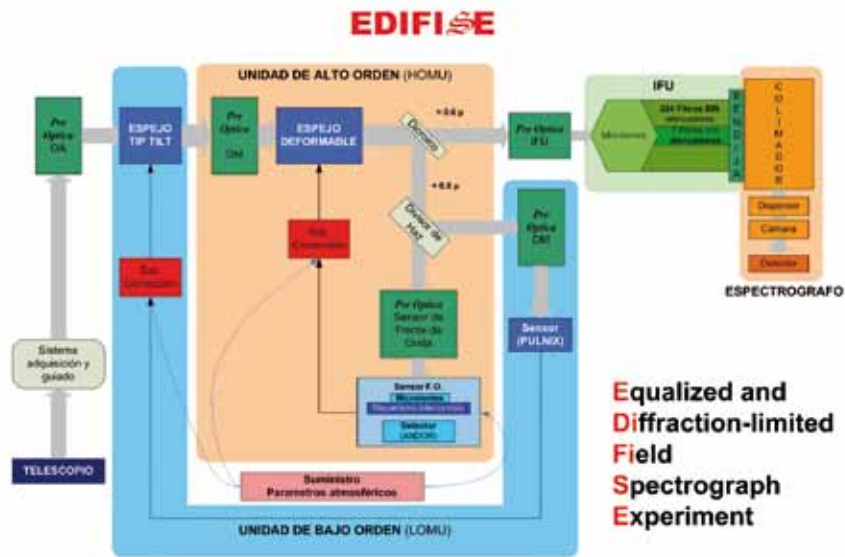


Diagrama funcional de EDIFISE.

Introducción

EDiFiSE (Equalized and Diffraction-limited field spectrograph experiment) es un instrumento prototipo compuesto por un sistema de Óptica Adaptativa (*Unidades de alto y bajo orden*) y un espectrógrafo de campo integral ecualizado (*IFU y Espectrógrafo*). EDiFiSE pretende ser una plataforma de ensayo para futuros proyectos de mayor envergadura para telescopios de gran diámetro (telescopios GTC o E-ELT), 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. El caso científico principal está centrado en objetos compactos con alto contraste en intensidad. La detección resuelta de los componentes espaciales del objeto se aprovechará tanto de la mejora de la resolución espacial como de la resolución espectral.

de técnicas para atenuar los efectos de saturación producidos por el objeto más brillante que impiden la detección de los más débiles cercanos.

Los componentes principales de EDiFiSE son:

Un **sistema de Óptica Adaptativa** (unidades de alto y bajo orden) que suministre un haz óptico a un Espectrógrafo de campo ecualizado (IFU y Espectrógrafo), capaz de adecuarse a las condiciones de turbulencia atmosférica. A partir de la información adecuada de τ_0 (tiempo característico de la turbulencia) y r_0 (parámetro de Fried), el sistema deberá modificar los parámetros de control y sensado del frente de onda para optimizar la corrección y mejorar la magnitud límite del sensado.

- Rango espectral del haz óptico corregido: 0.6 - 1 μm

- Campo espacial corregido: 2 – 3 seg-arc
- Tipo de fuente de referencia: estrella natural (NGS)
- Relación Strehl: Limitado por las prestaciones finales
- Mecanismo para cambio de muestreo del Shack-Hartmann: tipo revolver con varios arrays de lentillas
- Telescopio: OGS (tentativo para final del Proyecto, WHT). Disposición en mesas ópticas: Sala Coudé en el telescopio OGS y GHRIL en el telescopio WHT

Un espectrógrafo de campo integral eualizado basado en fibras.

- Rango: 0.6 - 1 μm
- Atenuadores “sintonizables”: filtro de densidad neutra variable controlado electrónicamente
- Detector 4k x 4k optimizado a 800 nm

Algunos resultados relevantes

Sistema de Óptica Adaptativa

Unidad de Alto Orden

Enero: Recepción cámara ANDOR L3CCD.
Marzo: Recepción de un espejo deformable alternativo fabricado por ALPAO, de 97 actuadores tipo “voice coil” y su electrónica.
Abril: Elección de arrays de microlentes para el sensor de Shack-Hartmann de EDiFiSE.
Junio: Aceptación en fábrica y posterior recepción en el IAC del espejo deformable de 97 actuadores fabricado por CILAS.

Unidad de bajo Orden (tip-tilt)

Marzo: Recepción de una montura para la plataforma tip-tilt.
Junio: Recepción de una plataforma tip-tilt con su electrónica y una cámara Pulnix.
Diciembre: Integración y verificación de plataforma y espejo tip-tilt. Montaje unidad tip-tilt en la sala apantallada.

Sistema IFU

Septiembre: Recepción conector y rendija fabricados especialmente para el haz de fibras.

Espectrógrafo

Junio: Recepción de una cámara CCD de Spectral Instrument con un detector 4K x 4K e2V 231-84.

Junio-septiembre: Caracterización de la cámara CCD de Spectral Instrument. Seguimiento diseño y fabricación del espectrógrafo con el Centro de Investigación en Óptica (CIO).

Diseño de Pre-ópticas

Diseño y adquisición Pre-ópticas de EDiFiSE para OGS.

Plan de AIV

Diseño del plan de AIV de EDiFiSE en las configuraciones que se usarán para las observaciones en OGS y pruebas previas en el IAC.

Evolución del Proyecto

Este año se ha continuado con el diseño de los elementos que compondrán EDiFiSE y se ha realizado el seguimiento y cierre de las compras necesarias. Algunas de las monturas/interfaces no comerciales se están fabricando en el taller del IAC.

Durante 2009 se ha realizado el diseño del plan de AIV para su primera fase de pruebas en el IAC y observaciones en OGS. Además, se ha obtenido tiempo de observación en el telescopio WHT para ensayos de un mazo de fibras de pruebas con escasos resultados.

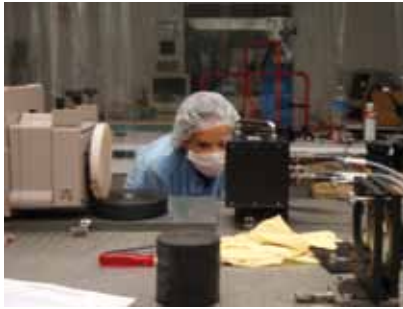
Sistema de Óptica Adaptativa

El 30 de junio se recibía en el IAC el espejo deformable de 97 actuadores contratado a CILAS para el sistema HOMU de EDiFiSE.



Espejo Deformable 97 actuadores adquirido a CILAS.

La aceptación en CILAS se realizó el 18 y 19 de junio. Las realizaron por parte del IAC T. Viera, Y. Martín y A.B. Frago.

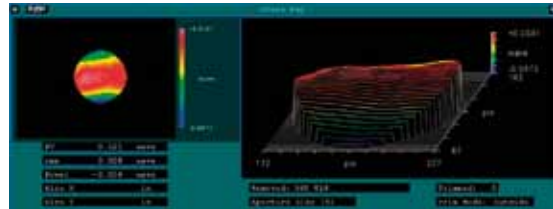


A.B. Frago, durante las pruebas de aceptación, en las instalaciones de CILAS.

La matriz de cumplimiento resultado de las pruebas de aceptación del espejo de CILAS se puede ver en la tabla siguiente.

y aplicando la matriz de influencia necesaria para la corrección del error inicial medido.

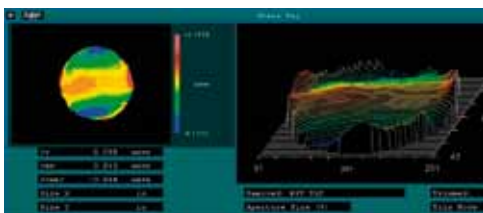
Se apreció homogeneidad, salvo en la zona del borde del espejo. Como generalmente no se usa toda la superficie del espejo utilizamos una máscara circular que eliminó los bordes y al volver a realizar la medida.



Mapa de fase con ALPAO offset y aplicando la corrección con la matriz de influencia y usando una máscara para los bordes.

SPECIFICATION	COMPLIANT	NON COMPLIANT	COMMENTS
Surface form	X		Best flat < 10 nm rms (spec. < 15 nm rms)
Surface roughness	X		< 1 nm rms (spec. < 2 nm rms)
Reflectivity	X		Very light non conformity in [450-460] nm where R > 92.6 % instead of 94 %
Actuators sensitivity	X		OK
Maximum stroke	X		Max stroke = 6 μ m PV (goal spec. = 4 μ m PV)
Single stroke and mechanical coupling	X		Mechanical coupling = 14 % (spec. < 20 %)
Homogeneity of the influence functions	X		OK
Inter-actuator stroke	X		Inter-actuator stroke = 3 μ m (goal spec. = 2 μ m PV)
Temporal response	X		OK
Linearity and hysteresis	X		OK
Temporal stability	X	X	Not completely compliant regarding 24 hours time scale but compliant with actual needs
Resolution	X		OK

Tabla: Matriz de cumplimiento especificaciones espejo CILAS



Mapa de fase con ALPAO offset y aplicando la corrección con la matriz de influencia.

El espejo de CILAS es el que se utilizará en EDiFiSE, pero se ha adquirido un espejo deformable alternativo a la empresa ALPAO, de 97 actuadores tipo "voice coil" y su electrónica. En el mes de marzo se realizaron las pruebas de verificación y se pudo obtener espejo plano aplicando los valores de espejo plano proporcionados por ALPO

En esta última medida se puede apreciar, que si no se tiene en cuenta la zona de los bordes estamos consiguiendo una posición plana del espejo con un error rms por debajo de 0.03 λ .

Se ha realizado el montaje óptico, en la mesa instalada en la sala apantallada del Departamento de Electrónica, para el cierre del bucle de control de la unidad tip-tilt de EDiFiSE. Se partirá de los logros alcanzados en el Departamento de Electrónica en el control de espejos de tip-tilt mediante FPGA para el diseño del sistema de control de tip-tilt de EDiFiSE.

Se ha recibido el simulador de turbulencia, denominado IACAT que permitirá probar el sistema EDiFiSE simulando en laboratorio tanto la OGS como del telescopio WHT y diferentes grados de turbulencia.

Sistema IFU

La fabricación de los elementos que se ubicaran en los extremos del haz de EDiFiSE (rendija y conector), haz EB #2, es compleja debido a las dimensiones de las fibras (100 micras diámetro exterior con corazón de 50 micras) y el número de taladros que deberá contener la pseudo-rendija, 331. La realización de tantos taladros evitando que no queden cónicos y que su profundidad permita la fijación de la fibra minimizando su fragilidad, no ha sido tarea fácil. Durante 2009 se ha realizado la contratación y fabricación externa, a la empresa AVS (Added Value Solutions), dada la imposibilidad de su realización en las instalaciones del IAC.

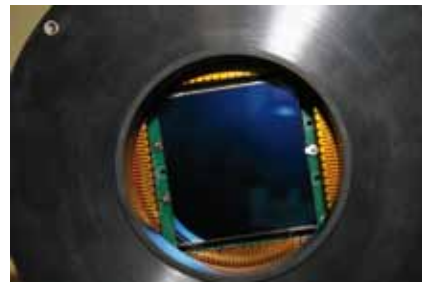


Izquierda: Detalle 331 taladros conector haz EB 32.

Abajo: Conector y rendija para haz de fibras EB#2.



Arriba: Cámara CCD de EDiFiSE montada en la mesa óptica del laboratorio LISA durante las pruebas de caracterización. Abajo: Detalle detector.



L. Moreno Pozas, becario de verano en 2009 del Departamento de Electrónica, realizó la caracterización de la cámara en el laboratorio LISA ("Laboratory of Imaging and Sensors in Astronomy") del Área de Instrumentación del IAC. Los resultados fueron muy buenos destacando la eficiencia cuántica que presenta valores muy buenos.

El diseño y fabricación del espectrógrafo se contrató al CIO (Centro de Investigación en Óptica, México), al no poder hacerse en el IAC, dada la falta de recursos. Durante 2009 se ha trabajado en el diseño óptico habiendo encontrado el CIO muchos problemas para poder obtener un diseño viable. Al final el diseño aprobado, al no encontrarse mejor opción, es un sistema simétrico Cámara-Colimador con 22 superficies ópticas, lo cual preocupa al equipo del Proyecto, pero ante la imposibilidad de encontrar un diseño mejor hemos optado por seguir adelante.

Pré-ópticas

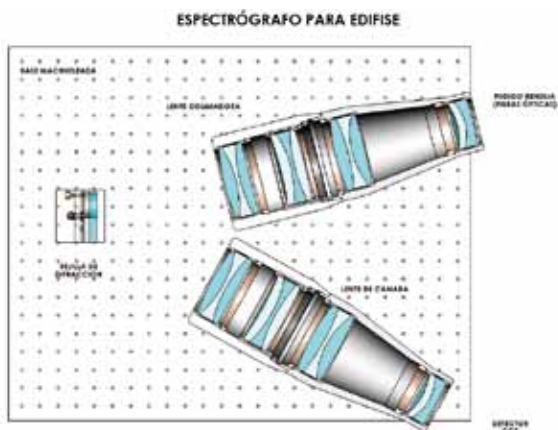
Se ha concluido el diseño de las pre-ópticas que se utilizarán en la configuración para OGS y en sus pruebas previas en la sala

MEMORIA 2009 IAC
168 A principios de año se terminaron los trabajos de caracterización de los atenuadores a utilizar en EDiFiSE. Dichos trabajos fueron realizados por J.F. M. Escobar.

Espectrógrafo

En mayo de 2009 se recibió en el IAC la cámara contratada a Spectral Instrument, que se utilizará en el espectrógrafo, cámara CCD con un detector 4K x 4K e2V 231-84.

de AIV del IAC. Esto ha permitido realizar la compra de los elementos comerciales y la contratación de la fabricación de los que deben ser fabricados expresamente para EDiFiSE. Esta fabricación se ha encargado al INAOE (Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, México).



Esquema espectrógrafo de EDiFiSE diseñado por CIO.

Plan de AIV

Se ha desarrollado durante 2009 el plan para el montaje y verificación de los diferentes elementos que formarán EDiFiSE y específicamente en esta primera fase en su configuración para OGS y pruebas en el IAC.

MONITOR DE SEEING AUTOMÁTICO “DIMMA”

C. Muñoz-Tuñón.

A.M. Varela, J.M. Delgado Hernández, L.F. Rodríguez Ramos, Servicio de Mantenimiento Instrumental, Servicios Informáticos Comunes.

M. Sosa Quintana, J.R. García Hernández (INERZA. S.A.).

Introducción

Con el objetivo general de lograr una evaluación permanente de las condiciones astro-meteorológicas de los Observatorios de Canarias (ORM y OT), y basándose en el monitor de seeing desarrollado en el IAC que funciona regularmente desde 1995, se han instalado sendos sistemas DIMMA

(Monitor de seeing automático) en dichos Observatorios, incorporando una serie de prestaciones que suponen un salto cualitativo importante en su utilidad científica.

Se trata de instrumentos completamente automáticos o robóticos 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. En el caso del ORM, se alimenta con fuentes de energías renovables y ofrece la supervisión y la obtención de datos desde lugares remotos.

Durante el año 2009 se logró la puesta a punto de hardware, el cual está estabilizado y funcionando perfectamente, lo que permitió identificar que el funcionamiento automático del sistema requería la elaboración de una segunda versión de software. Por tal motivo, y ante la necesidad de disponer de medidas en el nuevo emplazamiento próximo a las instalaciones del telescopio MAGIC, y 10 m de altura aproximadamente, se acometió en la segunda mitad del año la fabricación de una nueva torreta y la instalación de la misma, así como el traslado de todo el conjunto a la nueva ubicación. También se desarrolló un nuevo software basado en la tecnología LABVIEW que permite operar remotamente el instrumento, como paso intermedio ante una nueva automatización.

Evolución del Proyecto

Los primeros meses del año 2009 permitieron realizar la sustitución de los reguladores de los paneles solares hasta lograr el funcionamiento estable del sistema a diario. Se consiguió que la energía captada fuera suficiente para mantener el funcionamiento ininterrumpido del sistema durante todo el invierno, a pesar de los episodios de hielo y nieve, y que el hardware del conjunto funcionara con normalidad durante todo el tiempo.

A finales del mes de junio se realizó una calibración comparativa con el DIMM portátil que se instaló al efecto en la base de la

torreta, llegando a la conclusión de que ambos aparatos medían con arreglo a lo esperado. Se realizó también un alineado más preciso y un modelado del mismo con mayor detalle, lo que mejoró el apuntado y el seguimiento del telescopio.

Con fecha 30 de julio se identificó la necesidad de disponer de medidas regulares de seeing en el emplazamiento próximo al telescopio MAGIC, a una altura de 9,2 m del suelo, lo que decidió obtenerse mediante el traslado del sistema y su ubicación encima de una nueva torreta de la altura necesaria. Por tal motivo, se abordó el diseño de una nueva torreta que permitiera, junto con la existente, alcanzar la altura necesaria, que fue encargado a la empresa NTE, S.A. Se procedió seguidamente a ejecutar la obra de fabricación e instalación de la misma, lo cual concluyó en el tiempo récord de 1,5 meses.

Paralelamente durante el verano de 2009 se desarrolló un nuevo software que permitiera la operación remota del sistema, específicamente la apertura y cierre de la cúpula, el enfoque del telescopio, así como la adquisición de datos y procesado en tiempo real. Para este desarrollo se utilizó el entorno LABVIEW, que resulta especialmente indicado para dichas situaciones. Fue también necesario adaptar el subsistema de alimentación del conjunto, ya que en la nueva ubicación había suministro convencional de energía eléctrica y de comunicaciones informáticas, por lo que no procedía acometer el traslado de dichos subsistemas.

Todo el conjunto se instaló en la nueva ubicación a finales del mes de noviembre, procediéndose a una nueva puesta en estación y elaboración de modelo de apuntado, habiendo funcionado correctamente desde entonces salvo por problemas de índole meteorológica o pequeñas dificultades de hardware o software.

Es importante mencionar que se encargó un nuevo estudio de seguridad (FREMAP) con objeto de identificar los riesgos relacionados con la utilización del sistema en su nueva

ubicación, del cual salieron las actuaciones pertinentes y las normativas de seguridad a respetar.

En lo que al DIMMA instalado en el OT se refiere, se ha procedido a ejecutar las mejoras relacionadas con la seguridad de la instalación, como fase previa a su ajuste y puesta en marcha definitivos.



*Izquierda: DIMMA-MAGIC, vista de la torreta de 9,2 m instalada en las proximidades del telescopio MAGIC, así como la torreta de metrología y la caseta.
Derecha: detalle de la torreta de 9,2 m.*

HARMONI

E. Mediavilla.

A.B. Fragoso, F.J. Fuentes, F. Gago, F. Gracia, D. Sosa y F. Tenegi.

Introducción

HARMONI es un proyecto Europeo para construir un instrumento de Primera Luz para el mayor telescopio del mundo, el "European Extremely Large Telescope (E-ELT)". En la actualidad el telescopio E-ELT está en Fase B de diseño y se espera que entre en funcionamiento en 2018. HARMONI es un espectrógrafo 3D (espectrógrafo integral de campo) que observará en el infrarrojo cercano y en el visible. Un espectrógrafo 3D es un instrumento polivalente diseñado para obtener espectros regularmente distribuidos en 2D sobre una imagen extensa. Esta técnica tiene aplicaciones científicas muy amplias (desde galaxias a alto redshift, AGN y agujeros negros supermasivos, hasta estrellas y formación planetaria en nuestra galaxia) y aprovecha al máximo las grandes ventajas del telescopio E-ELT (la

mayor área colectora y la mejor resolución espacial concebidas) y se adapta muy bien a su principal limitación; el modesto campo de visión. Por estos motivos, ESO publicó un anuncio de oportunidad solicitando propuestas para un estudio Fase A de un espectrógrafo 3D para el telescopio E-ELT. HARMONI fue el Proyecto elegido. HARMONI es una colaboración en la que participan 5 instituciones europeas (Universidades de Oxford y Lyon, IAC, CSIC y UK-ATC) de 3 países diferentes (Reino Unido, Francia y España) que reúnen una gran parte de la experiencia europea en el campo de la espectroscopía 3D y que han estado implicadas en el desarrollo de prácticamente toda la instrumentación 3D en los grandes telescopios del mundo (TIGER, INTEGRAL, OASIS, KMOS, SINFONI, SAURON...). La idea básica de los espectrógrafos 3D es trocear la imagen observada (en el plano focal) en elementos finitos de resolución ("spaxels") y reformatearla (usualmente alineando los "spaxels" formando una pseudo-rendija) a la entrada del espectrógrafo. En el diseño conceptual de HARMONI este proceso se lleva a cabo con un "image slicer" formado por micro-espejos. Esta técnica parece la más adecuada para cubrir el rango del cercano infrarrojo (H, J y K). La participación del IAC en HARMONI es resultado de la amplia experiencia de nuestra institución en el desarrollo y construcción de instrumentos 3D como HEXAFLEX, 2D-FIS, INTEGRAL y EDIFISE para el telescopio WHT, HEXAFLEX-II para el telescopio NOT o SIDE y mini SIDE para el telescopio GTC. En HARMONI el IAC es responsable de la pre-óptica (diseño óptico y mecánico) y de la interfaz eléctrica/electrónica.

Algunos resultados relevantes

Enero: Firma de la "Letter of Agreement".

Febrero: revisión de la Fase 1 del Proyecto en Garching (Alemania).

Enero 2010: prevista revisión de la Fase A del proyecto en Garching (Alemania).

Evolución del Proyecto

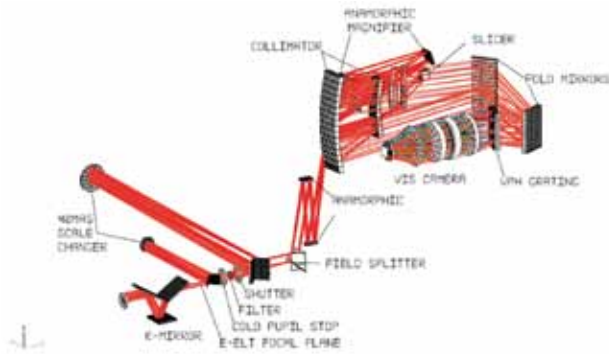
Tras la revisión de la Fase 1 del Proyecto (celebrada en la sede de la ESO en Garching, Alemania) comienza la Fase 2 de HARMONI.

En esta fase se pretende concluir el diseño conceptual de todo el instrumento, demostrar su viabilidad técnica y a evaluar los costes (humanos y materiales) necesarios para construirlo. Esta fase terminará con una revisión por parte de ESO en enero de 2010.

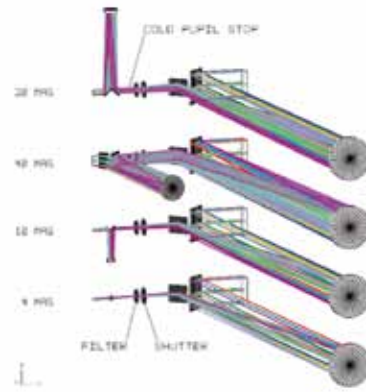
Durante esta etapa se han revisado la justificación y objetivos científicos del Proyecto. En el IAC hemos estudiado la posibilidad de determinar con HARMONI la extensión espacial y la estructura de la BLR a partir de fotometría diferencial de las diferentes regiones cinemáticas que se pueden definir en una línea de emisión ancha.

Desde el Departamento de Óptica se ha continuado trabajando en el concepto del cambiador de escala y del derrotador óptico (K-mirror). Varios posibles diseños de cambiador de escala se han evaluado teniendo en cuenta sus prestaciones, dificultades de fabricación y montaje. A mediados de año se opta un diseño catadióptrico que cumple todas las especificaciones. A partir de esa fecha y tras la incorporación de A.B. Frago al equipo, se realiza el análisis de sensibilidad y el estudio de luz difusa del sistema, comenzando de esta forma con el diseño detallado del sistema. Respecto al derrotador óptico, durante este año se ha realizado un profundo estudio de los efectos del desalineado del sistema respecto al eje óptico del telescopio. Dado que estos posibles efectos y la corrección de los mismos son temas críticos para el adecuado funcionamiento del instrumento, especialmente en el caso de HARMONI que pretende una gran resolución espacial, se ha invertido gran esfuerzo en esa tarea. Simultáneamente se ha realizado un estudio de mercado para asegurar la disponibilidad de recubrimientos que aseguren una alta transmisión del sistema en el amplio rango espectral de trabajo.

El concepto opto-mecánico ha evolucionado paralelamente al óptico. En el caso particular del cambiador de escala, el trabajo del grupo de mecánica ha consistido en el diseño de varios mecanismos que trabajarán en condiciones criogénicas, dos ruedas (filtros y



Esquema óptico de uno de los brazos ópticos de HARMONI.



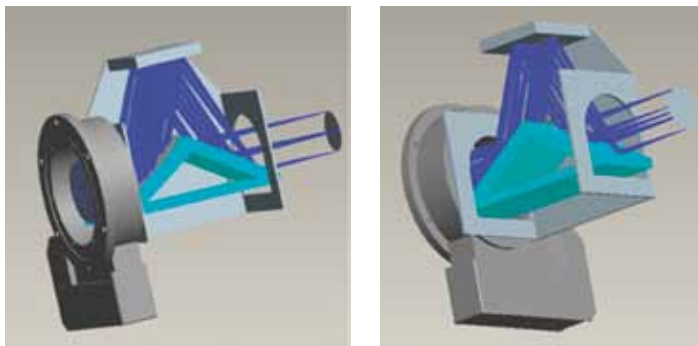
Sistemas ópticos para el cambiador de escala de HARMONI.

pupilas) y un Shutter, y de la sujeción de todos los elementos ópticos entre sí y al banco frío del instrumento. Durante este tiempo también se han estudiado tres alternativas posibles para el rotador del K-mirror; éstas incluyen una versión comercial de Newport a la que habría que probar y/o adaptar para su correcto funcionamiento a la temperatura requerida, una versión de Primatics ya adaptada a los requerimientos del proyecto y una tercera opción que se desarrollaría completamente en el IAC valiéndonos del know-how del área en lo que se refiere a mecanismos criogénicos. Además se ha desarrollado el concepto de sujeción optomecánica de los tres espejos; dos de ellos, en un mismo bloque de Zerodur. Durante este año el Proyecto ha sufrido varios cambios en cuanto al personal del Departamento de Mecánica; de este modo, se contó con la colaboración de F. Tenegi hasta mayo, mes a partir del cual contamos con D. Sosa y J.

Fuentes, en excedencia desde el mes de noviembre de 2009.

Desde el punto de vista de los interfaces eléctrica y electrónica (trabajo llevado a cabo por F. Gago, ingeniero del Departamento de Electrónica) la aportación del IAC ha consistido en la definición, en coordinación con el equipo del telescopio, de la interfaz eléctrica y electrónica que permita acoplar de manera lo más sencilla posible el instrumento al telescopio E-ELT y a su sistema de control.

Entre los meses de noviembre y diciembre se ha elaborado la documentación que será presentada a la ESO para la revisión de la fase A (la fase A del Proyecto está subdividida en dos fases: la fase 1, superada en febrero de 2009 y la fase 2). Esta revisión se llevará a cabo en Garching (Alemania) los días 28 y 29 de enero de 2010.



Rotador y concepto optomecánico para la sujeción del K-mirror.



Modelo del futuro telescopio E-ELT.

FASTCAM

A. Oscoz.

R. López, A. Díaz y Servicio de Mantenimiento Instrumental.

Introducción

FastCam es un instrumento desarrollado por el IAC y la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) con el objetivo de obtener imágenes de muy alta resolución espacial o temporal en el rango visible en telescopios terrestres. FastCam se basa en la técnica conocida como lucky imaging, que consiste en obtener series de miles de imágenes de un objeto empleando tiempos muy cortos de exposición (entre 30 y 50 milisegundos). Algunas de estas imágenes no están significativamente alteradas por la turbulencia atmosférica y, esencialmente, se encuentran limitadas por difracción. En cada serie de observación de un objeto, típicamente varios miles de imágenes, se identifican y seleccionan esas imágenes de características excelentes, y las resultantes de varias series se combinan hasta alcanzar la sensibilidad deseada.

FastCam es instrumento de uso común en el telescopio TCS desde septiembre de 2008, siendo cada vez más requerido por los astrónomos: 45 noches durante 2009 y 25% de las peticiones en el semestre 10A, además de numerosas solicitudes de observaciones de servicio. Entre otras muchas mejoras, durante 2009 se ha trabajado para que FastCam tuviese un software más amigable y versátil y para que la optomecánica del instrumento fuese más robusta y estable.

Evolución del Proyecto

Se firmó un acuerdo con la UPCT para que la interfaz de usuario, además de instalarse en ordenadores más potentes, resultara más compacta, fácil de utilizar y con mejores prestaciones. El resultado final es incluso mejor de lo esperado, además de haber conducido a una reducción drástica de las componentes del instrumento, con lo que su instalación y manejo es mucho más sencilla, a la vez que mucho más potente. En 2009 se han estado realizando

pruebas y mejoras en el software, con más de 15 versiones diferentes del mismo.

Se firmó un acuerdo con IDOM para el diseño y fabricación de la optomecánica del instrumento, de manera que se tenga un instrumento profesional y fijo en el telescopio TCS, abierto a nuevas mejoras. En el primer trimestre de 2010 se instalará en el telescopio la versión cuasi-definitiva de FastCam.

Se ha trabajado, junto con la UPCT, en la mejora del software de reducción de los datos, no sólo para objetos puntuales, sino también para objetos extensos. Este software ya está instalado en los ordenadores de control de FastCam. En este sentido, se han abierto varios frentes: 1) observaciones de un único objeto puntual con estrella de referencia: se ha conseguido llegar al límite de difracción empleando menos cubos que antes y se ha creado un algoritmo capaz de procesar automáticamente hiper-cubos y extraer las mejores imágenes de forma absoluta (variando el porcentaje de contribución de cada cubo a la imagen final); 2) objetos puntuales múltiples: además de las técnicas del punto 1, se está trabajando para mejorar el recentrado y 3) objetos extensos sin estrella de referencia: se está trabajando en la técnica del uso del biespectro (o la triple correlación). En lo que respecta a telescopios de más de 4 m, FastCam por sí sola no llegaría al límite de difracción, así que se está trabajando en técnicas obtener resultados equivalentes a la Óptica Adaptativa sin tener que implementarla.

Se han instalado nuevas ruedas de filtros, para solventar los problemas de las anteriores. También se ha colocado un ciclo cerrado para refrigerar constantemente el detector y estabilizar la temperatura.

Diseño de la optomecánica de FastCam realizado por IDOM.



FastCam también se ha instalado en otros telescopios, destacando el telescopio WHT en dos ocasiones, combinando FastCam con el sistema de Óptica Adaptativa.

ADQUISICIÓN Y GUIADO TELESCOPIO IAC-80

A. Ocoz.

R. López, J. Peñate, A. Díaz, Servicio de Mantenimiento Instrumental y Taller de Mecánica.

Evolución del Proyecto

El nuevo sistema, diseñado y fabricado en el IAC, dispondrá de un campo más amplio para la búsqueda de estrellas guía, que además será bidimensional, a semejanza del telescopio TCS, y con una interfaz de usuario fácil de usar. Esto, unido a una nueva cámara de guiado más sensible, hará que se puedan encontrar más estrellas que antes pero de manera que el astrónomo usuario deba emplear menos tiempo en ello.

Tras diversos problemas de interferencias mecánicas, se finalizó con éxito la integración completa (ver imágenes). Sólo quedan por realizar algunas pruebas de software antes de subirlo al telescopio para comprobar que funciona correctamente.



La nueva caja de A&G del telescopio IAC-80.



MERLIN

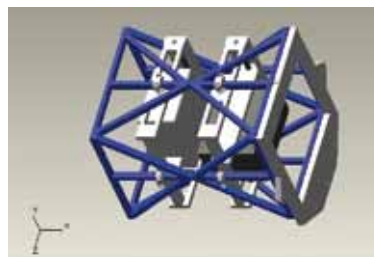
A. Ocoz.

R. López, J. Peñate, A. Díaz, Servicio de Mantenimiento Instrumental y Taller de Mecánica.

Evolución del Proyecto

Sigue en marcha el Proyecto de nuevo espectrógrafo de baja resolución, MERLIN, para el telescopio IAC-80. MERLIN consta de un sistema de Óptica Adaptativa (AO-L), un espectrógrafo con guiado (SGS) y una cámara (STL-11000).

Durante este año se produjo la aceptación del segundo modelo propuesto por ingeniería y se realizaron y corrigieron los planos del instrumento. En enero de 2010 comenzará la fabricación de las componentes.



Esquema de MERLIN.

ADAPTACIÓN DEL ESPECTRÓGRAFO UES AL TELESCOPIO GTC

R. García López.

F. Gracia, R. López, J.L. Rasilla y J. Rosich.

Introducción

El espectrógrafo UES es un espectrógrafo de alta resolución diseñado por la Universidad de Oxford (Reino Unido) para trabajar en el telescopio WHT del ORM. Se trata de un espectrógrafo Echelle con dispersión cruzada; ésta es proporcionada por un conjunto de tres prismas colocados en serie y alta eficiencia en el rango ultravioleta. Su diseño permite observaciones en un rango espectral que cubre desde 300 hasta 1100 nm proporcionando resoluciones de $R=40000$ hasta $R=80000$.

El instrumento estuvo en operación hasta el año 2002 y a partir de ese momento fue desmontado del foco del telescopio almacenado. Debido a este motivo ha surgido este Proyecto cuyo objetivo es la posible utilización UES en el telescopio GTC hasta que un instrumento de similares características sea diseñado y construido para dicho telescopio. En el año 2007 fue cedido por el Issac Newton Group al IAC.

Como punto de partida para la adaptación del instrumento se ha establecido que el Proyecto debe ser de bajo costo y un tiempo de realización corto, a fin de disponer de dicho instrumento de forma inmediata. Sin embargo hay un conjunto de problemas que se deben solucionar como son:

- El espectrógrafo UES está diseñado para un telescopio con razón focal $f/11$ y debe ser adaptado a un telescopio con razón focal $f/17$.
- Se deben analizar las posibles pérdidas de eficiencia debido a las diferentes relaciones entre el diámetro de la pupila del telescopio y el obscurecimiento central del mismo en relación con el diseño de la cámara del espectrógrafo. Así mismo se intentará mejorar las características de la dispersión cruzada.
- El espectrógrafo tenía una estación focal propia y no compartida y la unión al telescopio se hacía a través de un derotador óptico. Esto no es posible en la adaptación al telescopio GTC ya que la estación focal podrá ser utilizada por otros instrumentos. Inicialmente se piensa en utilizar la estación focal asignada a OSIRIS.
- Se debe analizar el sistema de calibración del instrumento.
- Se debe analizar las tareas de cambio de electrónica y software a fin de seguir los estándares del telescopio GTC.

Algunos resultados relevantes

Transporte y recepción del espectrógrafo UES desde el ORM a la sede central del IAC.

Diseño conceptual de la unión telescopio - espectrógrafo a través de fibras ópticas.

Diseño conceptual de la optomecánica del espectrógrafo (Figura 1).

Diseño conceptual del nuevo cerramiento del espectrógrafo.

Adquisición del detector. Una cámara CCD 4kx4k enfriada con un ciclo cerrado.

Análisis de los requerimientos del software y control del detector.

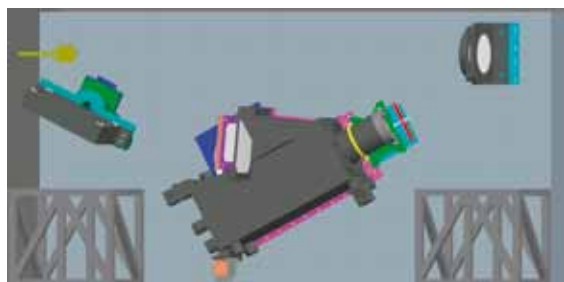
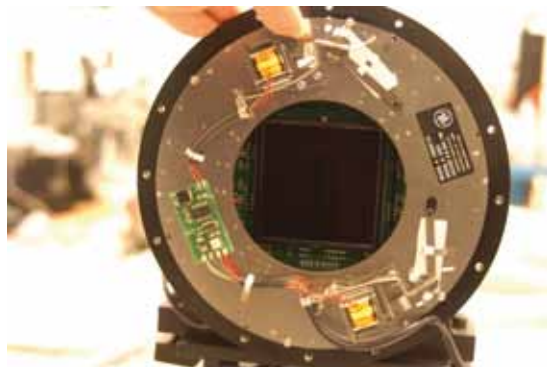


Figura 1.- Vista esquemática de UES, con la configuración planeada para su uso en el telescopio GTC.

Figura 2.- Vista del nuevo detector CCD para UES..



INSTRUMENTACIÓN INFRARROJA

EXPLOTACIÓN CIENTÍFICA DEL ESPECTRÓGRAFO IR LIRIS (3I1202)

A. Manchado.

J. Acosta Pulido, M. Barreto, E. Cadavid, A. Fragoso, F. García, E. Hernández, H. Moreno, J. Olives, P. Ayala, J. Morrison, J. García y J. González.

Introducción

LIRIS es una cámara y espectrógrafo para el rango infrarrojo cercano, construido en el IAC y que está operando en el foco Cassegrain del telescopio WHT, en ORM. Desde el mes de agosto de 2004 LIRIS funciona de manera rutinaria como instrumento de uso común en dicho telescopio.

LIRIS trabaja en el rango de 0,9 a 2,4 micras cubriendo las bandas fotométricas J, H y K. Se usa un detector Rockwell-Hawaii-I de 1024x1024 píxeles, proporcionando un campo 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 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

Febrero: Integración primer grupo Multirendijas (MOS) semestre 09A (6 mascarar). Mantenimiento Instrumental.

Abril: Integración segundo grupo Multirendijas semestre 09A (7 mascarar) Mantenimiento Instrumental.

Agosto: Integración Multirendijas semestre 09B (8 mascarar), se incluyen mascarar especiales con oscurecimiento en la cara interna para aliviar la aparición de los fantasmas en espectroscopia de alta resolución. Mantenimiento Instrumental.

Durante todo el año LIRIS ha seguido operando en el telescopio WHT con buenos resultados.

Evolución del Proyecto

Durante el año 2009 LIRIS ha seguido desarrollando sus operaciones científicas con gran éxito en el telescopio WHT.

Para la integración de las mascarar multirendijas que se requieren en las observaciones de espectroscopia multi-objeto de cada semestre se permite la realización de 2 ciclados por semestre. Durante 2009 sólo se realizaron 3 ciclados ya que en el semestre 09B sólo se requirió integrar un grupo de MOS. Hasta la fecha se han fabricado 67 mascarar multi-objeto para los programas de observación aprobados que las requerían. Dichas mascarar han sido diseñadas en el IAC y fabricadas por Mecanizados Gines, siendo financiadas con fondos del IAC.

A partir del año 2008 LIRIS está dotado de tres elementos dispersores que permiten

realizar espectroscopia de alta/moderada resolución ($R \sim 2500$) en las bandas fotométricas J, H y K. Un inconveniente que ha aparecido durante la operación científica usando este modo de observación ha sido la aparición de luces fantasma. Estas luces tienen mayor impacto en las observaciones de espectroscopia multiobjeto cuando se observan objetos brillantes. Para intentar minimizar el efecto se han introducido mascaradas con oscurecimiento en su cara interior aunque los resultados no han sido satisfactorios. Se seguirán investigando las posibles causas de este comportamiento y el diseño de alguna estrategia para minimizar su impacto.

Explotación científica por parte del equipo del instrumento

Se ha seguido trabajando en la reducción de los datos obtenidos dentro del Tiempo Discrecional del Director con la intención de producir imágenes muy profundas en los filtros Ks (magnitud límite 21). Por el momento se ha conseguido reducir la mayor parte de los efectos instrumentales y se espera que durante el año 2010 el proceso de reducción se depure aun más y se concluya el análisis científico de las mismas.

Uso del instrumento por la comunidad astronómica

Durante el año 2009 se concedieron 65 noches de observación con el instrumento LIRIS, esto significa alrededor del 18% del total de noches. De estas noches 18 fueron dedicadas a espectroscopia multiobjeto, de las cuales 11 fueron concedidas por el CAT y 8 por el PATT.

Se han publicado durante el año 2009 diez artículos usando observaciones obtenidas con LIRIS. Entre estos hay que destacar una publicación en la revista Nature (Pallé et al, 2009, *Nature*, 459, 814). En este artículo se presentan por primera vez observaciones

del espectro infrarrojo de transmisión de la atmósfera terrestre, obtenidas durante un eclipse de Luna que tuvo lugar en agosto de 2008.

También hay que destacar la obtención en luz directa del espectro infrarrojo de un planeta extra-solar, que previamente nunca se había conseguido. Esto ha sido posible gracias a las observaciones conjuntas realizadas desde el ORM con LIRIS y desde Hawai (EEUU) usando la cámara Fast-Track con el telescopio UKIRT.

Observaciones del espectro infrarrojo de transmisión de la atmósfera terrestre

El método consistió en analizar la atmósfera terrestre como si se tratara de un planeta lejano, ver cuáles son sus principales marcadores biológicos (oxígeno, dióxido de carbono, agua, metano, etc.) y extrapolar los resultados a los nuevos planetas que se descubran, comparando si se dan las condiciones idóneas para que pueda existir vida.



*En esta imagen se representa una impresión artística del Sol brillando a través de una fina capa de la atmósfera terrestre durante un eclipse lunar.
© G. Pérez Díaz (SMM-IAC)*

Obtención en luz directa del espectro infrarrojo de un planeta extra-solar



*Ilustración artística del sistema TrEs 1.
© Obs. de Leiden (Países Bajos).*

Dos equipos independientes obtuvieron por primera vez en 2009 espectros en luz directa de planetas extrasolares. Uno de los equipos, liderado por I. Snellen y E. de Mooij, usó el instrumento LIRIS para obtener el espectro del planeta por comparación entre las observaciones del sistema antes y durante un eclipse. En la ilustración se observa el tamaño relativo entre la estrella y su planeta TrEs-3b. El planeta es gaseoso y masivo como Júpiter aunque tiene una órbita más cercana a su estrella que Mercurio con respecto al Sol.

EMIR: ESPECTRÓGRAFO MULTIOBJETO INFRAROJO PARA EL TELESCOPIO GTC (310501)

F. Garzón.

**A.B. Fragoso, Á. Mato, C. González,
D. Abreu, F. Tenegi, F. Gago, J. Pérez,
J. Patrón, J. Sánchez, J.J. Díaz, J.L.
Rasilla, L. López, M. Insausti, M.
Balcells, M. Prieto, N. Vega, P. López,
S. Barrera y V. Sánchez.**

R. Guzmán (Univ. de Florida, EEUU);
J. Gallego, N. Cardiel, S. Pascual, J.
Gorgas, J. Zamorano (UCM, Madrid);
R. Pelló, F. Beigbeder, S. Brau-Nogué,
T. Contini (LAOMP, Francia); C. Gry, B.
Milliard, R. Grange (LAM, Francia).

Introducción

El Proyecto EMIR aborda el diseño y construcción de una cámara y espectrógrafo multiobjeto para observaciones en el rango infrarrojo cercano que será instrumento de uso común en el telescopio GTC. EMIR será un instrumento único en su categoría al proporcionar capacidad de espectroscopía multirrendija y de imagen en un gran campo, en un telescopio de 10 m de apertura y en el dominio infrarrojo cercano. En particular, la capacidad de realizar espectroscopía multiobjeto en la banda de 2.2 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 . Estará 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 2048x2048 píxeles, y dotado de un novedoso sistema de control, desarrollado por el equipo del Proyecto.

Las prestaciones más importantes del instrumento quedan resumidas a continuación. Es oportuno resaltar que prácticamente todos los requisitos se cumplen en la actualidad más allá de su valor nominal.

Especificaciones de EMIR:

- 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
- Ritmo 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: 55
- Transmisión: >40% en modo Imagen, sin filtro ni detector
- Calidad de imagen (θ_{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 corrimiento 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. Por otro lado, desde el año 2004 funciona, dentro del Proyecto EMIR, el grupo EAST (EMIR Associate Science Team), que reúne a los investigadores interesados en la explotación científica inicial de EMIR, y que se encargarán de preparar el Programa Central de Observaciones cubriendo aspectos no contemplados dentro de GOYA.

Hasta la fecha, EAST está preparando 18 programas de observación, presentados por grupos que incluyen a más de 40 científicos, que están actualmente en discusión y optimización vía un proceso iterativo. Se cuenta con disponer de algún tipo de asesoría o evaluación científica externa sobre las propuestas previa a su inclusión en el Programa Central de EMIR. El conjunto de propuestas cubre la práctica totalidad de los temas de la moderna astrofísica observaciones, y puede resumirse en la siguiente lista:

- Seguimiento espectroscópico en el infrarrojo cercano de fuentes extragalácticas en el infrarrojo lejano y submilimétricas
- Núcleos galácticos activos
- Galaxias Starburst

- Poblaciones estelares en galaxias de tipos tempranos
- Estrellas masivas
- Objetos de la Galaxia interna
- Estrellas AGB y Post-AGB
- Espectroscopía en el infrarrojo cercano de sistemas planetarios aislados y enanas marrones

El diseño y construcción de EMIR corre a cargo de un equipo de instituciones nacionales e internacionales con amplia experiencia en instrumentación infrarroja, liderados por el IAC: la Universidad Complutense de Madrid (UCM), el Laboratorio de Astrofísica del Observatorio de Midi-Pyrénées (LAOMP) y el Laboratorio de Astrofísica del Observatorio de Marsella (LAM), en Francia.

EMIR será un instrumento único por sus características y alcance, y abrirá nuevos campos de investigación a la comunidad astrofísica española e internacional con acceso al telescopio GTC. De un lado, debido a la alta sensibilidad, sin precedentes en la instrumentación disponible para los astrónomos españoles, resultado de la combinación de la gran apertura del telescopio GTC con los detectores de última generación que equiparán el instrumento. De otro, la capacidad de realizar espectroscopía con resolución espectral intermedia en el IR cercano y de un gran número de objetos simultáneamente.

Algunos resultados relevantes

Se han completado las pruebas de los prototipos de 1 y 6 barras de la CSU. Aunque las prestaciones parecen ser adecuadas, no se han pasado las pruebas de vida. Se han realizado modificaciones para corregir esto y se han repetido las pruebas con mejores resultados.

El Banco Óptico y las pantallas frías han sido recibidos y aceptados en el IAC.

Se ha avanzado en el desarrollo del contrato de fabricación del criostato de EMIR con la empresa TRINOS-Vacuum Projects. Aún no se ha completado la revisión de fabricación.

Se han recibido los espejos de plegado del periscopio de EMIR.

Se han enviado los prismas de los elementos dispersivos a LAM (Marsella, Francia) donde ya se han fabricado las monturas para la integración final.

Se han completado las pruebas de aceptación final de la DTU en el IAC. La aceptación está pendiente de una respuesta final del fabricante a algunas dudas planteadas por el equipo del Proyecto.

Se han recibido y realizado las pruebas de aceptación de los barriles CB#2 y CA de EMIR fabricados por la empresa SESO (Francia). Se han encontrado defectos de varias lentes que han impedido la aceptación final de estos sistemas.

Se ha completado el diseño y la mayor parte de la fabricación del mecanismo de la ventana de entrada del criostato.

Se han definido y adquirido todos los componentes del sistema de ciclos cerrados de EMIR.

Se ha definido y adquirido gran parte del sistema de vacío.

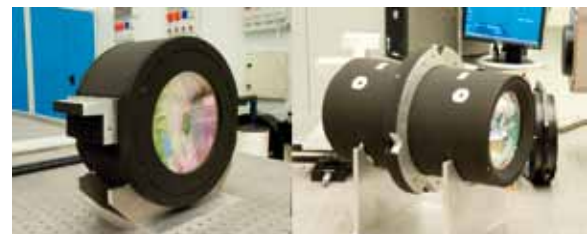
Se ha iniciado y se avanza en la integración de componentes hardware (módulos de la electrónica) del instrumento, habiéndose realizado la compra de gran parte de accesorios.

Software de pruebas en Python para utilizarlos en AIV.

Mecánica. A esta situación se ha unido un periodo muy largo de aceptación de subsistemas bajo contrato externo (prototipo CSU, barriles de la óptica y DTU), que han mantenido ocupado al personal de forma exhaustiva durante varios meses con tareas de revisión y pruebas. Ante el patente retraso de las actividades del Proyecto, se ha realizado un gran esfuerzo para evaluar la situación y replantear la planificación de una forma realista y fiable, en colaboración con el Jefe del Departamento de Gestión del Área de Instrumentación y la participación de todo el equipo del Proyecto.

Dentro del contrato de la cámara de vacío con la empresa TRINOS-Vacuum Projects, se han recibido los planos de fabricación de los componentes principales para su revisión previa a fabricación. Esta revisión aún no se ha completado, aunque se ha llevado a cabo al nivel de autorizar la provisión de gran parte de los materiales.

Tras la recepción de los espejos de plegado del periscopio, se ha cerrado el diseño y fabricado un prototipo de la celda de uno de ellos, para la realización de pruebas funcionales en frío.



Barriles del colimador y cámara de la óptica de EMIR.

En cuanto a la óptica de EMIR, bajo contrato de la empresa SESO (Francia), se recibió y aceptó la primera lente del colimador, CO1. Aunque también se recibieron los componentes restantes (barril 2 del colimador y barril de la cámara, con un total de 9 lentes), tras la revisión final de aceptación se han identificado problemas en la cosmética de 3 lentes de BaF2 (problemas de pulido) y 3 lentes de IRG2 (problemas en el recubrimiento). Tras largas negociaciones con la empresa, y ante la negativa e incapacidad por parte de la misma de solucionar dichos problemas, se

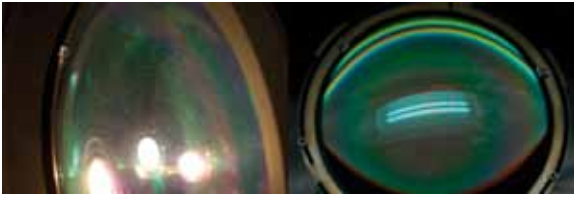
Pruebas de los modos de lectura del detector: exóticos y ventana.

Participación en las pruebas de los subsistemas y AIV.

Evolución del Proyecto

Durante 2009 se ha producido una ralentización de los avances debido a una reducción considerable de los recursos de Ingeniería, en particular de Ingeniería

ha acordado con la empresa la entrega de los barriles con dichas lentes defectuosas, bajo condiciones que a finales de 2009 aún no se han concretado.



Ejemplo de defectos en las lentes de BaF2 e IRG2.

Se llevaron a cabo las pruebas finales del prototipo de 6 barras de la Unidad Reconfigurable de Rendijas (CSU). Tras la finalización de las mismas entre Junio y Agosto, el sistema mostraba un deterioro en las superficies de contacto de las partes móviles que invalidaban el éxito de las pruebas de vida del mecanismo. No obstante, los requisitos de posicionado eran satisfactorios. En estas circunstancias se decidió dar tiempo al contratista (JPE) a buscar la solución en un corto espacio de tiempo. Finalmente, en diciembre de 2009, tras varias acciones correctoras por parte del contratista, se vuelven a realizar las pruebas, enfocadas sobre todo en la validación del tiempo de vida útil de la unidad, con mucho mejores resultados, no habiéndose finalizado las mismas a finales de año y postergando la decisión de aceptación a principios de 2010.



Prototipo de 6 barras de la CSU instalado en el criostato de pruebas EMCTS.

Se recibió la Unidad de Traslación del Detector y se realizaron las pruebas de aceptación (Julio 2009). Aunque los resultados son satisfactorios, existen algunos aspectos, tanto en la mecánica de la unidad como en el software de control, pendientes de una respuesta final por parte del contratista que ha impedido completar la aceptación del mecanismo.



DTU antes y después de su integración en el criostato de pruebas EMCTS.

Se ha continuado la interacción entre el IAC y el LAM (Marsella, Francia) para el cierre de los detalles de fabricación de las monturas de los elementos dispersivos. En LAM ya disponen de todos los componentes ópticos necesarios y se ha completado la fabricación de los componentes mecánicos, quedando sólo pendiente los acabados superficiales para su integración.

No ha habido avances en las tareas de validación de la unión pegada en los soportes radiales del banco óptico, bajo contrato con la empresa INASMET. Se ha decidido cerrar el contrato en las condiciones actuales y replantear la continuación de los trabajos bajo un contrato nuevo.

En lo que se refiere a las tareas del grupo de Control, al que competen los desarrollos de software y hardware electrónicos del instrumento, se ha proseguido con las tareas iniciadas en fases previas con especial énfasis en:

Software

- Actualización ECOs acorde al último documento de Modos de operación.
- Desarrollo de los Device drivers & Simuladores de mecanismos de EMIR, y se han iniciado los correspondientes a los monitores de temperatura y presión.
- DAS: Se han implementado los modos Abort, Ventanas y Modos Exóticos, de bajo nivel. Se está iniciando el trabajo en el DAS de alto nivel de EMIR, partiendo del SW de OSIRIS, y en el Simulador.
- En desarrollo el aprovechamiento de lo existente del "Instrument" por parte de GRANTECAN S.A. y, se utilizan llamadas CORBA directas cuando existan carencias de la capa Instrument.
- DRP: Se está determinando el estado de desarrollo y funcionamiento, se ha solicitado

la información necesaria para utilizarlo desde nuestro SW Interfases y llamadas y se están definiendo “recipes” y filtros necesarios para cada modo de observación.

- EOPMS: Siguiendo las nuevas directivas de GRANTECAN S.A., lo que existe, y que había sido desarrollado siguiendo sus indicaciones, no es utilizable y debemos ir por una opción del estilo de OSIRIS que se ha tornado como oficial.

- Configurador de máscaras: Sigue por definir, aunque ha habido contactos con GRANTECAN S.A.

- Framework Python: Se ha desarrollado un Framework en Python para automatizar las pruebas de AIV.

- Mantener SW actualizado con las releases de SW de GRANTECAN S.A.

Hardware

- Se está trabajado en la optimización del SAD de pruebas del detector incorporando nuevos modos de lectura y de control del detector.

- Se han realizado tareas sobre el HW electrónico requerido para las pruebas de los prototipos.

- Se está trabajado en la configuración global del instrumento.

- Se han identificado y pedido la mayor parte de los componentes necesarios para fabricar los armarios, módulos cables etc.

- La identificación de los componentes definitivos de EMIR ha progresado y se ha trabajado en la definición más fidedigna de la configuración que finalmente llevará el instrumento. Se ha determinado qué electrónica deberá rotar con el instrumento y cual irá en la plataforma Nasmyth sirviendo con propósitos auxiliares y de puesta en funcionamiento del instrumento. Se ha acordado el tamaño máximo de envolvente permisible para los armarios rotantes y se ha definido, preliminarmente, la ubicación de los diferentes módulos y las áreas previstas para las interconexiones.

- Se ha participado en las pruebas de aceptación en factoría de la DTU.

- Se ha participado en las pruebas de los prototipos de la CSU para determinar la continuidad del contrato.

FRIDA Y DESPUÉS: CIENCIA CON ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL EN LA ÉPOCA DE LOS TELESCOPIOS GIGANTES

(3I2105)

A. Prieto.

J. Acosta, C. Martínez, F. Mueller-Sánchez, C. Álvarez, F. Gago, F.J. Fuentes, J. Patrón, J.J. Díaz, P. López y J.M. Pérez.

A. López (Univ. de México), S. Eikenberry (Univ. de Florida, EEUU), N. Cardiel (UCM), R. Pelló (LAOMP, Francia), J. Reunanen (Tuorla, Finlandia).

Introducción

Ciencia con FRIDA

FRIDA (inFRared Imager and Dissector for the Adaptive optics system of the GTC) es un espectrógrafo de campo integral e imagen diseñado para trabajar al límite de difracción del telescopio GTC en el rango de 1 - 2.5 μm .

El Proyecto de ciencia con FRIDA se enfoca en la identificación y preparación de programas de observación competitivos para FRIDA. FRIDA se prevé que llegue al telescopio GTC hacia finales de este decenio. Para esta fecha, todos los grandes telescopios del mundo ya habrán estado trabajando con instrumentos para Óptica Adaptativa por más de 10 años, produciendo Ciencia frontera. Por ello, es fundamental que la comunidad del telescopio GTC comience a organizarse con el fin de identificar y preparar programas originales para la época de FRIDA.

El objetivo de este Proyecto es iniciar dentro del IAC tales estudios. Para ello se pretende establecer una colaboración estrecha entre el equipo de FRIDA de IAC y la comunidad científica del telescopio GTC a fin de identificar programas y estrategias de observación claves para este instrumento.

Como punto de partida, se ha seleccionado el estudio a gran escala de la galaxia

Andrómeda. Andrómeda es la galaxia espiral más cercana a la Tierra, lo que permite que sus diferentes componentes galácticas: núcleo, disco, bulbo, brazos y halo, puedan ser estudiadas bajo escalas espaciales sin precedencia. FRIDA podrá realizar un mapeado espectroscópico de regiones seleccionadas en Andrómeda con resoluciones espaciales por debajo de 0.16 pc a 2 μm .

Por su proximidad, la observación de Andrómeda con FRIDA involucra el estudio de un gran número de problemas astrofísicos: formación estelar, función inicial de masa en cúmulos globulares, dinámica galáctica, escenarios de formación de galaxias, etc., a escalas espaciales sólo conseguidas anteriormente en nuestra Galaxia y las nubes de Magallanes. En este Proyecto, se pretende analizar las posibilidades de realización y nivel de competitividad de estos estudios en Andrómeda sobre la base de las capacidades y limitaciones actuales de FRIDA y del sistema de Óptica Adaptativa del telescopio GTC.

Participación tecnológica en FRIDA

El IAC esta involucrado tecnológicamente en la construcción de FRIDA y durante 2009 fue responsable de dos paquetes de trabajo:

1.- Desarrollo del Sistema de Control completo de FRIDA, el cual estará basado en la medida de lo posible en EMIR. El sistema de adquisición de datos, la electrónica de control del detector y la caracterización de éste así como el software de alto nivel para el control de mecanismos son responsabilidades directas del IAC. Así mismo, el IAC es responsable de la definición de la pipeline y de las herramientas de observación con FRIDA así como del desarrollo del software para la coordinación de operaciones de FRIDA. El IAC coordina todas estas actividades con las instituciones implicadas en estas tareas: LAOMP en Francia, UCM en Madrid y UNAM en México. Estas tareas comprenden desde diseño, fabricación y adquisición de componentes.

2.- Ingeniería del Sistema (System Engineering), que incluye:

- Gestión del control de configuración
- Gestión de entregables
- Definición de la arquitectura del sistema
- Establecimiento de especificaciones a nivel del sistema y todos sus subsistemas
- Trazabilidad y cumplimiento de especificaciones
- Gestión de los presupuestos de ingeniería
- Gestión de interfases
- Estudios de viabilidad y trade-off
- Definición y gestión del Plan de Aseguramiento de la Calidad
- Gestión del análisis de riesgos y los planes de mitigación
- Análisis RAM
- Coordinación y gestión de los modelos de ingeniería
- Manuales de Usuario y Mantenimiento
- Gestión de no-conformidades

Equivalentes de FRIDA en telescopios gigantes

La Comunidad Europea bajo las premisas de ESO y a través de diferentes institutos identificados por esta organización, esta trabajando activamente desde hace 4 años en el establecimiento de la instrumentación apropiada para la futura generación de telescopios gigantes o ELTs (Extreme Large Telescopes). Los casos científicos que se debaten están en su gran mayoría enfocados a la explotación conjunta de la enorme capacidad de adquisición y máxima resolución espacial al límite de difracción, que proporcionan un ELT. La única forma eficiente que se conoce en la actualidad para recuperar el límite de difracción de un telescopio en tierra es el uso de óptica adaptativa. Es por ello que la comunidad considera crucial el definir y encontrar nuevos conceptos de instrumentación astronómica que exploten con eficacia estas resoluciones espaciales, y el uso de esta técnica.

Con el presente Proyecto se pretende continuar la participación de este equipo en los proyectos de instrumentación para ELTs actualmente bajo estudio en Europa

(A. Prieto participa como co-investigador en el proyecto MIDIR – Mid-IR ELT Study) e identificar posibilidades/recursos en el IAC para involucrar a este en este estudios o en la definición de otros nuevos.

Algunos resultados relevantes

Octubre: Se envían los planos de fabricación de la IFU de FRIDA a CORNING (EEUU).

Diciembre: El detector de ciencia de FRIDA, HAWAII2 llega al telescopio GTC.

Se sigue avanzando en el desarrollo de componentes de software, tanto operativo como simuladores, junto con el software relativo al Sequencer e Inspector del telescopio GTC.

Evolución del Proyecto

Estado del proyecto FRIDA

En 2009 se han empezado la fabricación en UNAM-MEXICO y en CIDESI (empresa que trabaja para UNAM) de todos los prototipos identificados para FRIDA: estos son el soporte “atérmico” de lentes del colimador, rueda de redes y mecanismo de movimiento sin posición cero de la rueda de redes, la rueda del plano focal y el criostato de FRIDA. Estos prototipos se encuentran hasta el momento en fase de evaluación en UNAM.

En octubre se enviaron los planos de fabricación de la IFU a CORNING (EEUU). Se han abierto tres contratos con esta entidad: construcción del “image slicer”, “relay optics” y los espejos de inserción a la entrada de la IFU. Florida está trabajando en el diseño del soporte de aluminio del “slicer” de FRIDA.

Posible fecha para la CDR: septiembre-octubre 2010.

Gestión

No ha habido avances en el cierre con el ingeniero óptico de FRIDA (S. Cuevas, UNAM) con el fin de mantener un del acuerdo de colaboración para la participación de LAOMP (Marsella, Francia) en FRIDA, debido a la falta de disponibilidad de recursos humanos en LAOMP, por estar dedicados a otros proyectos prioritarios.

Ciencia IAC

Se han organizado mensualmente video conferencias con los grupos que participan en FRIDA para seguir el control del desarrollo de los prototipos para FRIDA.

A. Prieto mantiene conversaciones regulares seguimiento en los desarrollos de FRIDA.

Se ha terminado la elaboración de dos documentos de ciencia: “FRIDA Commissioning Plan” y “FRIDA Callibration Plan”, liderados por J. Acosta.

Se continúa sin asignación de recursos de ingeniería a FRIDA por parte de LAOPM (Marsella). Se continúa por tanto sin firmar un contrato o acuerdo entre IAC y LAOMP.

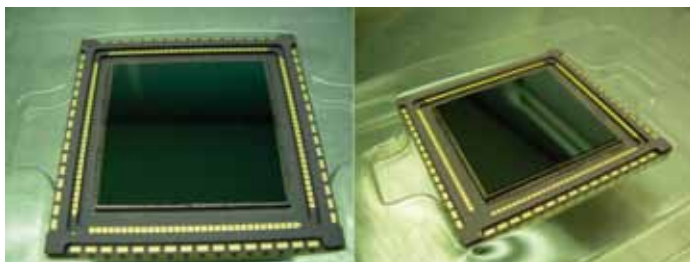
A. Prieto continúa la interacción con los grupos de instrumentación en ESO en relación al desarrollo de instrumentos de Óptica Adaptativa para los telescopios VLT y ELT.

Sistema de Control

Ya se han recibido en el telescopio GTC los detectores de ciencia e ingeniería así como el multiplexor de FRIDA. Se ha realizado la inspección visual y se está pendiente de la caracterización que dará lugar a la aceptación por parte del instrumento.

MEMORIA
2009 IAC

184



Detector HAWAII2 de ingeniería (izquierda) y científico (derecha) para FRIDA.

Se ha avanzado en el controlador de EMIR para llevar a cabo la puesta a punto incluyendo todos los modos de lectura del detector que serán comunes tanto para EMIR como para FRIDA. Esta tarea se completará durante 2010.

Las tareas de SW que se están desarrollando avanzan bajo las líneas de desarrollo de EMIR tal y como estaba previsto, para su adaptación al final a las particularidades de FRIDA. Ningún desarrollo específico para FRIDA está teniendo lugar por el momento.

Ingeniería de sistemas

Gestión y actualización de la intranet documental del Proyecto.

Revisión y actualización de los presupuestos de error a nivel del sistema y subsistemas.

Análisis de riesgos y propuesta de un plan de mitigación y un plan de prototipado.

Revisión y actualización de los modelos de ingeniería.

Revisión y actualización de especificaciones técnicas a nivel del sistema y los subsistemas.

Gestión de la matriz de cumplimiento a nivel de diseño.

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 alemán 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 usa una cámara rápida basada en un sensor TCM-8600 de 1024 x 1024 píxeles,

capaz de adquirir hasta 30 imágenes por segundo. El polarímetro está integrado en el espectrógrafo y usa cristales líquidos ferroeléctricos, que se caracterizan por su alta velocidad de transición entre estados. Este conjunto formado por el detector y el polarímetro constituye el denominado Tenerife Infrared Polarimeter-II (TIP-II), actualmente en operación en el telescopio VTT del OT, y que será trasladado a Gregor una vez este telescopio entre en operación, permitiendo mejorar en un factor 2 la resolución espacial alcanzada actualmente. El espectrógrafo ha sido diseñado expresamente para optimizar las prestaciones de TIP-II. Su instalación en el Observatorio se ha retrasado por motivos técnicos, todavía no resueltos, relacionados con la fabricación del espejo primario del telescopio, aún no se sabe cuándo estará operativo el telescopio. En primavera de 2010, se espera instalar el espejo definitivo (de 1,5 m de diámetro). La Primera Luz con este espejo temporal podría ocurrir a finales de 2010, una vez estén todos los sistemas alineados y comprobados. El espectrógrafo está en estos momentos instalado en el telescopio y alineado casi en su totalidad. Falta incorporar la cubierta del espectrógrafo, instalar el cableado adecuado para conectar los diferentes sistemas que están ubicados en diferentes plantas del edificio y el diseño y fabricación de la unidad de calibración polarimétrica, así como la comprobación global de que todo el instrumento funciona adecuadamente.

Evolución del Proyecto

Instalación definitiva y fijación de los elementos ópticos y optomecánicos

A lo largo de 2009, se fijaron todas las piezas mecánicas al banco óptico con una precisión adecuada, cercana al milímetro.

Alineamiento de la óptica en el telescopio

Durante el último trimestre de 2009 se alineó el espectrógrafo en el telescopio.

NAHUAL – ESPECTRÓGRAFO INFARROJO ECHELLE DE ALTA RESOLUCIÓN

**E. Martín Guerrero.
M. Amate, J. Fuentes y D. Sosa.**

Consortio Thüringer Landessternwarte Tautenburg (Alemania), INAF-Obs. de Arcetri (Italia), SIM-Univ. de Lisboa (Portugal), Univ. Nacional de Irlanda, Dublin Inst. for Advanced Studies (Irlanda), IAC (Instituto de Astrofísica de Canarias).

Introducción

El principal objetivo científico del instrumento es permitir la obtención de medidas de velocidad radial con una precisión de: 1 m/s en el infrarrojo cercano. Esto posibilitará la detección de exoplanetas de baja masa alrededor de estrellas frías y enanas marrones.

El Proyecto

Por motivos ajenos a la programación establecida, el proyecto sufrió grandes cambios:

- El IP abandona el IAC para incorporarse al CAB.
- En EL verano de 2009 aún no se ha presentado el Proyecto a la comisión de evaluación del GTC.

a desarrollar y modificar totalmente el diseño conceptual, se propone pasar de alta resolución a media - baja, de objeto único a multiobjeto, etc.

Algunos resultados relevantes

Revisiones de la Planificación y Schedule para minimizar los efectos de los retrasos en las tomas de decisiones.

Separación como proyecto paralelo del “Diseño de Criostato Ultraestable”.

Se abandona el foco Nasmyth como ubicación del instrumento en el telescopio GTC.

Modificación completa del esquema de documentación del Proyecto.

Reuniones de redefinición del Proyecto, se decide modificar el diseño conceptual.

Finalización de la cesión de recursos del IAC a NAHUAL.

Evolución del Proyecto

El Proyecto, tal y como se había concebido en un comienzo, finaliza. Se inicia una etapa de “redefinición” a raíz de la llamada del GTC para nuevos instrumentos, que conlleva la modificación del diseño conceptual, en este momento se puede hablar de “otro instrumento” diferente del originalmente concebido.

Debido a la situación del Proyecto se ve comprometido el uso eficiente de los recursos del IAC, por lo que se finaliza la cesión de recursos al Proyecto.

MEMORIA
2009 IAC

186

- Existe una drástica ralentización en la toma de decisiones, y con la finalidad de optimizar el uso de los recursos asignados se opta por separar el diseño y desarrollo del criostato del resto del diseño, y se le da status de proyecto paralelo.

- Se proponen cambios en la ubicación del instrumento en el telescopio GTC.

- Para atender la nueva llamada de instrumentos hecha por GTC, el IP de NAHUAL decide modificar el tipo de ciencia

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TELESCOPIOS

TELESCOPIO EUROPEO EXTREMADAMENTE GRANDE – E-ELT (EUROPEAN EXTREMELY LARGE TELESCOPE)

M. Reyes, M. Núñez, T. Viera, I. Montilla, H. Vázquez, S. Chueca, J.M. Delgado, Y. Martín, E. Hernández, C. Muñoz-Tuñón, J.J. Fuensalida, T. Varela, B. García, J.A. Castro, J. Calvo, V. Sánchez, J. Pérez y D. Sosa.

J. Castro (GRANTECAN S.A.), ESO (Garching, Alemania), ALTRAN (Madrid), JUPASA (Toledo), CIMNE (Barcelona), ITER (Tenerife), UPC (Barcelona), CESA (Madrid), LUAN (Univ. de Niza, Francia), LAM (Marsella, Francia), Arcetri (Florencia, Italia), FOGALE (Nimes, Francia), TNO (Delft, Países Bajos), CRAL (Univ. de Lyon, Francia), UKATC (Reino Unido), ASTRON (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 entre 2005 y 2009 estudios de diseño y desarrollos tecnológicos orientados al futuro Telescopio Europeo Extremadamente Grande (E-ELT), con el propósito de analizar la viabilidad de conceptos y validar las tecnologías a aplicar. El objetivo del FP6 es coordinar los esfuerzos en investigación y desarrollo europeos y ser la herramienta financiera que permita crear un mercado europeo de ciencia y tecnología. Los estudios a desarrollar abarcan diversos campos relacionados con la astrofísica: control del frente de onda, óptica, mecánica, cúpula y viento, Óptica Adaptativa, operaciones, instrumentación, y caracterización de sitios.

A su vez, también liderados por la ESO, se ha firmado otro contrato con la Comisión

Europea dentro del séptimo programa marco europeo (FP7) en el que participa el IAC, para preparar entre 2008 y 2010 la construcción del telescopio E-ELT. La participación del IAC en este caso se centra en el estudio de herramientas para la predicción de condiciones de observación, técnicas criogénicas avanzadas, y criostatos de alta estabilidad térmica.

Por último y en paralelo a estos contratos con la Comisión Europea, la ESO dirige el diseño del telescopio E-ELT, a través de contratos con empresas tecnológicas en Europa. El IAC ha participado en uno de los contratos de Fase A, el de diseño del soporte de los segmentos del espejo primario, y participa en un contrato de Fase B, el de los actuadores de posición del espejo primario.

Algunos resultados relevantes

Febrero: Campaña de observación con DIPSI y APE en el UT3 de VLT, Paranal (Chile).

Marzo: Llegada del WEB a la sala de AIV del IAC.

Abril: Última campaña de observación con DIPSI y APE en el UT3 de VLT, Paranal (Chile).

Mayo: Finalización de la integración del WEB con empresas externas en la sala AIV, incluyendo segmentos, sensores de borde y actuadores.

Junio: Presentación de los resultados comparativos de los algoritmos de reconstrucción de Óptica Adaptativa en el Congreso de Óptica Adaptativa para ELT's en París (Francia). Entrega del informe final de las medidas de Site Characterization para el E-ELT, en el marco del FP6.

Agosto: Finalización de la caracterización y diseño del control en lazo cerrado de los segmentos del WEB.

Septiembre: Cierre diseño de la electrónica de control del actuador del E-ELT.

Octubre:

Finalización de la Integración del WEB en el OT. Reunión de evaluación de resultados de las campañas de site characterisation del E-ELT.

Noviembre: Cierre del modelado y simulaciones del actuador del E-ELT.

Diciembre: Preparación artículo con revisores sobre la comparación de prestaciones de los algoritmos de reconstrucción de óptica adaptativa para ELT's.

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 de dos sensores de frente de onda, uno basado en curvatura (DIPSI) y otro, desarrollado con el Laboratorio de Astrofísica de Marsella, basado en coronografía Mach-Zehnder (ZEUS). APE se encuentra integrado en uno de los focos Nasmyth del UT3, uno de los telescopios de 8 m del VLT. Cabe destacar que APE es el primer instrumento en cuyo desarrollo ha participado el IAC que se integra en un telescopio de 8 m de la ESO.

Hubo dos períodos de observación en telescopio con DIPSI, en febrero y en abril. Se consiguieron resultados muy importantes, demostrando en cielo las buenas prestaciones de este nuevo concepto para cofaseo.

MEMORIA
2009 IAC

188

En concreto, se consiguió cofasear el espejo segmentado de 61 segmentos de APE en condiciones límite de luz y seeing. Los resultados más destacables son:

- Cofaseo con un error rms estable de 7 nm en superficie utilizando filtros de banda estrecha (10 nm) para la medida.
- Cofaseo con un error rms de 15 nm en superficie, utilizando filtros de banda ancha

de 200 nm (se gana en sensibilidad pero se pierde en precisión).

- Se consiguió cofasear en condiciones de mal seeing, con seeing de 1.8".

- Se consiguió cofasear utilizando estrellas de referencia de magnitud tan baja como 14.5.

- El tiempo de integración del sensor de cofaseo se puede bajar hasta 10 ms consiguiéndose cofasear con precisiones de 12 nm en superficie.

- Se llegó a demostrar en cielo un rango de captura para la medida del pistón de los espejos segmentados de hasta 1.5 micras.

La conclusión es que DIPSI ha sido demostrado como un sensor de cofaseo con buenas prestaciones y concepto sencillo y robusto, una clara alternativa al clásico sensor Shack-Hartmann utilizado por los telescopios Keck y GTC.

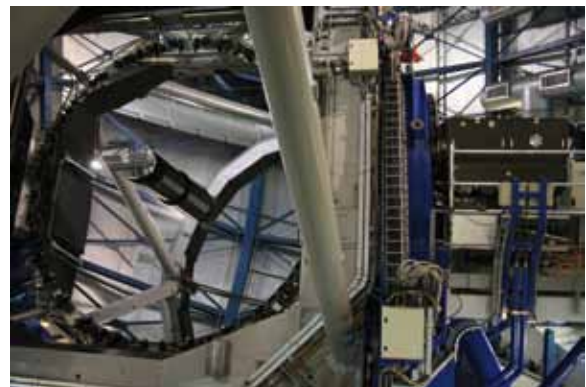


Foto del instrumento APE, con DIPSI y ZEUS en su interior, montado en el foco Nasmyth (derecha) del telescopio VLT de 8 m en Paranal (Chile).

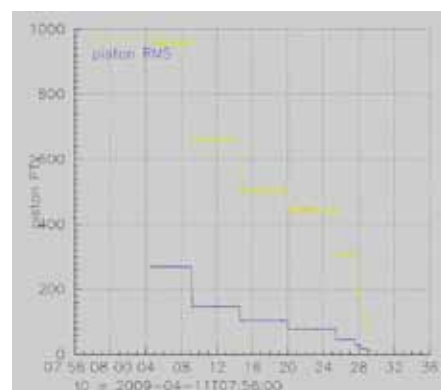


Imagen de resultados de una prueba de DIPSI de rango de medida del pistón, en telescopio. En abscisas el tiempo y en ordenadas el pistón PTV y RMS (en nm). Se ve claramente como en pocas iteraciones, el espejo segmentado con pistón steps del orden de 1 micra, va convergiendo dejando el error final en pocos nm.

El Wind Evaluation Breadboard (WEB) es otro experimento cuyo propósito es la prueba de tecnologías para el telescopio E-ELT del sistema de alineado de segmentos (sensores de borde, actuadores y control en tiempo real) sometidos a condiciones de viento real en el OT. El instrumento consta de dos subsistemas mecánicos principales: el simulador de espejo segmentado (HPA) y el simulador de telescopio (TSA). En marzo llegó la mecánica del WEB a la sala AIV del IAC, comenzando una intensa fase de montaje, integración y verificación del instrumento con varias empresas involucradas. Se integró el TSA con JUPASA, ALTRAN para la mecánica, G&M para el control y TECONASA para el sistema hidráulico. Se integraron los segmentos con JUPASA y ALTRAN, los sensores de borde con FOGALE y los actuadores de posición con TNO y la ESO. Se integró el sistema de control central del IAC, y en agosto se consiguió completar la caracterización y sintonizar todos los lazos de control simultáneos del WEB: el lazo externo de sensores de borde con los actuadores de posición de cada segmento, y el lazo de control interno de cada actuador con su acelerómetro. Esto dio luz verde a su instalación en el OT. El sistema se desmontó y se transportó al Observatorio, realizándose primero la integración mecánica sobre la obra civil y posteriormente la integración de todo el sistema de control.



Imágenes del WEB en la sala de AIV del IAC, durante las verificación final del control.

El experimento está listo para que en 2010 se lleven a cabo las medidas de prestaciones de compensación del efecto del viento en el alineado de los espejos.



Imagen del Web en el Observatorio del Teide, tras su integración.

En Óptica Adaptativa (AO), el IAC está involucrado en la investigación de algoritmos de reconstrucción que reduzcan la carga computacional, y en la evaluación de plataformas hardware de tiempo real basadas en FPGAs para la implementación de dichos algoritmos.

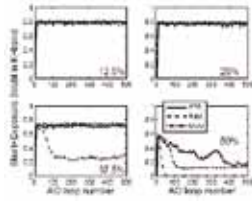
Se ha completado el desarrollo del Reconstructor de Transformada de Fourier (FTR) , para Óptica Adaptativa Simple (Single Conjugate, SCAO), la simulación detallada para el caso del E-ELT, y la comparación rigurosa con el reconstructor clásico de multiplicación de matriz-vector (MVM) desarrollado por la ESO, y el otro nuevo método Fractal iterativo (FrIM) desarrollado por al Universidad de Lyon. Los resultados preliminares fueron presentados en el Congreso de AO para ELT's celebrado en Paris en el mes de junio. Finalmente los resultados fueron revisados, y optimizados para la preparación de un paper con revisores para la publicación y conferencia conjunta JOSA-A / Applied Optics específica de AO que tendrá lugar en 2010.

**MEMORIA
IAC 2009**

189

Las principales conclusiones que se extraen de este trabajo es que, si bien las prestaciones son similares frente a diferentes condiciones de turbulencia atmosférica (r_0 , t_0) y de magnitud de la estrella de referencia, claramente los reconstructores "smart" (FTR y FrIM) son

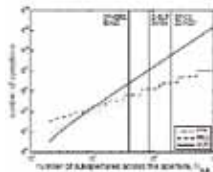
más robustos frente a errores de falta de registro entre el sensor de frente de onda y el espejo deformable.



Comparación del *strehl* a corto plazo vs número de iteración en función de la falta de registro entre el sensor de frente de onda y el espejo deformable (porcentaje de subapertura que se encuentra desplazado el actuador): arriba- izquierda, 12.5% de desplazamiento; arriba-derecha, 25% de desplazamiento; abajo-izquierda, 37.5% de desplazamiento; abajo-derecha, 50% de desplazamiento.

La mejora fundamental se consigue en la reducción drástica del número de operaciones a realizar en cada iteración que, acompañada de la arquitectura hardware adecuada, permite implementar a mayor velocidad los lazos de control de número elevado de grados de libertad, que para el E-ELT van a estar entre 84x84 y 200x200.

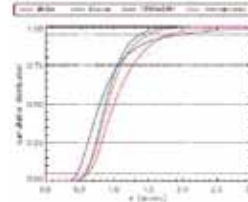
Comparación del número de operaciones por iteración de cada método reconstructor frente al número de grados de libertad del sistema de AO.



En el marco de la caracterización de sitios para el E-ELT, tras el esfuerzo dedicado a la puesta en funcionamiento de los cuatro instrumentos MASS-DIMM para la caracterización de los sitios candidatos al E-ELT (Chile, Argentina, Marruecos y ORM, en La Palma), la responsabilidad de la operación de los instrumentos pasó al grupo de Calidad del Cielo, con soporte técnico desde el Área de Instrumentación y colaboración en el análisis de datos con el Grupo de Alta Resolución. Se ha puesto en marcha un equipo de operadores de instrumentación de caracterización de sitios en el ORM, encargados del MASS-DIMM del E-ELT, el nuevo instrumento DIMMA, y el clásico DIMM del IAC. Se han trasladado y reinstalado dichos instrumentos en los sitios específicos de interés en el ORM. Se han procesado los datos de los 4 sitios, y se han hecho análisis comparativos preliminares, presentando los primeros resultados en el

informe final del FP6 Site Characterisation entregado en junio, y se extrajeron las primeras conclusiones para el E-ELT en la reunión de evaluación con ESO y LUAM celebrada en Niza en octubre.

La decisión final sobre el sitio del E-ELT será tomada en 2010.

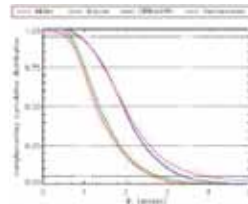


site	med	mean	stddev	min	max	h ₀
Aklim	1.00	1.00	0.43	0.12	10.54	250
Macon	0.87	0.91	0.26	0.38	3.14	1246
ORM	0.80	0.94	0.35	0.27	7.59	790
Paranal	0.91	0.96	0.29	0.33	3.40	2214

site	5%	25%	50%	95%	max	h ₀
Aklim	0.61	0.81	1.28	1.82	13853	21.3
Macon	0.57	0.74	1.00	1.38	29723	24.4
ORM	0.46	0.62	1.00	2.00	47328	11.3
Paranal	0.58	0.76	1.10	1.50	36547	8.8

Arriba: Distribuciones acumuladas de las medidas de seeing en Aklim (Marruecos, rojo), Macon (Argentina, verde), ORM (La Palma, azul) y Paranal Norte (Chile, violeta).

Abajo: Distribuciones acumuladas de las medidas de ángulo isoplanático en Aklim (Marruecos, rojo), Macon (Argentina, verde), ORM (La Palma, azul) y Paranal Norte (Chile, violeta).



site	med	mean	stddev	min	max	h ₀
Aklim	1.29	1.43	0.75	0.80	25.17	296
Macon	1.37	1.51	0.77	0.80	41.17	1766
ORM	1.53	2.02	0.77	0.80	8.23	669
Paranal	1.56	2.10	1.02	0.90	99.60	2626

site	5%	25%	50%	95%	max	h ₀
Aklim	2.04	1.79	0.96	0.55	11703	25.2
Macon	2.41	1.45	1.01	0.60	10623	5.3
ORM	3.41	2.44	1.48	0.87	35902	15.4
Paranal	3.97	2.56	1.47	0.84	83273	1.9

Dentro de las actividades del E-ELT en el FP7, el IAC participa en varios paquetes de trabajo (WP). Dentro del WP05000, el grupo de Alta Resolución del IAC ha trabajado con LUAN en el estudio de técnicas de predicción de condiciones de observación, de cara a optimizar el retorno científico del E-ELT al permitir realizar las observaciones en cola, decidiendo en cada momento en función de las condiciones de observación.

En el WP6000, el Área de Instrumentación participa en la red de expertos nº 1, de técnicas avanzadas de criogenia. En concreto las tareas realizadas a lo largo del año han sido:

- La asistencia a la reunión de progreso, celebrada en el UKATC en abril.
- La recopilación de información de los mecanismos criogénicos utilizados en instrumentos del IAC y la preparación de un borrador para la generación conjunta de una

base de datos de mecanismos criogénicos utilizados en instrumentos astronómicos.

- La recopilación de información y participación en la generación del borrador del documento "Best practice in cryogenic instrument design".

También el Área de Investigación participa en la WP 06000, en la red de expertos nº 3, "Ultra-accurate Wavelength Calibration Techniques of Cosmic Sources Spectra".

Por último, el IAC participa en el WP09000 de vías de mejora para el E-ELT, en concreto en la tarea 9200 de desarrollo de un criostato de alta estabilidad térmica para grandes detectores. A lo largo de 2009 se generó un modelo 3D del último criostato del detector de HARPS, instrumento en operación en el observatorio de La Silla, que sirve de referencia para este estudio. Queda pendiente para 2010 desarrollar el modelo de elementos finitos del criostato, de cara a comparar los resultados de las simulaciones del modelo térmico con las medidas de caracterización del criostato real.

El esfuerzo realizado en los estudios de diseño del E-ELT dentro del FP6 permitió posicionar de manera óptima a las empresas tecnológicas españolas participantes y a las involucradas en el telescopio GTC, de cara a conseguir los contratos publicados por la ESO para el diseño definitivo del E-ELT. En algunos de estos contratos, en los que participan fundamentalmente IDOM, NTE, CESA y ALTRAN, las empresas han recibido apoyo por parte de GRANTECAN S.A. y el IAC en forma de subcontratación.

En la Fase A de diseño del E-ELT, El IAC participó en el contrato para el diseño del soporte del espejo primario, liderado técnicamente por GRANTECAN S.A., contrato que se cerró con éxito a finales de 2008. El IAC realizó entre otras tareas el análisis de configuraciones del soporte axial (whiffle tree) de los segmentos.

En la Fase B de diseño definitivo del E-ELT, el IAC participa en el diseño de los actuadores (PACT) del espejo primario,

subcontratado por CESA específicamente para el diseño del control del PACT. Este tipo de contratos tiene unos plazos de entrega muy exigentes, y a lo largo de 2009 se ha llevado a cabo la definición de la interfase con el control central del espejo primario (responsabilidad de la ESO) y el diseño de la electrónica del PACT con altas prestaciones de tiempo real. También se completaron el diseño del software del PACT, y el modelado y las simulaciones para el diseño del control en lazo cerrado del PACT, cuyo ajuste demuestra que se puede conseguir la precisión de 2 nanómetros de error rms especificada por la ESO en el seguimiento de trayectorias.

La integración de la mecánica con el control del PACT, la verificación del sistema y la entrega del mismo a la ESO está prevista para el primer trimestre de 2010.



Vista en tres dimensiones del diseño mecánico del actuador del telescopio E-ELT. Consta de dos etapas, una gruesa basada en un motor de continua, y una fina basada en un voice coil.

EST: TELESCOPIO SOLAR EUROPEO (THE LARGE APERTURE EUROPEAN SOLAR TELESCOPE) (4E0208)

M. Collados.

A. Calcines, J.J. Díaz, C. Grivel, E. Hernández, R. López, Y. Martín, E. Páez, J. Peñate, A. Pérez, L.F. Rodríguez, J.M. de la Rosa, J. Sánchez-Capuchino, H. Socas y F. Tenegi.

**MEMORIA
IAC 2009**

Introducción

191

El Proyecto consiste en la elaboración de un estudio de diseño para el desarrollo del futuro gran Telescopio Solar Europeo EST, que mantenga a Europa en la vanguardia de la investigación en Física Solar.

El resultado del estudio consistirá en un diseño conceptual que demuestre la

viabilidad científica, técnica y económica de un telescopio y su instrumentación, optimizados para el estudio del acoplamiento magnético entre la Fotosfera y la Cromosfera solar. Para ello es necesario estudiar en detalle las propiedades térmicas, dinámicas y magnéticas del plasma a diferentes alturas, por medio de imágenes en múltiples longitudes de onda. La instrumentación deberá por tanto tener capacidad de imagen en varias longitudes de onda, espectroscopía y espectropolarimetría. Una de las características principales de la instrumentación del EST es el elevado número de canales en visible e infrarrojo que deberán observar simultáneamente, teniendo en cuenta la eficiencia en el flujo de fotones así como capacidades de diagnóstico relativas a otros telescopios solares, existentes o futuros, terrestres y espaciales. Con este fin, los instrumentos del EST tendrán que estar dotados de una alta resolución espacial y temporal, de manera que puedan generar espectros bidimensionales.

El proyecto involucra a 29 socios y a 7 colaboradores, entre instituciones científicas y empresas de campos tecnológicos afines, de 14 países diferentes, con el IAC como institución coordinadora. Entre todos ellos se cubre la experiencia necesaria en los campos técnicos y científicos requeridos para realizar este estudio, diseño óptico, optomecánica, control térmico, óptica adaptativa, instrumentación, control, etc.

Las tareas a desarrollar se reparten entre los socios en un marco de 11 paquetes de trabajo (Work Packages: WPs), cada uno de ellos liderado por un responsable de entre las diferentes instituciones.

20 de mayo: Distribución del primer borrador del documento de presupuestos de errores.

8 de septiembre - 11 de noviembre: Reuniones de revisión de todos los subpaquetes de trabajo.

Diciembre: Recepción de los informes de fin de fase II de todos los subpaquetes de trabajo.

Evolución del Proyecto

Durante el año 2009 se ha completado la fase I de definición de requisitos y alternativas, y se ha ejecutado casi hasta su finalización la fase II del proyecto, que consiste en el análisis comparativo de las diferentes alternativas identificadas en cada paquete de trabajo durante la fase I. La conclusión de la fase II está prevista para febrero de 2010.

Además de la coordinación y gestión del conjunto del proyecto (WP01000), el IAC también es responsable de los requisitos científicos (WP02000), de la instrumentación (WP07000) y de la caracterización de sitio (WP08000) del EST. Otros sub-paquetes de trabajo en los que el IAC colabora con una importante dedicación de tiempo son los correspondientes al espejo secundario, los detectores, la reconstrucción del frente de onda y el edificio.

Las tareas desarrolladas en la gestión del Proyecto, además del seguimiento del desarrollo de los diferentes paquetes de trabajo, incluye la organización y coordinación de las diferentes reuniones de trabajo realizadas durante el año, entre ellas cabe destacar:

- La 3ª reunión del Steering Committee, 20 de enero.
- La 2ª reunión de revisión del Proyecto en Madrid: “*End of Phase-I Meeting*”, 20 – 22 de enero.
- Las reuniones bimensuales del *Technical Core Team* (TCT) de seguimiento del Proyecto.
- Las reuniones de revisión de todos los subpaquetes de trabajo realizadas entre el 8 de septiembre – 11 de noviembre.

Algunos resultados relevantes

20 - 22 de enero: Reunión de revisión del proyecto en Madrid “*End of Phase-I Meeting*”.

16 de marzo: Distribución de la primera edición del documento de requisitos científicos.

Abril. Envío a la CE del 1º informe periódico y del estado financiero.

ASTROFÍSICA DESDE EL ESPACIO

OPERACIONES DE COMUNICACIÓN ÓPTICA CON OGS (OPTICAL GROUND STATION – ESTACIÓN ÓPTICA TERRESTRE)

A. Alonso.

P.A. Ayala, J.E. García, J.J. González, D. López, J.A. Morrison y M. Reyes.

Introducción

Actualmente las comunicaciones con satélites se basan fundamentalmente en el empleo de microondas ($\nu \approx 10^9$ Hz). El ancho de banda de las transmisiones usuales impone claras restricciones en el flujo de información manejable mediante estos sistemas. Es probable que la creciente limitación de espacio en las órbitas circumterrestres, así como el incremento en la demanda mundial de las telecomunicaciones signifique la saturación de los sistemas convencionales de microondas en un futuro próximo.

A partir de los años 60, y en previsión del mencionado problema comenzó a investigarse la posibilidad de usar frecuencias ópticas ($\nu \approx 10^{15}$ 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.

En 2008, se ha concluido el diseño de un sistema de Óptica Adaptativa para permitir enlaces coherentes con el satélite TERRASAR-X, y se han llevado a cabo enlaces ópticos con éste satélite y con N-Fire para verificar el funcionamiento de sus terminales ópticos.

En 2010, se supervisará la instalación del sistema de Óptica Adaptativa en la caja de recepción del banco coudé sur. En lo que concierne a la astronomía, el telescopio de la OGS sigue siendo un banco de pruebas de instrumentos desarrollados tanto por la ESA como por el IAC.

Algunos resultados relevantes

Enero: Soporte a los representantes de ProjectSoft (República Checa) en visita para el cambio del sistema de control del telescopio.

Febrero: Adquisición y puesta en marcha de una plataforma hidráulica para trabajos en altura dentro de la cúpula. El personal técnico recibió un curso de entrenamiento para el manejo. Actualización de la conexión de OGS a 1Gb/s.

Junio: Instalación de una nueva grúa de 2 toneladas, e integración en el sistema de control de la cúpula del telescopio.

Julio: Visita de un técnico de FREMAP para realizar la asesoría de riesgos laborales en

la OGS. Se comienza la ejecución de las recomendaciones del informe resultante. Ejecución de la campaña de experimentos de enlace óptico con OICETS. Instalación de un nuevo sistema de lanzamiento láser (805 nm). Entrenamiento Anual del OGSOT.

Septiembre:

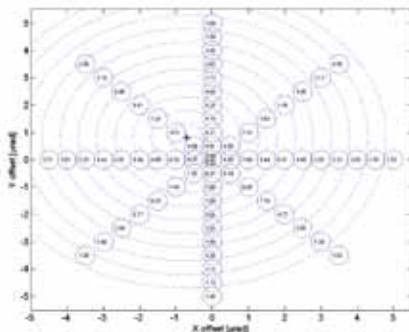
Soporte a los ingenieros de Jena 4H: Estudio para la modificación de la ventana de la cúpula. Soporte a Synopta GMBH en la instalación del sistema de óptica adaptativa de OGS (Pospuesto a 2010).

Noviembre: Enlaces ópticos con ARTEMIS para prueba de un sistema modular de OA. Soporte a las observaciones de ROSETTA en su lanzamiento gravitatorio a Venus.

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 y renovación de diferentes subsistemas de la estación, y al entrenamiento del equipo de operaciones.

En el mes de julio se ha incorporado un nuevo sistema de lanzamiento para realizar enlaces ópticos con el satélite de baja cota OICETS. Se han realizado enlaces con dicho satélite, y con ARTEMIS en órbita GEO.



Análisis de los datos de la medida del campo lejano del haz de ARTEMIS en el enlace descendente durante el 14 de junio de 2008. Los círculos representan los puntos medidos en el barrido. Las líneas de trazos presentan el perfil quasi-gaussiano. El ajuste con las predicciones teóricas es notable.

Durante 2009 se ha continuado la colaboración con el Proyecto AOFPGA para probar un sistema de Óptica Adaptativa en el marco del Proyecto EDiFiSE. En particular se ha participado en la caracterización del nuevo simulador de turbulencia para OGS.

OBSERVACIÓN DE BASURA ESPACIAL

M. Serra-Ricart y D. López.

Introducción

Este Proyecto es un subcontrato con el Instituto de Astrofísica de la Universidad de Berna (AIUB), Suiza, para realizar las observaciones necesarias para la búsqueda de basura espacial en las órbitas geoestacionaria (GEO) y de transferencia (GTO) con el telescopio OGS ubicado en el OT y que pertenece a la Agencia Espacial Europea (ESA).

Evolución del Proyecto

Durante el año 2009 se finalizaron los informes finales de campañas de observación de la órbita de transferencia y seguimiento de objetos catalogados (Subcontrato E/17836-02 del Contrato 17836/01/D/HK ESOC-ESA "Extension of Optical Observation Capability for the Zeiss 1M Telescope" Fase 2).

CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE OGS

E. Cadavid, J. Morrison, J. J. González, J. E. García y P. Ayala.

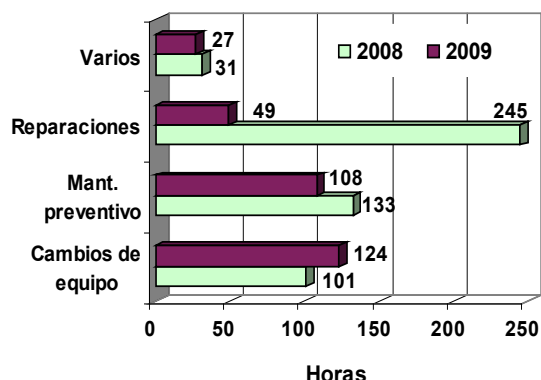
Evolución del Proyecto

En año 2009 se realizaron las tareas rutinarias de mantenimiento previstas en el contrato con la ESA. A estas tareas se dedicaron un total de 308 horas distribuidas conforme se ve en el Gráfico de la página siguiente.

MEMORIA
IAC 2009

195

Distribución de trabajos en OGS 2008-2009



En el apartado de reparaciones hay una fuerte reducción con relación al 2008, año en que entre otras actividades cambiamos los conectores de foco y reparamos el motor de los pétalos. Dando seguimiento al problema con la reductora del foco de OGS detectado a finales de 2008 se pasó el problema a la ESA para que localizase junto al fabricante una nueva. Al no encontrarse se decidió fabricar un nuevo engranaje. Junto con el personal del Taller de Mecánica se desmontó la reductora para medir el engranaje y se volvió a montar. Con los planos obtenidos se fabricó el nuevo engranaje y se está a espera de tener un período en que se pueda realizar el cambio.

Cuanto a los cambios de equipo, hubo un aumento de las horas empleadas generada por la planificación del uso del telescopio.

IMAX – UN MAGNETÓGRAFO PARA SUNRISE

MEMORIA
2009 IAC

V. Martínez Pillet.
196 **M. Collados Vera, J.A. Bonet Navarro, I. Rodríguez Hidalgo, B. Ruíz Cobo, J. Marco, E. Ballesteros Ramírez, J. Piqueras y A. Alonso.**

Introducción

IMaX (Imaging Magnetograph Experiment) es uno de los instrumentos del Proyecto SUNRISE, que consiste en el lanzamiento

desde la Antártida de un globo estratosférico para un vuelo de larga duración con un telescopio solar de 1 m de diámetro y su instrumentación. El Proyecto se ha desarrollado por un consorcio internacional en el que han participado Estados Unidos (HAO y LMSAL), Alemania (KIS y MPS, el MPS siendo institución IP de SUNRISE) y España (con este Proyecto). 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 la ha llevado a cabo un consorcio de cuatro instituciones españolas con amplia experiencia en la participación en proyectos espaciales como son el IAC (Tenerife, institución IP de IMaX), IAA (Granada), GACE (Universidad de Valencia) y LINES/INTA (Madrid). Este consorcio ha trabajado en la realización de IMaX íntegramente en España y en colaboración con la industria nacional. IMaX se basa en el empleo de retardadores ópticos de cristal líquido (ROCLIs), un desarrollo tecnológico que el IAC ha llevado a cabo en colaboración I+D con la empresa TECDIS Display Ibérica (Valladolid).

Algunos resultados relevantes

Enero: Se envía IMaX a Lindau para su integración en SUNRISE.

Febrero-Abril: IMaX integrado en SUNRISE.

Mayo-junio: Calibraciones finales en Kiruna.

Junio: Lanzamiento, vuelo y aterrizaje del globo de SUNRISE con IMaX a bordo.

Julio: Comienza el análisis de las observaciones científicas de IMaX.

Septiembre-octubre: Recuperación de IMaX tras el aterrizaje.

Diciembre: Pruebas en INTA para comprobar el estado del instrumento tras el vuelo.

Evolución del Proyecto

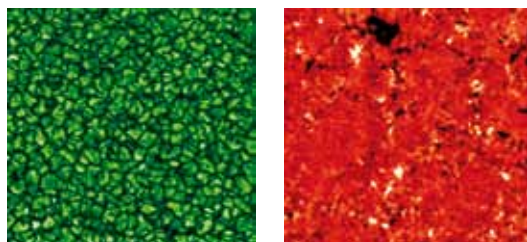
Entre febrero y abril se llevó a cabo la integración de IMaX en SUNRISE (Lindau). Posteriormente desde mayo se realizaron los ajustes y calibraciones necesarias para el vuelo en la base de ESRANGE en Kiruna (Suecia).

El día 8 de junio a las 8:30 UTC se realizó el lanzamiento de SUNRISE desde la base ártica de ESRANGE en Kiruna, tras algo más de cinco días de vuelo (137 horas de datos científicos) aterrizó en la isla canadiense de Somerset 22:45 UTC. Desarrollo detallado de la misión en lo que concierne a IMaX en <http://imaxsunrise.blogspot.com>

En diciembre se comprobó que la electrónica de IMaX estaba operativa tras recuperar el instrumento. El control del etalón funciona y los valores de los voltajes en el posicionamiento son nominales. En 2010 se realizará ensayos espectrofotométricos para determinar el deterioro de la calidad óptica.



Arriba: Lanzamiento de SUNRISE desde Kiruna (Suecia).
Abajo: Imagen y magnetograma obtenidos tras procesar las primeras imágenes.



ARQUEOASTRONOMÍA (310793)

J.A. Belmonte Avilés.
C. Esteban López y C. González García.

Colaborador del IAC: A. Aparicio Juan.

Y. Abd el Hadi, M. Shaltout (Helwan Obs., Egipto); L. Costa Ferrer (Independiente, España); J.L. Escacena (Univ. de Sevilla); M. Fekri (Univ. Minufiya, Egipto); O. González (Museo de la Ciencia y el Cosmos, Tenerife); M. Hoskin (Univ. de Cambridge, Reino Unido); D. Kolev (Inst. de Astronomía, Bulgaria); R. Mauricio (Historic Preservation Office, Micronesia); M.A. Molinero, A. Tejera (Univ. de La Laguna); S. Moret, J.L. Pérez Ballester (Univ. de Valencia); M.A. Perera (Cabildo de Lanzarote); R. Schlueter (UNED, España); M. Zedda (Soc. Archeofila Sarda, 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.

MEMORIA
IAC 2009

Hitos

Como resultado excepcional del proyecto de investigación arqueoastronómica llevado a cabo en Egipto, este año se ha publicado, por parte de la editorial del Consejo Supremo de Antigüedades de Egipto, el libro con el título "In Search of Cosmic Order: selected essays on Egyptian archaeoastronomy". Los editores científicos de la obra, y autores de la Introducción (Capítulo 1º), son J.A.

197

Belmonte Avilés y M. Shaltout. En él participan en varios capítulos miembros y colaboradores del Proyecto. La idea de este volumen surgió de las discusiones entre los editores en los primeros pasos de la Misión Hispano-Egipcia de Arqueoastronomía del Egipto antiguo, misión que se había puesto en marcha bajo los auspicios del Consejo Supremo de Antigüedades de Egipto y el soporte financiero del Ministerio de Educación y Ciencia (ahora Ciencia e Innovación) de España, a través de los proyectos de PNAYA "Orientatio ad Sidera" (OAS) I y II. Parecía lógico que el colofón perfecto para el desarrollo de la misión fuese la publicación de una monografía con los resultados una vez que el Proyecto hubiese avanzado substancialmente y casi hubiese cumplido los objetivos marcados.

Sin embargo, conforme evolucionaba el trabajo, fue evidente que los diferentes resultados que se iban obteniendo, y publicando, tendrían mucho más sentido si se situaban en el contexto más general de la Astronomía antigua egipcia. La organización del espacio sagrado, incluyendo la orientación de los edificios sacros, era desde luego un tópico muy relevante pero sería todavía más fascinante si se podía contextualizar en un marco más general de astronomía cultural que incluyese la orientación precisa en el tiempo, y la consecuente creación de un calendario, o el mapeado del cielo, factor que con seguridad ayudaría a entender lo que ocurría sobre el terreno. Desde luego, situar la investigación en un contexto historiográfico y cronológico adecuado también parecía necesario. Además, no se podía ignorar el hecho de que se tenía la esperanza de que este volumen fuera leído por una variedad de especialistas, estudiantes y público en general interesados en la Arqueoastronomía que podía no tener un conocimiento detallado de la historia egipcia. En consecuencia, lo que iba a ser en origen una monografía de una versión especializada de la arqueología del paisaje (entendiendo por éste tanto el dominio terrestre como el celeste) se ha convertido en una colección de ensayos seleccionados en una serie de tópicos diferentes pero totalmente complementarios.

El Capítulo 2 está escrito por el egiptólogo M. Fekri, miembro de la Misión Hispano-egipcia, y puede ser útil para la gente que tenga un conocimiento nulo o limitado de la historia del Egipto antiguo. Nuestro colega de la Universidad de La Laguna, el egiptólogo M.A. Molinero ha contribuido con el Capítulo 3º, donde presenta un acercamiento interesante y muy serio a la historiografía sobre la investigación arqueoastronómica en el Egipto antiguo, poniendo a los "piramidiotas" del siglo XIX en su justo lugar e investigando la evolución temprana de la disciplina en los siglos XIX y XX. El Capítulo 4º es el trabajo de uno de los editores, J.A. Belmonte Avilés, y presenta una hipótesis de trabajo sobre la creación y la evolución de uno de los mejores inventos de los antiguos egipcios, el calendario civil. El egiptólogo y cronólogo alemán R. Krauss incluyó amablemente en el volumen un ensayo técnico muy original, el Capítulo 5º, sobre el importante papel desempeñado por el estudio de antiguas fechas astronómicas, especialmente las lunares, para datar de forma precisa ciertos momentos de la historia egipcia. Éstas son sin duda la columna vertebral de la cronología egipcia, y por extensión de Oriente Medio, durante el Reino Nuevo y más allá. El Capítulo 7º es un pequeño ensayo donde se propone una arriesgada hipótesis de trabajo por parte de la ex-estudiante de egiptología N. Miranda y sus supervisores, J.A. Belmonte Avilés y M.A. Molinero, que se centra en la posibilidad de que el emblema de la diosa de la escritura y el cómputo de tiempo, Seshat, pudiera de hecho ser una representación muy esquemática de un antiguo instrumento de tránsito usado para orientar edificios sagrados en el contexto de la ceremonia del tensado de la cuerda. El núcleo del volumen es el Capítulo 8º, donde los editores junto a su colega M. Fekri explican cómo los antiguos egipcios organizaban el espacio y orientaban sus edificios persiguiendo el orden perfecto del Cosmos. Este ensayo viene seguido por un corolario, el Capítulo 9º, donde nuestro colaborador, y ahora miembro del Proyecto, C. González, junto a los editores estudian la orientación de las tumbas reales, y algunas privadas representativas, del Egipto antiguo,

contextualizando los resultados en el marco más general del capítulo anterior. El último ensayo es un trabajo que se consideró absolutamente necesario. Es el Capítulo 10º, escrito por el matemático italiano G. Magli y el IP del Proyecto, donde la famosa y controvertida teoría de la Correlación de Orión es situada en su justo lugar dentro de un contexto arqueoastronómico adecuado y sus posibilidades reales de ser correcta son analizados a fondo y evaluadas. Finalmente, el Epílogo de los editores resume la potencia de los argumentos, teorías e hipótesis propuestas en el libro, sugiere nuevos experimentos para el futuro y discute de manera breve algunos tópicos controvertidos que no han sido incluidos como ensayos independientes por motivos de espacio.

Adicionalmente, el volumen tiene dos apéndices. El primero incluye acercamientos cronológicos diferentes a la historia dinástica de Egipto, algunos de ellos ya tradicionales y de amplia referencia en la literatura egiptológica y otros muchos más modernos y revolucionarios. Se piensa que esta será una buena referencia para la gran mayoría de los lectores interesados. El segundo apéndice incluye el "corpus mensorarum" de los datos arqueoastronómicos de los templos de Egipto, información que puede ser útil no sólo para entender el Capítulo 8º, sino también como una fuente de información independiente para aquellos investigadores que puedan estar interesados. Finalmente, el libro termina con unas breves notas bibliográficas sobre los editores y el resto de coautores.

Evolución del Proyecto

Durante el año 2009 se ha continuado la labor desarrollada en la mayoría de las líneas de investigación abiertas en los años anteriores. Adicionalmente se han puesto en marcha nuevas e importantes líneas planeadas en el marco del Proyecto Orientatio ad Sidera II. También se ha acometido dos proyectos de envergadura como la participación en las actividades del Año Internacional de la Astronomía (incluidos los actos inaugurales y uno de los proyectos emblemáticos) y la organización del Congreso "From Alexandria to Al Iskandariya, Astronomy and Culture in the ancient Mediterranean and beyond".

Particularizando, se pueden destacar las siguientes líneas de trabajo llevadas a cabo a lo largo del año:

Ha seguido en marcha la línea de trabajo para el estudio arqueoastronómico de los monumentos de la civilización faraónica en Egipto y más allá, en colaboración con los astrónomos egipcios M. Shaltout e Y. Abd el Hadi y su compatriota el epigrafista M. Fakri, bajo el auspicio del Consejo Supremo de Antigüedades de la República Árabe de Egipto. Como elemento excepcional del Proyecto de investigación arqueoastronómica llevado a cabo en Egipto, este año se ha publicado, por parte de la editorial del Consejo Supremo de Antigüedades de Egipto, el libro titulado "In Search of Cosmic Order: selected essays on Egyptian Archaeoastronomy". Los editores científicos de la obra son J.A. Belmonte Avilés y M. Shaltout. En él participan en varios capítulos miembros y colaboradores del Proyecto. La colaboración este año también se ha formalizado en la organización del congreso anual de la SEAC, que con el nombre "From Alexandria to Al Iskandariya: Astronomy and Culture in the ancient Mediterranean and beyond" se llevó a cabo en Alejandría en el mes de octubre en colaboración con la "Bibliotheca Alexandrina" que ha sido el marco de la reunión.

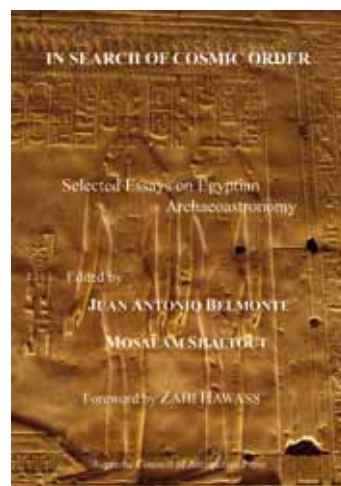


Imagen de portada del libro "In Search of Cosmic Order", que muestra la representación conjunta de las diosas gemelas Ma'at y Renpet en un bello relieve esculpido en el templo de Seti I en Abydos. Los reyes egipcios juraban en el momento de su ascensión al trono no alterar el año (rnpt) como uno de sus deberes para mantener el Orden Cósmico (mAat) en la Tierra. Fotografía de J.A. Belmonte Avilés.

En el año 2008 se había planeado llevar a cabo una campaña arqueoastronómica en Sudán con el fin de falsar los resultados obtenidos en el propio Egipto. Para ello se llegó a acuerdos con el Servicio de Arqueología sudanés. Sin embargo, dada la caótica situación política y social de este país, se decidió posponer sine die esta misión, llevándose a cabo a cambio una nueva campaña en Egipto en el mes de diciembre de 2008 en que se trabajó en yacimientos aislados o de difícil acceso que no pudimos incluir en anteriores misiones. A lo largo del año 2009 se ha llevado a cabo el proceso de reducción y análisis de esos datos que, junto a datos adicionales de los templos de Sudan obtenidos de la literatura y de imágenes de alta resolución de Google Earth (dada la imposibilidad de realizar una campaña in situ mencionada) ha permitido completar nuestra muestra de los templos egipcios y realizar un análisis comparativo con los sudaneses con resultados muy prometedores y extremadamente sugerentes que se encuentran actualmente en vías de publicación.

En el marco de la línea abierta en 2006 sobre el estudio de los monumentos megalíticos de Bulgaria en colaboración con D. Kolev se ha llevado a cabo a lo largo de este año el proceso de reducción y análisis de los datos obtenidos con resultados muy interesantes que muestran la existencia de un claro patrón de orientación que se ha tratado de explicar a la luz de las informaciones que se poseen sobre la cultura tracia. El resultado definitivo se está plasmando en un artículo que esperamos poder completar en breve para su envío a alguna revista especializada. Los estudios sobre la prehistoria europea se han completado con un análisis comparativo de diversos elementos de las culturas de la Península Ibérica en al Edad del Hierro donde se han analizado algunos yacimientos de época celta y los grabados rupestres del entorno gallego. El trabajo, llevado a cabo en colaboración M. García Quintela, de la Universidad de Santiago de Compostela, ha dado como resultado un artículo multidisciplinar que ha sido enviado para su evaluación a una revista especializada en temas antropológicos.

Este año se ha continuado de manera breve el trabajo en una de nuestra antiguas líneas de investigación, realizando trabajo de campo en la isla de Gran Canaria en colaboración con el investigador grancanario J.C. Gil, en coincidencia con el equinoccio de la primavera. El objetivo ha sido verificar el potencial astronómico de los Altos del Coronadero, uno de los yacimientos más singulares, aislados e inaccesibles de la Isla. El trabajo sigue en marcha.

Sin duda, unos de los proyectos más interesantes llevados a cabo este año ha sido el inicio del estudio arqueoastronómico de las civilizaciones anatolias, en particular del mundo hitita, una de las líneas de trabajo contempladas en el Proyecto OAS II. Para ello se llevó a cabo una campaña de prospección arqueoastronómica de tres semanas en Turquía en coincidencia con la fechas del solsticio de verano. En ella se visitaron más de una treintena de yacimientos arqueológicos de las culturas hititas, frigias y licias, entre otras, y se obtuvieron los datos de más de un centenar de alineaciones. En este momento se está de lleno en el proceso de reducción de esos datos y en los estudios complementarios que deben conducir a un completo y detallado análisis de los mismos. En primera instancia, se puede afirmar que los datos son muy buenos y muy variados y que han de ser muy útiles para entender la forma de ver y entender el Cosmos de las antiguas culturas anatolias.

El año 2009 ha sido el Año Internacional de la Astronomía (IYA2009) y los miembros de nuestro Proyecto se han involucrado en el en profundidad de múltiples y variadas formas. Por un lado se ha colaborado con varias iniciativas del nodo español. Una muy sugerente es que en la página Web del AIA, en el marco de un proyecto de doce entrevistas y doce temas de investigación, uno por mes, el mes de enero haya correspondido a la Arqueoastronomía. Por otro, el IP del Proyecto se ha integrado en el grupo de trabajo (WG) dedicado a lo largo de 2009 a plasmar la iniciativa "Astronomical World Heritage" (uno de los "cornerstone" del IYA) en el marco de una colaboración entre

la UNESCO y la IAU que deberá llevar a la publicación en 2010 de un estudio temático sobre el tema. Igualmente, el IP del Proyecto ha participado como ponente invitado en los actos de inauguración del IYA2009 en la UNESCO en París los días 15 y 16 de enero y del AIA2009 (su versión española) en Cuenca a mediados del mes de febrero. Como se puede apreciar en los diversos apartados de la producción científica, se han publicado artículos e impartido numerosos cursos, seminarios o conferencias que han tenido como referente el AIA, como por ejemplo la iniciativa “Una Universidad un Universo”, entre otros.

Por supuesto, a lo largo de 2009 los miembros del equipo han asistido, y presentado varias comunicaciones a varios congresos internacionales relacionados con la materia como el IAUS260 “The role of Astronomy in Society and Culture” en París en el mes de enero y a la reunión anual de la SEAC2009 que bajo el título “From Alexandria to Al Iskandariya: Astronomy and Culture in the ancient Mediterranean and beyond” se ha celebrado en Alejandría en el mes de octubre. El IP del Proyecto ha sido “convenor” del SOC de este último congreso por lo que la organización de este evento ha sido una actividad que ha requerido de forma adicional una importante dedicación.

CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS (7I2301)

C. Muñoz-Tunón.

A.M. Varela Pérez, J.A. Castro Almazán, P. Bonet Márquez, J. Rojas y S. Rueda Sáez.

Colaboradores del IAC: J.J. Fuensalida, M. Collados, J.M. Delgado, L.F. Rodríguez, H. Vázquez Ramío, B. García Lorenzo, A. Oscoz, J. Calvo y TOT's.

J. Vernin (Univ. de Niza, Francia), R. Rutten (ING, La Palma), S. Ortolani y C. Bertolin (Univ. de Pádua, Italia), M. Sarazin (ESO,

Alemania). Miembros del Proyecto NA2 de OPTICON y del WP12000 del Proyecto “ELT Design Study” del FP6.

Algunos resultados relevantes

Los resultados de la campaña de caracterización en la Degollada del Hoyo Verde manifiestan la excelencia óptica de esta región al suroeste del Observatorio, definiendo posibles áreas de expansión del mismo. Los valores del seeing son similares a los obtenidos en otros lugares del ORM en la última década, apuntando hacia una gran homogeneidad de calidad óptica en el mismo.

Los parámetros de turbulencia atmosférica proporcionados por el MASS-DIMM colocan al ORM en primera posición respecto a los otros enclaves competidores a albergar el telescopio E-ELT en los que respecta a seeing integrado, seeing de la atmósfera libre, ángulo isoplanático, y al parámetro $G_o = r_o^2 \tau_o \theta_o^2$ (relacionado con el espacio en el cual un fotón permanece coherente), siendo r_o el parámetro de Fried, τ_o el tiempo de coherencia y θ_o el ángulo isoplanático.

Se ha desarrollado el software de análisis estadístico de datos proporcionados por el MASS-DIMM para uso común de los miembros del WP12000 para la selección del sitio del telescopio E-ELT.

Se ha desarrollado el software del análisis estadístico de la meteorología en los cinco enclaves preseleccionados.

El IAC ha dispuesto un espacio para almacenar los datos proporcionados por los cinco enclaves seleccionados para albergar el telescopio E-ELT y que es de acceso restringido a los miembros del WP12000.

Se ha instalado una nueva estación astroclimática en el telescopio MAGIC consistente en una torre de 10 m con un DIMM y una estación meteorológica automática. El DIMM se opera remotamente. Se ha creado una interfase Web para visualizar los datos en tiempo real.

MEMORIA IAC 2009

201

Se ha dado apoyo logístico y técnico para la instalación y operación del LuSci de la ESO.

Se ha instalado una estación astroclimática en Las Moradas consistente en una torre de 5 m con una MASS-DIMM y una estación meteorológica automática. Los datos de la estación se visualizan on-line a través de la Web del Proyecto http://www.iac.es/site-testing/index.php?option=com_wrapper&Itemid=27. También opera remotamente y el suministro eléctrico lo aporta el telescopio GTC.

Se han creado logs a través de una plantilla Web donde los operadores aportan toda la información referente a las observaciones y registran otros datos necesarios para el cálculo automático del tiempo útil de observación.

Se ha realizado un estudio de medidas de vapor de agua a través de GPS. Las medidas combinadas GPS y radiómetros proporcionan una mediana de vapor de agua precipitable (PWV) de 3.79 mm, siendo menor que 2 mm en un 23% de los casos.

Se realizó un estudio comparativo de las medidas del seeing del RoboDIMM y del DIMM, encontrando una diferencia que se atribuye a un efecto de aliasing en las medidas del RoboDIMM como consecuencia de la baja sensibilidad por debajo de 0.6".

El 50% del tiempo nocturno en el ORM el vapor de agua se encuentra por debajo de 3.79 mm.

El vapor de agua precipitable presenta una clara variación estacional en el ORM. Invierno y primavera se muestran como las mejores estaciones en términos de vapor de agua, época en la que el vapor de agua está por debajo de 3 mm el 50% del tiempo.

Durante los meses de febrero, marzo y abril, el 60% del tiempo el vapor de agua no supera los 3 mm.

Comparando los resultados obtenidos para el ORM y Mauna Kea (Hawai, EEUU), se

puede deducir que por cada 10 horas de buenas condiciones para observaciones infrarrojas en Mauna Kea (vapor de agua < 3mm), el ORM presentará 8 horas de buenas condiciones en invierno y algo más de 7 horas en primavera.

El intervalo de tiempo promedio en el que el vapor de agua se mantiene estable por debajo de 3 mm es comparable en el ORM y Mauna Kea (unas 16 horas en el ORM y de ~24 horas en Mauna Kea), no superando en ninguno de los dos Observatorios más de una noche de observación.

Se ha realizado un estudio relativo a las tendencias de la temperatura en Paranal (Chile) y en el ORM en respuesta al artículo "The astroclimatological comparison of the Paranal Observatory and El Roque de Los Muchachos". Monthly Notices of the Royal Astronomical Soc., 399-2, p.783-793. 10/2009 (Lombardi, G.; Zitelli, V.; Ortolani, S.), concluyendo que el calentamiento decadal para ORM de $\sim 1.0 \pm 0.3$ °C/10yr, se logra reproducir el resultado, con un filtrado de datos espúreos, obteniendo $\sim 0.94 \pm 0.4$ °C/10yr. Lo que ya implica un 42% de error.

Participación en foros científicos

Se han mantenido reuniones periódicas en Niza (Francia) y en el IAC con los miembros del Site Testing Working Group para el telescopio E-ELT.

Participación en el "SPIE Remote Sensing 2009", celebrado en Berlín (Alemania) en el mes de septiembre, con dos charlas: "Statistical behavior of atmospheric turbulence at the Teide Observatory" y "Estimation of adaptive optics parameters from wind speed: results for the Teide Observatory"; y tres pósters: "Monitoring of geological activity on astronomical sites of the Canary Islands, Hawaii, and Chile", "Characterization of the distribution of water vapour for DInSAR studies on the volcanic island of Tenerife, Canary Island" y "Precipitable water vapour content above the Roque de los Muchachos Observatory from GPS estimations".

Participación con una charla invitada titulada "The Canary Islands Astronomical Observatories: Europe's own natural RI resource for attracting young scientists and engineers" en la Conferencia Europea sobre Research Infrastructure, celebrada en Praga (República Checa).

Intervención periódica en las reuniones de los subcomités del CCI SUCOSIP (de site-testing) y en el OSC (de operaciones).

Actividades de formación y divulgación

Se ha respondido a consultas requeridas por grupos externos relacionados con la caracterización de sitio y se ha dado apoyo y respuesta a otros colectivos a través del Gabinete del IAC y de la prensa.

Colaboración con RTV Canaria en la retransmisión desde el ORM de la inauguración del telescopio GTC.

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 Universidad de La Laguna.

Participación en las actividades organizadas con motivo del Año Internacional de la Astronomía 2009, impartiendo 4 conferencias sobre Mujeres en Astronomía en Tenerife, Gran Canaria, La Palma y la Gomera y en el ESAC de Madrid.

Se impartió un curso de Mujeres en Astronomía S XX en la Facultad de Filosofía de la Universidad de La Laguna.

Se ha intervenido en uno de los capítulos de Mujeres en las Estrellas, un programa de la UNED en la 2 de TVE (<http://www.astronomia2009.es/>).

Se han impartido cuatro monográficos de Iniciación a la Astronomía en el Centro de Menores de Valle Tabares y en el centro femenino de menores de Güimar.

Se han impartido varias conferencias de divulgación en otros centros educativos de

la isla relacionadas con el Cielo de Canarias y con el Universo desde Canarias.

Web del Proyecto: <http://www.iac.es/site-testing/>

Evolución del Proyecto

Este año se continuó con la campaña de caracterización en Degollada del Hoyo Verde (DHV), al suroeste del telescopio GTC, dentro del proyecto de selección de sitio para albergar el E-ELT. La campaña para el telescopio E-ELT se desarrolló entre abril de 2008 y mayo de 2009. Las medidas de seeing se realizan con un instrumento que es un híbrido de un Multi-Aperture Scintillation Sensor y un Differential Image Motion Monitor (MASS-DIMM) instalado en la DHV desde principios de 2008. Medidas sistemáticas se realizan con un instrumento idéntico en los otros cuatro enclaves preseleccionados para albergar el futuro telescopio E-ELT, que son Ventarrones (Andes chilenos), Macón (Andes argentinos) y Aklim (Anti-Atlas, Marruecos). El MASS-DIMM fue calibrado utilizando el DIMM prototipo del IAC.

Junto al MASS-DIMM disponemos de una estación meteorológica automática (AWS), operativa en la DHV desde 2002, que monitoriza los parámetros meteorológicos estándar, proporcionando datos en tiempo real a través de la Web del Proyecto http://www.iac.es/site-testing/index.php?option=com_wrapper&itemid=27.

En junio se elaboró un informe en colaboración con el Site Testing Working Group para selección de sitio del telescopio E-ELT, con los resultados obtenidos en estos 4 enclaves (incluyendo también el Observatorio del Teide - OT para la meteorología). Este informe es presentado al Advisory Committee en Niza (Francia) en el mes de octubre. De los resultados presentados se decide mantener las campañas de caracterización en Ventarrones (Chile) y en el ORM.

En octubre se traslada todo el equipo de la DHV una zona del ORM conocida como Las Moradas, a 300 m al Oeste del telescopio GTC.

Asimismo, y bajo petición de la ESO, se propone una campaña de prospección astronómica en el telescopio MAGIC. Se requiere un DIMM en torre de 10 m. Se decide utilizar el DIMMA de Las Lajitas y construir esta nueva torre. Mientras tanto, se instala el DIMM prototipo en la azotea de la sala de control del telescopio MAGIC. ESO envía en agosto un Lunar Scintillometer (LuSci), instrumento para medir la turbulencia en capa baja (< 150m), que se instala próximo al DIMM en el telescopio MAGIC. A finales de octubre ya está el DIMMA operativo sobre una torre de 10 m y desmontamos el DIMM de la azotea.

Desde 2004 estos trabajos se gestionan y coordinan a partir de una Red de Cooperación Internacional (Co-ordination and Integration of ENO facilities) dentro de Optical Infrared Co-ordination Network for Astronomy (OPTICON), en particular actividades de investigación y nuevas técnicas innovadoras relacionadas con el site testing para telescopios gigantes o Extremely Large Telescopes (ELT) se conducen desde un proyecto denominado Joint Research Activity: Site Characterisation of the Canarian Observatories.

Esta Red pretende básicamente hacer disponible la información entre todos los participantes y posibilitar medidas coordinadas de los parámetros asociados a la caracterización astronómica de los Observatorios: seeing y perfil vertical de turbulencia C_N^2 (necesario para implementar técnicas para compensar los efectos en la degradación de la imagen), meteorología, sismicidad, porcentaje de noches fotométricas, vientos troposféricos, aerosoles, nubes, vapor de agua, ozono, etc.

Los miembros del grupo participan activamente en el proyecto del “ELT Design Study” bajo el marco del FP6 y en subcomités (Site Properties & Operation) del Comité Científico Internacional (CCI).

Campaña de prospección astronómica para el telescopio E-ELT

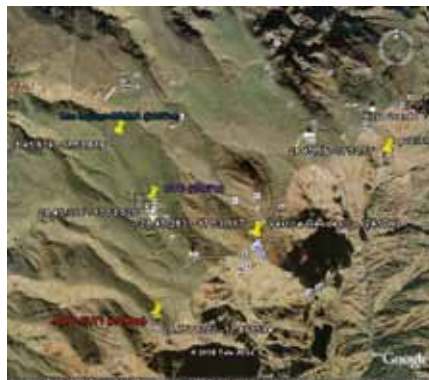
Ha continuado la campaña de caracterización en Degollada del Hoyo Verde (DHV), al suroeste del telescopio GTC, donde estamos desde 2002. Este lugar ha sido preseleccionado para la búsqueda del mejor enclave para albergar un futuro giga telescopio europeo (42 m) o E-ELT. Las medidas y resultados de análisis obtenidos no son aún públicos pero posicionan al ORM en muy buen lugar en el ranking, obteniendo los valores más bajos de seeing (integrado y de la atmósfera libre), y mayores valores de ángulo isoplanático.

Durante el 2008 la mayor parte del esfuerzo ha estado dirigido a la adquisición y reducción de datos de los sitios candidatos (Ver Figura 1). Las primeras medidas con el MASS-DIMM en el ORM datan del 24 de abril de 2008 en la zona designada en el mapa de la Figura 2 como DHV-EELT1.

Figura 1. Sitios seleccionados: en azul, los lugares de referencia; en amarillo, los sitios nuevos para ser comparados con los de referencia; y en rojo, un lugar fuera del propósito del WP12000 pero bajo caracterización por los equipos del Site testing Working Group.



Figura 2. Abajo: Mapa de localización de la Degollada del Hoyo Verde en el ORM (izquierda) y panorámica aérea del Observatorio (derecha).



En la Tabla 1 se muestran las coordenadas geográficas y altitud de los sitios candidatos.

Site	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Aklim	30 07 38 N	8 18 31 W	2350
ORM	28 45 00 N	17 53 10 W	2346
Izaña	28 18 00 N	16 30 35 W	2375
Macon	24 37 31 S	57 19 41 W	4653
Ventarrones	24 37 57 S	70 25 00 W	2837

Tabla 1. Latitud, longitud y altura de los cinco sitios candidatos.

Los parámetros relevantes a medir son:

Perfiles de turbulencia óptica
 Turbulencia óptica integrada
 Climatología del perfil de viento
 Contenido de vapor de agua
 Extinción atmosférica
 Nubosidad
 Polvo
 Densidad de sodio
 Deformación de suelo, topología y propiedades geofísicas
 Sismicidad

Los resultados de la campaña se recogen en el documento ELT-TRE-UNI-12000-0002, junio 2009. En el OT - Izaña no se instaló un MASS-DIMM, así que sólo se proporcionaron datos de la meteorología.

- Óptica atmosférica

En la Figura 3 mostramos la frecuencia acumulada del seeing global en Aklim, ORM, Macon y Ventarrones (izquierda) y a la derecha la tabla con el resumen de la estadística (h_{obs} es el número de horas observadas).

Figura 3. Frecuencia acumulada del seeing global en Aklim,



ORM, Macon y Ventarrones (izquierda) y tabla con el resumen de la estadística (derecha).

Site	ϵ (as)	θ_0 (as)	T_0 (ms)	G_0 (m2 s as2)	r_0 (cm)	ϵ free (as)	ϵ_{BL} (as)
Aklim	1.00	1.29	3.53	0.05	10.10	0.52	0.77
ORM(*)	0.80/72	1.93/1.9	5.58/5.6	0.38/0.44	12.71/14.04	0.31/0.32	0.65/0.58
Macon	0.87	1.37	3.37	0.10	11.56	0.66	0.51
Ventarrones	0.91	1.96	4.90	0.26	11.12	0.55	0.60

Tabla 2. Mediana de los parámetros característicos de óptica atmosférica en los cuatro enclaves monitorizados con un MASS-DIMM. (*) Los valores de la derecha se obtuvieron al ampliar la base del ORM hasta octubre 2009.

En la Tabla 2 se presentan los valores de la mediana de los parámetros globales.

Siendo G_0 un parámetro directamente proporcional al parámetro de Fried, al ángulo isoplanático y al tiempo de coherencia; ϵ es el seeing global; ϵ_{free} y ϵ_{BL} son el seeing de la atmósfera libre (desde ~500m hasta el final de la atmósfera) y de la capa ligada (5-500m) respectivamente. r_0 es el parámetro de Fried; T_0 es el tiempo de coherencia de la turbulencia en milisegundos; y θ_0 es el ángulo isoplanático (en segundos de arco).

Destacamos que el bajo valor del seeing de la atmósfera libre obtenido en el ORM implica que la mayor parte de la turbulencia (en torno al 70%) está concentrada en la capa baja, lo que explica el alto valor del ángulo isoplanático y posiciona al ORM como el mejor enclave para la aplicación de técnicas de Óptica Adaptativa.

Este resultado es compatible con los obtenidos en campañas anteriores usando otros instrumentos (globos sonda, mástiles meteorológicos equipados y SCIDAR) por miembros del equipo (Vernin & Muñoz-Tuñón, 1992 y 1994; Fuensalida et al., 2004).

Medidas sistemáticas de parámetros meteorológicos

Los parámetros meteorológicos: temperatura del aire y la humedad relativa a 2 m del suelo, velocidad, dirección y ráfagas de viento a 10 m, presión barométrica, presión de vapor, temperatura de suelo y subsuelo, pluviosidad, etc. se han registrado continuamente a razón de un dato por minuto.

Los ficheros de datos, gráficas y estadísticas están disponibles en <http://www.iac.es/project/sitestesting/site.html> en "Statistics

and Data” - Meteorology. Un enlace Web permite obtener un display de las medidas de meteorología en tiempo real <http://www.iac.es/proyect/sitestig/onlinepro/wstation.html>. A su vez, los datos se transfieren a una plantilla Web para ser utilizada en la miniview del ORM (<http://catserver.ing.iac.es>) y a una base de datos del IAC.

En la Figura 4 mostramos el valor medio de la temperatura del aire en los diferentes enclaves. La barra de error indica la desviación estándar de la media. Se observa una importante dependencia estacional en el ORM, Izaña y Aklim. En Macon apenas alcanza valores positivos de temperatura en los meses de verano (diciembre-abril). En Ventarrones se aprecia poca dependencia estacional.

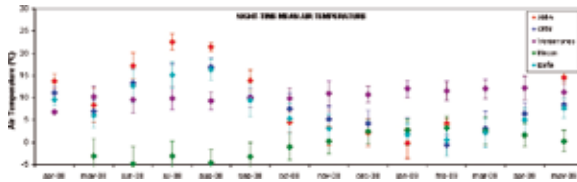


Figura 4. Valor medio mensual de la temperatura en los cinco enclaves preseleccionados. Las barras de error indican la desviación estándar de la media.

En la Tabla 3 se muestra la estadística de la humedad relativa (%), día y noche separadamente, en cada uno de los sitios analizados.

El viento es un parámetro importante por su directa relación con la turbulencia.

En la Tabla 4 se compila la estadística de la velocidad de viento (m/s) en los cinco lugares analizados (día y noche separadamente).

El sensor de viento está situado a 10 m de altura en todos los sitios excepto en Aklim que está a 2 m.

En la Figura 5 se muestra el histograma y la frecuencia acumulada del viento nocturno en el ORM y Ventarrones.

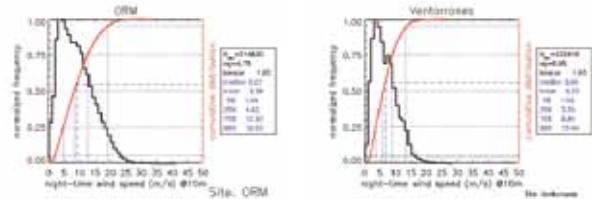


Figura 5. Función de distribución estadística y frecuencia acumulada de la velocidad del viento nocturno en el ORM y Ventarrones.

En la Figura 6 se presenta la rosa de viento diurna y nocturna en el ORM. Se aprecia una clara diferencia entre ambas, más acusada en lugares de abrupta orografía, como el ORM. La componente dominante diurna es W (Oeste) y SE y la nocturna es N-NNE.

Campaña de prospección astronómica en MAGIC y en Las Moradas

En agosto 2009 la ESO envía al ORM un medidor del centelleo lunar (Lunar Scintillometer o LuSci) y un operador para su manejo.

Lugar	mediana		media		dev.std		min		max		nacc	
	día	noche	día	noche	día	noche	día	noche	día	noche	día	noche
Aklim	25	27	31,22	33,93	20,29	23,41	0	0	92	93	25269	24118
ORM	23,06	21,45	36,38	35,4	31,5	32,81	0	0	100	100	229922	224865
Ventarrones	15	13	18,87	18,38	14,26	15,94	0	0	94	93	218843	225597
Macon	14	21	19,97	26,72	17,75	20,34	1	1	100	100	231560	225706
Izaña	28	29	39,47	40,67	30,47	32,43	0	0	100	100	23956	22302

Tabla 3. Estadística de la humedad relativa (%) en los cinco enclaves preseleccionados para el telescopio E-ELT. Nacc indica el número de datos.

Lugar	mediana		media		dev.std		min		max		nacc	
	día	noche	día	noche	día	noche	día	noche	día	noche	día	noche
Aklim	6,39	6,14	6,76	6,49	3,41	3,47	0,08	0,08	26,25	30,53	23715	20397
ORM	6,38	8,22	7,6	8,96	4,83	5,37	0,02	0,02	44,23	40,57	223849	214830
Ventarrones	7,4	5,9	7,81	6,53	4,22	3,79	0,1	0,1	29,8	27,7	217332	223618
Macon	10,9	11,5	13,92	12,7	10,26	7,55	0,1	0,1	62	62,6	231416	225996
Izaña	3,4	3,8	3,96	4,22	2,37	2,33	0,1	0,1	16,6	14,4	21671	18227

Tabla 4. Estadística de la velocidad del viento (m/s) día y noche separadamente en los cinco lugares analizados para el telescopio E-ELT.

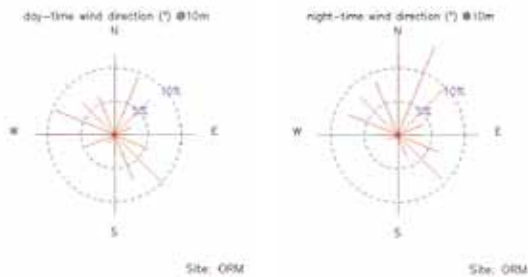


Figura 6. Rosa de viento diurna y nocturna en el ORM (en la Degollada del Hoyo Verde).

Uno de los lugares escogidos por miembros de la ESO para la ubicación del telescopio E-ELT en el ORM fue la zona del telescopio MAGIC, de modo que el LuSci se instaló próximo a la sala de control del telescopio MAGIC. El LuSci sólo opera en las noches de luna llena (contrariamente a MAGIC). Se decide montar un DIMM en una torre de 10 m en esta zona, mientras se construye e instala dicha torre, colocamos un DIMM en la azotea de la sala de control (a 3 m de altura, aunque fuertemente afectado por efectos locales como se pudo comprobar en un estudio posterior).

En noviembre se finaliza la construcción de la torre y se puso en marcha un DIMM.



Figura 7. Izquierda: Torre con DIMM y mástil meteorológico, ambos de 10 m de altura, en la zona de MAGIC.

Figura 8. Derecha: imagen panorámica de las Moradas. En la torre de 5 m se encuentra el MASS-DIMM. La cúpula es de ASTELCO. La caseta fue fabricada por Jiménez-Cortabitarte (Soria) y es donde se almacenan los equipos de control.

Por otra parte, el IAC decide muestrear una zona próxima al telescopio GTC como área de interés para poder albergar el telescopio E-ELT. En octubre 2009 se desmonta la estación astroclimática de la DHV (MASS-DIMM+ torre de 5 m y estación meteorológica) y se traslada a una zona conocida como Las Moradas, a 300 m al Oeste del telescopio

GTC. La Figura 8 muestra una panorámica de esta estación y la Figura 9 muestra el MASS-DIMM sobre la torre de 5 m en Las Moradas.

El estudio preliminar de las características del seeing en MAGIC y Las Moradas apunta hacia una gran similitud entre ambos.

Para la operación de estos instrumentos se ha contado, desde mayo 2009, con el total apoyo de los técnicos del OT, de manera que se observa todas las noches.



Figura 9. MASS-DIMM y cúpula desplegada en la torre de Las Moradas. Al fondo, en primer plano, el telescopio GTC y en segundo plano, el telescopio NOT.

Columna de vapor de agua en el ORM

Los estudios de prospección de la calidad infrarroja del Observatorio del Roque de los Muchachos realizados entre 1996-1998 y 2000-2002 por GRANTECAN S.A. revelaban una frecuencia de noches óptimas para la observación infrarroja mayor que la que se espera para un observatorio a la altura y localización geográfica del ORM. Estos trabajos apuntaban también al sistema de posicionamiento global, GPS, como una técnica muy prometedora para evaluar estadísticamente la calidad infrarroja (IR) de los observatorios y su uso para la implantación de observaciones por colas con el fin de optimizar el tiempo de uso de los telescopios. El Instituto Geográfico Nacional tiene instalada permanentemente en el ORM (junto a la zona de talleres y oficinas en la trasera de la Residencia) una estación GPS desde mayo 2001. Para la extracción del contenido de vapor de agua en la atmósfera a través de la técnica GPS se requiere la recopilación y procesado de una red de estaciones GPS (no sólo de la

situada en el Roque de los Muchachos) para minimizar los errores de la técnica y calcular de las medidas GPS el retraso troposférico de la señal sobre el observatorio del que se deriva el vapor de agua precipitable. En marzo de 2009 identificamos una empresa local, "Soluciones Avanzadas Canarias S.L." (SAC) que podría realizar la selección y procesado de los datos GPS. Esta empresa realizó un informe preliminar a coste cero y trabajamos con ella para obtener la serie temporal de vapor de agua para el periodo comprendido entre junio 2001 y diciembre 2008. Posteriormente se amplió la serie hasta diciembre de 2009. En el mismo paquete de trabajo, se incluyó la obtención de las estimaciones de vapor de agua para una estación GPS situada a 4 km del observatorio de Mauna Kea (Hawai, EEUU) para poder comparar los resultados derivados de una misma técnica y metodología.

El análisis estadístico de la serie temporal de vapor de agua precipitable obtenida para el ORM confirmaba los resultados de las campañas de prospección, encontrándose que el 53% del tiempo nocturno durante el invierno y la primavera presenta condiciones excelentes para realizar observaciones IR de alta calidad (García-Lorenzo et al. 2009, SPIE, 7475, 42). Los primeros resultados de este estudio fueron presentados en la sesión "*Remote Sensing of Clouds and the Atmosphere XIV*" del congreso "*SPIE Remote Sensing 2009*" celebrado en Berlín (Alemania) en septiembre de 2009. Posteriormente, se profundizó en el análisis de los datos de vapor de agua para el ORM y se realizó el análisis de la serie temporal de vapor de agua obtenida para Mauna Kea (Hawai, EEUU) utilizando la misma metodología. De este trabajo se ha derivado un artículo que ha sido aceptado para su publicación en la revista *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.* Las conclusiones más relevantes del estudio realizado sobre el vapor de agua en el ORM y la comparación realizada con Mauna Kea, utilizando datos obtenidos con la misma técnica y utilizando la misma metodología para su procesado y análisis se resumen en los hitos.

Destacar que en el 50% del tiempo nocturno en el ORM el vapor de agua se encuentra por debajo de 3.79 mm y que presenta una clara dependencia estacional, siendo invierno y primavera las mejores estaciones en términos de vapor de agua, época en la que el vapor de agua está por debajo de 3 mm el 50% del tiempo.

Se recopilaron las estimaciones de vapor de agua de 13 observatorios (u observatorios potenciales) en todo el Mundo derivadas con distinto tipo de técnicas de teledetección. En varios casos, se ha encontrado estimaciones de vapor de agua obtenidas con distintas técnicas para un mismo observatorio. La conclusión de esta compilación de datos ha sido que cada técnica tiene sus ventajas e inconvenientes y que no se puede realizar la comparación de los diferentes sitios si no se dispone de estimaciones derivadas de la misma técnica, e incluso, en el mismo periodo de tiempo.

Estudio del gradiente de temperatura en el ORM

La publicación en las páginas de la ESO de un gráfico comparando hipotéticos aumentos decadales de temperatura para ORM y Paranal (Chile), sirve de aviso a lo que se publicará en *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.* (Lombardi et al., MNRAS, 399-2 10/2009), algunos meses después: un gradiente de temperatura muy elevado para el ORM que merece un análisis detallado. Se llevan a cabo las acciones pertinentes para tratar de reproducir el resultado, para lo que se obtienen los mismos datos originales desde las páginas del Carlsberg Meridian Telescope. Tras analizar en detalle los datos se logra reproducir el resultado presentado por Lombardi et al. y se constata el bajo rigor de los cálculos y resultados publicados, que no incluye el filtrado de valores espúreos, fuera de rango, etc.

Se elabora la nota técnica "Concerning the astroclimatological comparison of the Paranal Observatory and El Roque de los Muchachos Observatory (temperaturte

trends)”; Castro-Almazán, Muñoz-Tuñón and Fuensalida. Las conclusiones de la nota se resumen en los siguientes puntos:

- Tras analizar los resultados presentados por Lombardi et al. de un calentamiento decadal para ORM de $\sim 1.0 \pm 0,3$ °C/10yr, se logra reproducir el resultado, con un filtrado de datos espúreos, obteniendo $\sim 0.94 \pm 0,4$ °C/10yr. Lo que ya implica un 42% de error.

- Tras comparar estos resultados con los publicados en foros especializados en cálculos de tendencias de cambio climático, incluyendo los de la serie de la zaña desde 1916, con gradientes de entre 0,12 y 0,15 °C/10yr, se evidencia lo significativamente elevado del valor presentado por Lombardi et al.

- Se hace notar que Lombardi et al., tras obtener un valor promedio de temperatura para cada año contenido en la serie, realizan su ajuste sin tener en cuenta las fluctuaciones estadísticas de cada punto. La necesaria inclusión de las mismas, rebaja el gradiente a ~ 0.77 °C/10yr, pero aumenta el error a $\pm 1,7$ °C/10yr, es decir, un 220%.

- Asumiendo que, si el gradiente calculado corresponde en efecto a una tendencia climática, la variación del año de partida de la serie no debería afectar relevantemente al resultado, se somete esta hipótesis a un análisis de significancia estadística sobre la serie reproducida de Lombardi et al. La probabilidad de que la hipótesis se cumpla no llega a $1e-11$, de donde se concluye que la significancia estadística del resultado, en tanto que tendencia climática, es nula.

- Se discute la importancia de contar con series de datos suficientemente largas para poder establecer estándares climáticos. Se constata que, en comparación con los criterios de la World Meteorological Organization, nuestra serie de trabajo es 10 años más corta y con sólo 8 de los 20 años incluidos cumpliendo las exigencias de continuidad. En el caso del establecimiento de tendencias climáticas, como es nuestro caso, los requerimientos son aún más estrictos.

- Se pone de manifiesto, así mismo, la importancia de contextualizar cada dato, más aún en una situación de carencia de los mismos, en donde el peso de cada punto aumenta. Por ejemplo, tan solo con la sustitución del valor correspondiente al año 1989, año atípico en todas las series climáticas del Planeta, por un promedio de sus vecinos 1988 y 1990, disminuye el gradiente de temperatura en más de un 25%, a pesar de que la significancia estadística del valor sigue permaneciendo extremadamente baja.

Compendio de tiempo útil en el ORM

Se llevó a cabo, en colaboración con todas las instituciones usuarias del ORM (miembros del CCI) la elaboración de un compendio del tiempo útil que se recoge en: http://www.iac.es/site-testing/index.php?option=com_content&task=view&id=98&Itemid=104.

La fracción de fracción de tiempo despejado que proporcionan los satélites es el 83.7% (Erasmus & van Rooyen, 2006). Este valor puede resultar sobrestimado si se compara con el promedio de 76% que proporcionan los telescopios, pero esto se debe a que en los límites de operación telescópicas influyen otras cuestiones sujetas a los criterios de operación de los telescopios que son diferentes según los observatorios y por tanto, sin un análisis detallado de los parámetros que rigen esa operación no es posible una comparación rigurosa con otros observatorios.

Acciones conjuntas para medir los perfiles de turbulencia y de viento; medidas con g-SCIDAR.

Ver el Proyecto de Alta Resolución Espacial en esta Memoria.

**MEMORIA
IAC 2009**

209

ASTROFÍSICA DE PARTÍCULAS (3I2803)

R.J. García López.

A. Herrero Davó, J.M. Rodríguez Espinosa, M. Gaug, J.G. Pochon, M.T. Costado Dios, A. Diago Ortega y J. Becerra González.

S. Ting (MIT, Cambridge, EEUU); M. Aguilar Benítez de Lugo, J. Berdugo Pérez, C. Delgado Méndez, C. Díaz Guinzo, C. Mañá Barrera, M. Mollá (CIEMAT, Madrid); J. Cortina (IFAE, Barcelona); D. Torres (IEEC, Barcelona).

Introducción

AMS es un detector de partículas diseñado para operar en el espacio, a bordo de la Estación Espacial Internacional. Se espera que esté operativo a partir de julio de 2010 durante al menos tres años, para realizar un estudio de alta precisión y estadística del espectro y la composición de los rayos cósmicos primarios en un amplio rango de energía, así como buscar antimateria primordial y materia oscura de forma indirecta.

El diseño y construcción de AMS es responsabilidad de una colaboración internacional, liderada por el Premio Nobel de Física Samuel C.C. Ting (Massachusetts Institute of Technology), 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, Rumania, Rusia, Suiza y Taiwán.

Dentro del experimento AMS, colaboramos 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, y se ha llevado a cabo también la fabricación de armarios de electrónica para el mismo.

Por otra parte, el IAC participa en la producción de datos Monte Carlo para

la colaboración AMS, así como en el desarrollo de las herramientas necesarias de calibración y monitorización del detector. De igual modo trabajamos en el 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 localizados en el Observatorio del Roque de los Muchachos, diseñados para medir la radiación Čerenkov asociada a cascadas atmosféricas producidas por rayos gamma de muy alta energía y localizados en el Observatorio del Roque de los Muchachos.



Hitos

Entre los resultados obtenidos a lo largo de este año, cabe destacar la completa integración del experimento AMS en el CERN, incluido el imán superconductor. Éste ha sido un paso fundamental para posibilitar su lanzamiento en julio de 2010. Algunos de los miembros del Proyecto en el IAC han participado en estas actividades, así como en la puesta a punto de las pruebas con haces de partículas que se llevarán a cabo sobre el experimento.

Por otra parte, en abril de 2009 comenzó a funcionar el telescopio MAGIC II, que ya opera en modo “estéreo” junto a su predecesor MAGIC I. Miembros del Proyecto han participado en las labores de puesta a punto de este segundo telescopio.

MEMORIA
2009 IAC

210

Desde el punto de vista científico, merece especial atención el artículo publicado por la Colaboración MAGIC (junto con HESS, VERITAS y VLBA) en la revista *Science* titulado "Radio Imaging of the Very-High-Energy γ -Ray Emission Region in the Central Engine of a Radio Galaxy", en el que se ha descubierto la localización exacta de la región de aceleración de partículas en la vecina radiogalaxia gigante Messier87.

Evolución del Proyecto

A lo largo del año 2009 se ha continuado desarrollando la labor en el seno de las dos colaboraciones internacionales en las que participamos.

En AMS se ha seguido produciendo simulaciones Monte Carlo para la colaboración, y se ha continuado el desarrollo del software de separación isotópica del detector RICH. Entre otras cosas, se han realizado simulaciones de la interacción entre partículas como primer paso en el estudio de las fragmentaciones de los núcleos que ocurren en el interior del detector, que constituyó el trabajo de iniciación a la investigación del Master de Astrofísica de A. Diago.

En 2009 se renovó con éxito el proyecto del Plan Nacional de Espacio que financia la mayor parte de las actividades del IAC en AMS.

A finales de 2009 se ha completado la integración del experimento AMS en el CERN, incluido el imán superconductor, y se ha planeado su lanzamiento para julio de 2010.

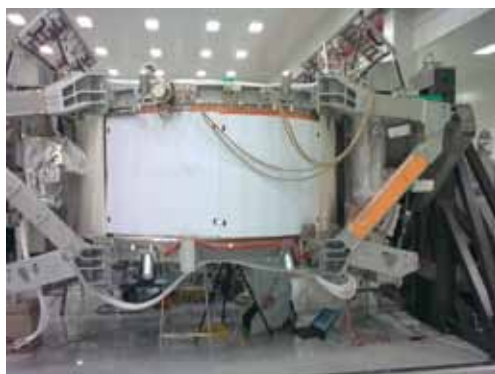


Imagen de AMS durante el proceso de integración en el CERN.

J. Pochon ha participado en tareas de puesta a punto del *test beam* de AMS en el CERN aunque, debido a retrasos en la puesta a punto del imán superconductor del experimento, estas pruebas han sido postergadas hasta febrero de 2010.

En abril de 2009 se llevó a cabo la ceremonia de Primera Luz del telescopio MAGIC II. Se trató de un acto sencillo en el que se recordó al fallecido F. Göebel, en cuyo honor se han nombrado los telescopios MAGIC.

J. Becerra participó en las labores de commissioning de MAGIC II, así como en observaciones regulares de MAGIC I. También J. Pochon ha realizado observaciones con dicho telescopio.

J. Pochon y A. Diago se han incorporado como miembros a la Colaboración MAGIC, en el seno de un nuevo grupo de investigación de la misma dedicado al estudio de los rayos cósmicos haciendo uso de estos telescopios.

M. Gaug dejó su puesto de investigador postdoctoral en el Grupo de Astrofísica de Partículas del IAC en agosto de 2009. Será sustituido a principios de abril de 2009 por K. Berger.

R. Clavero, estudiante Séneca en la Universidad de La Laguna, realizó su trabajo de fin de carrera bajo la dirección de R.J. García López y M. Gaug, obteniendo la calificación de Sobresaliente. En el trabajo se estudió la posibilidad de mejorar la separación gamma/hadrón en los datos de MAGIC utilizando los pulsos secundarios.

M. Costado defendió su tesis doctoral, la primera hecha en el seno de este Proyecto en el IAC, el pasado mes de octubre.

**MEMORIA
IAC 2009**

211

El IAC se ha unido formalmente a la iniciativa CTA (Cherenkov Telescope Array) y se ha publicado la convocatoria de una plaza postdoctoral que se cubrirá a principios de 2010.

Se participó en todas las reuniones regulares de las colaboraciones AMS y MAGIC durante 2009.

OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES TELESCÓPICAS DEL IAC (3I1101)

A. Oscoz Abad.

L. Chinarro Fuentes, S. López González-Coviella, A. Pimienta de la Rosa, E. Curras Rivas, N. de Armas Gutiérrez, M.C. Díaz Martín, I. Ribot Hernández, S. Rodríguez Llano, P. Bonet Márquez, J. Rojas Peña, R. Barrena Delgado, J. García Rojas, P. Montañés Rodríguez y C. Zurita Espinosa.

Colaboradores del IAC: G. Gómez Velarde, P. Rodríguez Gil y J.M. González Pérez.

Introducción

Los investigadores, tanto los del Instituto de Astrofísica de Canarias como los de la comunidad astrofísica internacional, tienen acceso privilegiado a multitud de instalaciones científicas en los dos Observatorios de las Islas Canarias. La calidad y cercanía de dichas instalaciones, así como la calidad del cielo, les permite realizar actualidad, tales como INTEGRAL en el telescopio WHT, TIP o TIP-II en los telescopios VTT y GREGOR, CAIN-3 y FastCam en el telescopio TCS, CAMELOT en el telescopio IAC-80, etc. 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 (contribuciones de primer nivel a la investigación científica).

grupos: el complejo CMB, el laboratorio solar y los pequeños telescopios y experimentos (EAST, EARTHSHINE, PASS, DIMMA, MASS-DIMM, DIMM, etc.).

Teniendo en cuenta esta variedad de instalaciones, los principales objetivos que se buscan son tres:

1. Lograr que las instalaciones funcionen de forma correcta durante los períodos disponibles para la comunidad astrofísica internacional.
2. Adaptación continua de las instalaciones a las nuevas tecnologías y realización de mejoras que proporcionen a los astrónomos un entorno de trabajo más amigable.
3. Maximizar el beneficio obtenido por los astrónomos usuarios de las ITE.

Hitos

800 horas de programas rutinarios y de servicio en el OT y 50 programas realizados en el ORM.

Los Técnicos de Operaciones Telescópicas (TOT) comienzan a dar servicio en el ORM dentro del programa de Calidad del Cielo. Ellos y los Técnicos de Calidad del Cielo (TCC) consiguen que se observe todas las noches, ayudando activamente en la puesta a punto de los instrumentos.

FastCam es ya un instrumento de uso común en el telescopio TCS. Durante 2009 se crea un nuevo software de control mucho mejor que el anterior, se termina el diseño de la nueva optomecánica y se mejora el software de reducción de los datos.

Mejora total de la interfaz de usuario de CAMELOT, con nuevas aplicaciones y soluciones a la mayor parte de los problemas.

Multitud de nuevos manuales, páginas Web y procedimientos en inglés y en español.

Aumenta el número de cursos de formación y de seguridad que recibe el personal del Proyecto.

Las copias de seguridad de los datos del OT se realizan de forma automática.

**MEMORIA
2009 IAC**

212

El objetivo fundamental de este Proyecto es la correcta gestión de aquellas instalaciones pertenecientes al IAC, así como de la instrumentación propia del centro y de la parte del tiempo de observación CAT que disfruta en otros telescopios. Existen tres tipos de instalaciones: instrumentos, telescopios y experimentos (ITE). En relación con los primeros, se consideran aquellos desarrollados por el IAC que estén en operación en los telescopios INT y NOT. Con respecto a los experimentos, hay tres

TELESCOPIO	INSTRUMENTO	INSTALADO	OPERATIVO DESDE	NÚMERO DE AÑOS
OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)				
TCS		1972	1972 -	38
	CAIN-3	1999	1999 -	11
	FastCam	2007	2007 -	3
IAC-80		1989	1993 -	17
	CAMELOT	2005	2005 -	5
	TCP	2006	2006 -	4
	MERLIN	2010	2010 -	
OGS		1995	1995 -	15
	SD CCD	1999	1999	11
MONS		1972	1972 -	38
VTT		1986	1988 -	22
	TIP	1999	1999 -	11
	TIP-II	2005	2005 -	5
GREGOR		2009		
STELLA		2009	2009 -	1
CMB				
	QUIJOTE	2010	2010	
Laboratorio Solar				
	MARK-I	1977	1977 -	32
	GONG-T	1995	1996 -	14
	EAST	2005	2007 -	3
Earthshine		2009	2009 -	1
DIMMA		2009		
TELESCOPIO	INSTRUMENTO	INSTALADO	OPERATIVO DESDE	NÚMERO DE AÑOS
OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)				
WHT				
Calidad del cielo	INTEGRAL	1998	1998 -	12
	DIMMA	2009	2009 -	1
	DIMM	2009	2009 -	1
	MASS-DIMMA	1994	1994 -	16

Listado de todos los ITE e intervalo de tiempo en el que ha estado funcionando cada uno de ellos.

Record de seeing telescopio IAC-80: 0",85.

El Proyecto de Astrofotografía consigue 2 APOD y sus imágenes se utilizan en multitud de aplicaciones.

Evolución del Proyecto

Como viene siendo habitual en los últimos años, 2009 ha sido muy intenso en todos los aspectos relacionados con las ITE y con el personal encargado de su operación. Los principales puntos en los que se ha estado trabajado aparecen descritos en los siguientes apartados.

Personal del Proyecto: Astrónomos de Soporte (AS), Operadores de Telescopios (Oper), Técnicos de Operaciones Telescópicas (TOT) y Técnicos de Calidad del Cielo (TCC)

Los Astrónomos de Soporte (AS), que dedican más del 70% de su tiempo a tareas de soporte, tienen a su cargo la instrumentación española de ambos Observatorios y las noches de servicio CAT en telescopios del ORM, así como otros programas como la medición del fondo del cielo. Siempre que resulte posible habrá un AS la primera noche de observación de los nuevos astrónomos de los telescopios TCS e IAC-80, así

MEMORIA
IAC 2009

213

como el tiempo que sea necesario hasta comprobar que INTEGRAL en el telescopio WHT funciona correctamente y los usuarios dominan su uso y durante las instalaciones de TIP y TIP-II. Adicionalmente, ofrecen una ayuda y un asesoramiento a los astrónomos en la reducción de las imágenes: CAIN-3, FastCam, INTEGRAL, etc.

Jornadas que los AS han permanecido en los observatorios durante 2009. Aunque no se refleja en la tabla, en ocasiones hubo más de un AS en dichas observaciones, fundamentalmente en los telescopios del ORM.

los TCC han llevado a cabo una labor muy buena en el ORM, ayudando a la instalación, calibración y funcionamiento de todos los instrumentos.

Como contrapartida a esto, el servicio en el OT se ha resentido, al no poder absorber tal cantidad de días y noches en ambos Observatorios. En lo que respecta al servicio nocturno de Oper y TOT, se ha dejado de ofrecer en aquellas noches en las que no había astrónomos o eran noches de servicio, en las que los AS estuvieron a cargo de los telescopios. Sin embargo, en el servicio diurno se ha visto perjudicado el grupo

IAC-80	TCS	SERV. IAC-80	SERV. TCS	TIP	INTEGRAL	SERV. NOT	SERV. INT
38	24	19	23	1	13	7	6

Tal y como se ve, los AS han llevado a cabo 42 noches de servicio en el OT, telescopios TCS con CAIN-3 y FastCam e IAC-80 con CAMELOT; y 13 en el ORM telescopios INT con WFC y NOT con ALFOSC en modo imagen y espectro. En total se recibieron 101 peticiones para el ORM, con un factor de sobrepetición entre 1,2 y 3,2, de las que 33 se realizaron en su totalidad y 16 más d+e forma parcial. En lo que respecta al OT, el CAT aprobó cerca de 450 horas de tiempo rutinario/servicio/ToO, a lo que hay que añadir otras 33 peticiones fuera de CAT. Todo ello suma cerca de 800 horas en las que los Oper, TOT y AS han estado tomando datos en programas de este tipo en el OT.

investigador del Laboratorio Solar, que ha tenido que cubrir los huecos dejados.

Además de todo ello, AS, TOT, Oper y TCC han elaborado manuales, paquetes de reducción y procedimientos, han ayudado en la instalación de instrumentos, han colaborado en la gestión de algunos instrumentos, creado nuevas aplicaciones informáticas y continuando con el Proyecto de Astrofotografía, entre otras muchas cosas.

Por último, indicar que TOT y Oper han comenzado los entrenamientos y pruebas, guiados por los AS, para instaurar un programa de observaciones rutinarias en el telescopio TCS, a semejanza del que existe en el telescopio IAC-80. Esto implicará que todos ellos deberán conocer el funcionamiento de CAIN-3 para poder llevar a cabo estas observaciones.

FastCam

FastCam es un instrumento desarrollado por el Instituto de Astrofísica de Canarias y la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) (<http://www.iac.es/proyecto/fastcam/>) con el objetivo de obtener imágenes de muy alta resolución espacial o temporal en el rango visible en telescopios terrestres. FastCam

El cambio fundamental en la estructura del personal del Proyecto durante 2009 ha venido tras absorber el funcionamiento de los instrumentos que el Proyecto de Calidad del Cielo tiene desplegados en el ORM. Esto ha supuesto dos modificaciones fundamentales. Por un lado, los dos TCC se han unido al Proyecto. Por otro lado, los TOT han comenzado a ir al ORM, La Palma, para ayudar al control de dichos instrumentos, 67 noches en 2009. Gracias a ello, se está consiguiendo medir todas las noches, cubriendo el vacío que existía en un 40% de las mismas. Tanto los TOT como

se basa en la técnica conocida como “*lucky Imaging*”, que consiste en obtener series de miles de imágenes de un objeto empleando tiempos muy cortos de exposición (entre 30 y 50 milisegundos). Algunas de estas imágenes no están significativamente alteradas por la turbulencia atmosférica y, esencialmente, se encuentran limitadas por difracción. En cada serie de observación de un objeto, típicamente varios miles de imágenes, se identifican y seleccionan esas imágenes de características excelentes, y las resultantes de varias series se combinan hasta alcanzar la sensibilidad deseada.

FastCam es instrumento de uso común en el telescopio TCS desde septiembre de 2008, siendo cada vez más requerido por los astrónomos: 45 noches durante 2009 y 25% de las peticiones en el semestre 10A, además de numerosas solicitudes de observaciones de servicio. Entre otras muchas mejoras, durante 2009 se ha trabajado para que FastCam tuviese un software de más fácil manejo y más versátil y para que la optomecánica del instrumento fuese más robusta y estable.

Se firmó un acuerdo con la UPCT para que la interfaz de usuario, además de instalarse en ordenadores más potentes, resultara más compacta, fácil de utilizar y con mejores prestaciones. El resultado final es incluso mejor de lo esperado, además de haber conducido a una reducción drástica de las componentes del instrumento, con lo que su instalación y manejo es mucho más sencilla que antes, a la vez que mucho más potente. A lo largo de todo 2009 se han estado realizando pruebas y mejoras en el software, con más de 15 versiones diferentes del mismo.

Se firmó un acuerdo con la empresa IDOM para el diseño y fabricación de la optomecánica del instrumento, de manera que se tenga un instrumento profesional y fijo en el telescopio TCS, a la vez que abierto a nuevas mejoras. A lo largo del primer trimestre de 2010 se instalará en el telescopio la versión cuasi-definitiva de FastCam.

Se ha trabajado, junto con la UPCT, en la mejora del software de reducción de los datos, no sólo para objetos puntuales, sino también para objetos extensos. Este software ya está instalado en los ordenadores de control de FastCam. En este sentido, se han abierto varios frentes: observaciones de un único objeto puntual con estrella de referencia: 1) se ha conseguido llegar al límite de difracción empleando menos cubos que antes y se ha creado un algoritmo capaz de procesar automáticamente hiper-cubos y extraer las mejores imágenes de forma absoluta (variando el porcentaje de contribución de cada cubo a la imagen final; 2) objetos puntuales múltiples: además de las técnicas del punto 1), se está trabajando para mejorar el recentrado; 3) objetos extensos sin estrella de referencia: se está trabajando en la técnica del uso del biespectro (o la triple correlación). En lo que respecta a telescopios de más de 4 m, FastCam por sí sola no llegaría al límite de difracción, así que se está trabajando en técnicas para tratar de obtener resultados equivalentes a la Óptica Adaptativa sin tener que implementarla.

Se han instalado nuevas ruedas de filtros, para solventar los problemas que ofrecían las anteriores.

Se ha colocado un ciclo cerrado para refrigerar constantemente el detector y estabilizar la temperatura.

Se ha desarrollado con éxito la opción de realizar “binning” en las imágenes.



Diseño de la optomecánica de FastCam realizado por IDOM.

Por otro lado, FastCam también se ha instalado en otros telescopios, destacando el montaje realizado en el telescopio WHT

en dos ocasiones, combinando el potencial de FastCam con el sistema de óptica adaptativa del telescopio.

Instalaciones e instrumentos

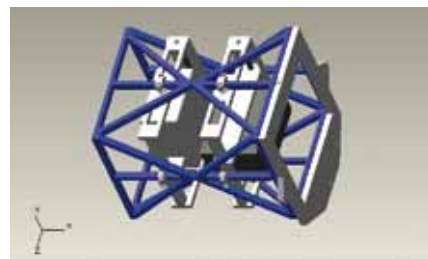
El año 2009 ha visto numerosas mejoras en varias de las ITE, con el fin no sólo de mantenerlas operativas, sino de aumentar sus prestaciones.

CAMELOT. Ha habido una mejora general de la interfaz de usuario, lo que a su vez ha permitido solucionar algunos problemas que se arrastraban desde hacía años. Entre las novedades más destacadas están los cambios en las macros (con comentarios en cada línea, información sobre por dónde va y cuánto queda, opción de repetición de las macros, etc.), la posibilidad de ver el movimiento de los filtros y la eliminación de los problemas con los mismos o las mejoras en las cabeceras de las imágenes. Asimismo, se descubrió que algunos problemas relacionados con CAMELOT venían debido a las actualizaciones del sistema operativo. Por último, se consiguió sincronizar la hora del instrumento con gran precisión.

Caja de Adquisición y Guiado del telescopio IAC-80. El nuevo sistema, diseñado y fabricado en el IAC, dispondrá de un campo más amplio para la búsqueda de estrellas guía, que además será bidimensional, a semejanza del telescopio TCS, y con una interfaz de usuario fácil de usar. Esto, unido a una nueva cámara de guiado más sensible, hará que se puedan encontrar más estrellas que antes pero de manera que el astrónomo usuario deba emplear menos tiempo en ello. Tras diversos problemas de interferencias mecánicas, se finalizó con éxito la integración completa (ver imágenes).

En estos momentos simplemente quedan por realizar algunas pruebas de software antes de subirlo al telescopio para comprobar que funciona correctamente.

MERLIN. Sigue en marcha el proyecto de nuevo espectrógrafo de baja resolución, MERLIN. MERLIN consta de un sistema de óptica adaptativa (AO-L), un espectrógrafo con guiado (SGS) y una cámara (STL-11000). Durante este año se produjo la aceptación del segundo modelo propuesto por ingeniería y se realizaron y corrigieron los planos del instrumento. En enero de 2010 comenzará la fabricación de los componentes.



Esquema de MERLIN.

Otros asuntos relacionados con los telescopios IAC-80 y TCS. a) Se han vuelto a medir los límites de ambos telescopios, y los resultados se han puesto en la web. b) Tras mucho esfuerzo, se ha solucionado el punto débil del TCP, instalándolo en un nuevo ordenador más potente y con repuesto. c) Se ha terminado de dismantelar FIN en el telescopio TCS, lo que ha simplificado enormemente el cableado del mismo. d) Se ha iniciado un programa de observaciones para la realización de un simulador de tiempos de exposición de CAMELOT y CAIN-3. e) Se ha solucionado un problema de viñeteo debido a descoordinación entre la posición del telescopio y la de la cúpula en determinadas posiciones. Finalmente, se ha batido el record de resolución del telescopio IAC-80 gracias a las reformas llevadas a cabo en los últimos años: 0,85 segundos de arco, y numerosas noches por debajo de 1 segundo de arco.

Calidad del Cielo. Se han llevado a cabo numerosas puestas a punto de los diversos instrumentos -DIMMAs (ORM y OT), MASS-



Vistas de la nueva Caja de A&G del telescopio IAC-80.

DIMM y DIMM-, así como varias jornadas de entrenamientos en su uso, tanto *in situ* como de forma remota. Los TCC y TOT han realizado un gran trabajo con todos ellos. Gracias a esto, se están obteniendo datos de calidad cada noche en varias localizaciones.

En cuanto al resto de las ITE, conviene destacar diversas reformas en la Pirámide (escaleras, altillos, aluminizado de espejos, etc.), el gran trabajo realizado por los AS con INTEGRAL (reparaciones y aprendizaje de cómo se instala completamente, cosa que han realizado en numerosas ocasiones durante 2009) y la finalización de la cúpula de enseñanza situada en el OT.

Como viene siendo habitual, se ha realizado un gran esfuerzo para mejorar la información puesta a disposición de los astrónomos, así como la documentación interna que maneja el personal del Proyecto.

- CAIN-3: Web en inglés, reforma de las Webs en español e inglés, manual del instrumento en inglés y póster resumen de cómo observar situado en el telescopio.

- CAMELOT: nuevos manuales en español e inglés, web del instrumento en inglés y nueva sección en la Web sobre realización de flats.

- INTEGRAL: Web totalmente reformada, nueva versión del manual normal y del manual de montaje.

- FastCam: Manual del instrumento en inglés.

- FOVIA-II: Manual en inglés y en español y nuevas páginas web.

- TIP-II: Manual del instrumento en inglés.

- MASS-DIMM, DIMMA, DIMM, etc.: Distintos procedimientos de operación y puesta a punto.

- Laboratorio Solar: Numerosos procedimientos de operación de Pirámide y GONG.

- OGS: Reforma de todas las páginas Web.

- Filtros: Transmisiones de todos los filtros en ASCII.

- Otros: Procedimiento alternativo para sacar telescopios de límites, manual de MS-DOS, procedimiento de puesta de nitrógeno de CAIN-3, documentos de apoyo de uso interno.

Formación y seguridad

Dos de las principales prioridades del proyecto son la formación de su personal y la seguridad del mismo, así como la de todos los usuarios de las ITE. Las actuaciones en ambos aspectos durante 2009 han sido muy numerosas.

En lo que se refiere a la formación, los operadores, TOT, TCC y AS han asistido a varios cursos, unos organizados por la FREMAP y otros por el personal del proyecto. Entre los primeros, destacar los siguientes:

- Primeros auxilios.
- Básico de prevención de riesgos laborales.
- Riesgos y medidas preventivas en trabajos eléctricos.
- Teórico-práctico de prevención y extinción de incendios.

Adicionalmente, se han organizado otros tres cursos:

- Teórico-práctico de conducción 4x4 en condiciones extremas.
- Formación básica en primeros auxilios.
- Primera intervención en emergencias.

Además de eso, se ha realizado la reunión anual para la revisión del plan de emergencias, ha habido una charla para los COEs, han asistido a la charla sobre visualización de pantallas y varios operadores y TOT han acompañado a los AS al ORM como parte de su formación.

En lo que se refiere a la seguridad, se han llevado a cabo numerosas visitas de control y revisión de las instalaciones por parte de la mutua: INTEGRAL y LIRIS,

Laboratorio Solar, DIMMA-OT, DIMMA-ORM, telescopio IAC-80, MASS-DIMM, Cúpula de Divulgación, etc. Estas revisiones han dado lugar a multitud de actuaciones conducentes a la mejora de las condiciones en dichas instalaciones.

Finalmente, se ha adquirido equipamiento de protección individual para el personal del proyecto, así como emisoras con dispositivos de hombre muerto y hombre caído. También se han elaborado protocolos de seguridad para el personal.

Servicios informáticos

Además de otras actuaciones informáticas ya descritas en la memoria (CAMELOT, TCP, FastCam, CAIN-3, etc.), se han llevado a cabo otras muchas con el fin de mejorar el servicio que se ofrece. Entre ellas, citar las siguientes:

- Se ha instalado Wi-Fi en todas las instalaciones del IAC en el OT, así como en el despacho de operadores del ORM.
- Se han actualizado los PCs del OT a Fedora.
- Tras muchos años realizando las copias de seguridad en formatos fungibles, se ha creado un script para que la copia de los datos de cada noche de los telescopios TCS e IAC-80 sea automática al Servicio de Almacenamiento del IAC.
- Se ha actualizado el parque informático obsoleto.

Astrofotografía y Divulgación

Un año más, el Proyecto de Astrofotografía ha continuado con la toma de imágenes espectaculares. Entre los distintos resultados, la parte más visible vuelve a ser la Imagen Astronómica del Mes (IAM, http://www.iac.es/telescopios/IAM/IndexAStrofoto_esp.htm), que ya lleva cinco años de existencia. A las observaciones realizadas con el telescopio IAC-80 y TIZON se han unido otras con el telescopio INT y con otros telescopios de menor tamaño. A partir de estas fichas se creó también el

calendario que se distribuyó a principios de 2009. Este año además han dado lugar a dos *Astronomy Picture of the Day* (15 de septiembre y 1 de diciembre), con lo que este Proyecto lleva ya cinco APODs. Las IAM se han usado también para el calendario del Museo de la Ciencia y el Cosmos, para la colaboración de *El País* dentro del AYA, para una exposición itinerante del Instituto Cervantes y para ilustrar pósters del IAC y algún libro, además de incluirse algunas dentro del *Press Releases* del INT.



Nebulosa de la media luna, una de las IAM de 2009.

Entre la Divulgación, cabe destacar la colaboración de varios integrantes del Proyecto durante las Jornadas de Puertas Abiertas del OT, los días 26 y 27 de junio. Finalmente, se han impartido numerosas charlas (Lejona, Bilbao, La Granja, Ávila, Zamora, etc.) sobre los Observatorios de Canarias y se ha colaborado activamente con el Proyecto de TeleAstronomía.

Encuestas

Se han recibido 42 encuestas del formulario de "Fin de Observaciones con los TTNN". El resumen de lo indicado en las encuestas aparece en la tabla:

Como se puede ver, los Astrónomos de Soporte y los Operadores/TOT son lo mejor valorado de todo. Por el contrario, se observan determinadas carencias en aspectos como manuales, interfaz del telescopio o el software hay que corregir. La totalidad de las quejas, sugerencias y comentarios recibidas se detallan a continuación, agrupadas por temas (14 usuarios realizaron alguna queja o sugerencia):

Información	Excelente	Buena	Mala	Pésima
Sobre la isla y el observatorio	17	21		
Sobre el viaje y el acceso OT	8	20	1	
Climatología	13	17		
Manuales	9	17	4	
Petición tiempo	11	17	1	
Utilidades	6	22		
Telescopios	11	17	1	
Instrumentación	10	17	2	
Calendarios	9	19		
JOT	17	8		
Astrónomos de Soporte	22	8	1	
Operadores de Telescopio	17	15		
Interfaz instrumento	6	26	1	
Interfaz telescopio	7	22	4	
Valoración equipamiento	7	23	2	
Valoración del software	5	19	6	

- Incluir una lista de problemas frecuentes del telescopio y su solución. Se va a crear de una sección de FAQ para CAMELOT, que se ampliará poco a poco al resto de instrumentos/telescopios.

- Hay un desfase de décimas de segundo entre los tiempos del GPS del telescopio y el ordenador que controla CAIN-3. Efectivamente. Ya está solucionado.

- Los astrónomos de soporte deberían estar entrenados para explicar a cualquier persona de forma rápida y fácil cómo usar un telescopio y su software, en español y en inglés. Todos los operadores y astrónomos de soporte deberían hablar inglés correctamente. Todos los AS están entrenados para ello, sin ninguna duda. La mayoría de los operadores habla inglés correctamente, y el resto sabe suficiente como para entenderse con los astrónomos.

- FastCam. La escala de píxel es demasiado pequeña, debería ser el doble. El guiado no funciona para objetos débiles. Los offsets no van bien. El software de control del telescopio es algo antiguo para este tipo de observaciones. No hay información del tiempo en las cabeceras de las imágenes. Es fácil sobrescribir los cubos de imágenes por error. La escala de píxel ha sido cuidadosamente calculada para poder llegar al límite de difracción del telescopio TCS, un píxel con un tamaño del doble desvirtúa totalmente el instrumento. El guiado del telescopio TCS llega hasta magnitud 14, más allá de los límites de FastCam. Los offsets, efectivamente, no funcionan bien en el telescopio TCS por un problema de holguras que existe desde el principio. Se ha creado un nuevo software con el tiempo en las cabeceras y que hace imposible sobrescribir imágenes.

- CCD del telescopio IAC-80. Hace falta un ruido cuando acaba una exposición o una macro haría las cosas más eficientes; el software de la CCD tiene un bug, cada vez que se define una ventana hay que reiniciar el telescopio; el PC de control de la cámara no pita si está activado el protector de pantalla. Todo ello está solucionado con la nueva interfaz.

- El formulario de fin de observaciones debería ser anónimo, como cualquier evaluación e incluir una opción de “no aplicable” y disponer de una opción neutral entre bueno y malo. En la mayor parte de las instalaciones el formulario de fin de observaciones no es anónimo, y no se incluye un apartado “neutro” por recomendación de otros formularios.

- Control telescopios. 1) El sistema de control podría incorporarse en una única máquina que haría la observación más conveniente. Ahora el usuario debe controlar 5 terminales. Resultaría demasiado complicado: tenemos máquinas en Windows XP, en Windows 3.11 y en Linux. No hay recursos para unirlos todo en una única máquina, pero se está trabajando para reducir el número de terminales. 2) Un indicador para decir si la cúpula está en modo automático o no. Existe desde hace años. 3) El software del telescopio debería estar en inglés y ser controlado con un ratón. Existe, desde hace más de un año, un diccionario español-inglés con la traducción de todos los comandos. El software se controla con un ratón desde hace años.

- Se echan en falta los logs de las observaciones en blanco. Solucionado, durante un pequeño período faltaron, pero ya está arreglado.

- Informática-Software. 1) Una máquina linux en la que sea posible montar dispositivos externos. Existen en todos los telescopios. 2) Necesidad de un software-planetario de apoyo. Está instalado desde hace años en los telescopios TCS e IAC-80: *Starry Night*. 3) Hace falta un calculador de tiempos de exposición para objetos difusos. Se ha comenzado un programa de observaciones para generar dicho calculador de tiempos de exposición.

- El foco cambió mucho durante la noche. Fue un problema puntual.

- La interfaz para la reserva de comidas y alojamiento en el OT es muy pobre y poco amigable. Sería conveniente que la opción vegetariana del menú apareciera en el formulario de reserva de comidas. Corresponde a la Administración del OT solucionar estas quejas.

MEMORIA
2009 IAC

220

- Debería compartirse lo antes posible la programación de los programas rutinarios de la noche y debería saberse si los programas de override han usado su tiempo o no. Aunque siempre se negocia con el astrónomo para que los rutinarios molesten lo mínimo posible a sus observaciones, se intentará informarles con antelación. Los astrónomos de soporte llevan la cuenta de los override, nunca se realiza uno que haya consumido todo su tiempo.

ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN

Corresponde al Área de Instrumentación el soporte tecnológico, la elaboración y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, para el cumplimiento de los fines del Instituto.

El Área 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 favorezca el desarrollo del entorno.
- La capacitación de personal técnico.
- Generar y ceder tecnología.

INFRAESTRUCTURA

El Área de Instrumentación, dispone de unos medios humanos y materiales estructurados en tres grupos: Proyectos, Ingeniería, Producción y una Secretaría y un Coordinador.

El primer grupo lo componen los gestores de **Proyectos**, actualmente 9 titulados superiores. La **Ingeniería** está estructurada en 4 Departamentos: Electrónica, Mecánica, Software y Óptica; la componen 40 titulados superiores de las diferentes especialidades de Ingeniería (Industrial, Telecomunicaciones, Informática, Aeronáutica) y de Ciencias (Físicas y Matemáticas). **Producción**, con 4 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 4 personas.

INGENIERIA

La presente Memoria resume los datos más significativos que se refieren a la Ingeniería del Área de Instrumentación, durante el año 2009. Además de una breve reseña de las actividades de cada uno de los cinco Departamentos (Electrónica, Mecánica, Proyectos, Óptica, Software), se relacionan las acciones de formación, así como las incidencias y estadísticas del personal.

MEJORA DE LAS CAPACIDADES

Departamentos y laboratorios

Como todos los años, en paralelo a la actividad dentro de los proyectos, se han realizado algunas mejoras al equipamiento de los laboratorios. A continuación se mencionan brevemente junto con los aspectos más relevantes de la actividad departamental en la participación en los proyectos del Área.

Departamento de Electrónica. Durante el año 2009, una vez conseguida la puesta en marcha del instrumento OSIRIS, instrumento científico de Primera Luz para el telescopio

GTC, la actividad del Departamento de Electrónica se ha centrado en el desarrollo del Proyecto EMIR, cuyo destino también es el Gran Telescopio CANARIAS GTC. Además, un gran esfuerzo ha sido dedicado al Proyecto WEB (englobado dentro del E-ELT), el cual fue completado e instalado en el OT, así como al telescopio de microondas QUIJOTE, sistema capaz de medir la polarización del fondo cósmico de microondas que será instalado en el OT a lo largo de 2010.

Este año el Departamento de Electrónica ha continuado sus actividades encaminadas a la utilización de la lógica reconfigurable (FPGA) en la instrumentación astrofísica,

MEMORIA
IAC 2009

221

y especialmente en Óptica Adaptativa, técnica en la que el IAC es pionero. Estas actividades están englobadas en el Proyecto EDIFISE, cuyo objetivo es el desarrollo de un instrumento demostrador de la observación en alta resolución espacial mediante fibras ópticas ecualizadas, que será instalado en los telescopios OGS y WHT. Este instrumento llevará una etapa de Óptica Adaptativa basada en un espejo deformable de 97 actuadores.

Durante el año 2009 se avanzó en el desarrollo de los algoritmos para la utilización de la cámara plenóptica como sensor de Óptica Adaptativa con aplicación solar, habiéndose realizado y publicado diseños conceptuales de sistemas en tiempo real, así como prototipos de laboratorio basados en una cámara Gigabit Ethernet de 2048x2048 píxeles.

2009 ha sido el año en el que el Laboratorio de Detectores LISA (Laboratorio de Imagen y Sensores para Astronomía), tras haber sido completado en años anteriores, ha empezado a producir resultados de forma regular, habiéndose caracterizado cámaras EMCCD de diversos fabricantes (ANDOR, Hamamatsu). Durante este año se procedió a ampliar su dotación mediante la adquisición de nuevas esferas integradoras y sensores.

También se ha procedido a realizar una mejora significativa en la iluminación de la Sala Apantallada, y se han adquirido maletines de herramientas de uso personal para los miembros del Departamento que las necesitan habitualmente. Se ha mejorado el equipamiento de propósito general con la incorporación de un osciloscopio digital de entradas flotantes, un medidor LCR y una máquina etiquetadora. Mención aparte merece la adquisición de un sistema de adquisición y control PXI de la firma National Instruments, concebido como herramienta de propósito general dentro del Departamento de Electrónica, con la finalidad de proporcionar soluciones rápidas a las demandas de proyectos que estén dentro del abanico de posibilidades con el que ha dotado al sistema, entre los que

cabe citar la adquisición de imágenes gigabit Ethernet, el control de motores, la medida de temperaturas, etc.

Departamento de Software. La actividad del Departamento de Software también ha venido marcada este año por la entrega del instrumento OSIRIS al telescopio GTC. En estas etapas finales del instrumento, la actividad en aspectos de software ha sido muy alta. A lo largo de 2010 se completarán todos los modos de observación y se terminarán las actividades relacionadas con la reducción de datos final.

También han terminado con éxito los Proyectos Herschel/Planck e IMaX, en los que el Departamento ha tenido una actividad muy significativa. Los satélites Herschel y Planck fueron lanzados al espacio el 14 de mayo de 2009 desde la Guayana Francesa y actualmente se encuentran funcionando perfectamente. La actividad de software en el Proyecto este año fue mínima limitándose a la resolución de algunas consultas técnicas. IMaX fue lanzado en un globo aerostático en el Ártico, en junio de 2009 y durante casi una semana tomó datos únicos del Sol. La actividad de software terminó poco después del lanzamiento.

El proyecto SIDE/MiniSIDE de construcción de un espectrógrafo multiobjeto alimentado por fibras ópticas para GTC, que se encontraba en las primeras etapas de su desarrollo, fue cerrado este verano, ante la falta de financiación.

Durante la segunda mitad del año y actualmente, el Departamento está focalizando su actividad en completar los modos de observación de OSIRIS, desarrollar EMIR, continuar con los inicios de UES, un espectrógrafo de resolución intermedia para el telescopio GTC, y la participación en el software del Telescopio Solar Europeo (EST). Además, continuando la labor de años anteriores, también está muy avanzado el software de control del espectrógrafo para el telescopio solar GREGOR y se sigue trabajando en la adaptación y mejora de los polarímetros infrarrojos (TIP).

Departamento de Óptica. Una vez instalado OSIRIS en el telescopio, su demanda de actividad por parte del personal del Departamento de Óptica ha caído de forma importante en el año 2009. Durante este año fueron EMIR y EST los proyectos instrumentales más demandantes. En el caso de EST, las tareas principales se desarrollaron en el ámbito del diseño, tanto del telescopio como del espectrógrafo. En el caso de EMIR, el seguimiento de los contratos vigentes y sobre todo en la realización de medidas y pruebas en el laboratorio para verificar las prestaciones y calidades de los subsistemas que están siendo fabricados, ocuparon gran parte del tiempo de la ingeniería óptica.

Así mismo, durante este año, se ha avanzado de forma importante en los estudios de viabilidad y definición de los instrumentos HARMONI, instrumento para el E-ELT y ESPRESSO, instrumento para el telescopio VLT. Se mantuvo la actividad en los proyectos relacionados con los estudios de E-ELT, tanto en el desarrollo de algoritmos de cofaseo como de reconstrucción de frente de onda. Finalmente, proyectos como EDIFISE, GREGOR, FASTCAM o UES han requerido de acciones por parte del personal del Departamento.

Durante el año 2009, la inversión en el Laboratorio de Óptica siguió centrándose en la renovación del material optomecánico básico de dicho Laboratorio, haciendo una fuerte inversión en mesas ópticas. Además, también hubo una inversión importante en instrumentos de análisis y verificación de componentes o sistemas ópticos, tales como sensores de frente de onda visibles e infrarrojos.

Un año más, el Laboratorio de Óptica y su equipamiento también fue requerido por parte de otros grupos y proyectos para la realización de determinadas pruebas y medidas. Siendo su equipamiento más demandado el interferómetro Zygo, el espectrofotómetro Cary-5 y el espectroradiómetro.

Departamento de Mecánica. Como en 2008, el Departamento de Mecánica ha seguido centrando su esfuerzos en los grandes proyectos instrumentales del telescopio GTC, OSIRIS y EMIR, manteniendo su participación en FRIDA y comenzado a participar en NAHUAL. Ha mantenido su involucración en GREGOR, LIRIS, y en la nueva Caja de Adquisición y Guiado y en el espectrógrafo MERLIN para el telescopio IAC-80. Asimismo, el Departamento ha participado en los estudios de desarrollos del futuro proyecto europeo (E-ELT), junto con GRANTECAN S.A., en el contrato del estudio del sistema de soportes de los espejos del primario del telescopio E-ELT y en dos actividades dentro del FP7 (7º Programa Marco Europeo), “Advanced Cryogenic Nodes” y “Cryostat of High Thermal Stability”. Finalmente ha participado en diferentes consorcios europeos de instrumentos para el telescopio E-ELT como CODEX y HARMONI, en ESPRESSO, precursor de CODEX para el telescopio VLT, así como en el telescopio EST (European Solar Telescope).

En cuanto a equipamiento, el Laboratorio de Mecánica ha mejorado su infraestructura para el almacenamiento y manipulación de componentes. Se ha ampliado la dotación de herramientas de uso general, así como adquirido un horno de vacío para hacer tratamientos de desgasificación (bakeout). La infraestructura y hardware de criogenia y vacío se ha trasladado del Laboratorio de Óptica a la Sala Limpia de la Sala de AIV, ampliándose la dotación de hardware de vacío y criogenia. Se ha comenzado la instalación de suministro centralizado de Nitrógeno gas y Nitrógeno líquido para la Sala de AIV. En la sala de CAD/CAE se ha adquirido nuevos ordenadores, para potenciar las capacidades de cálculo y diseño.

Durante 2009 se procedió a sustituir el sistema de control de acceso a los Laboratorios del Departamento de Mecánica, uniformizándolo con los Laboratorios de Óptica, Electrónica y Detectores (LISA), de forma que pueda gestionarse remotamente

el acceso a los mismos y que el usuario disfrute de la comodidad de utilizar un único código para el acceso a todos ellos.

Departamento de Gestión de Proyectos.

El Departamento de Proyectos concentra su actividad en la ingeniería de sistemas y en la gestión de los proyectos instrumentales del IAC. El proyecto al que mayor porcentaje de tiempo se le ha dedicado es el estudio de diseño del futuro telescopio solar europeo (EST); si se suma a las actividades en el telescopio E-ELT, los proyectos de telescopios ocupan un 35% del tiempo dedicado a proyectos del Departamento. La gestión de los instrumentos del telescopio GTC, en concreto OSIRIS, EMIR, NAHUAL y FRIDA ocupa el 30% del tiempo dedicado a proyectos del Departamento. También desde el Departamento se lleva la gestión de la mayoría del resto de proyectos instrumentales del IAC, en concreto EDiFISE, QUIJOTE, OGS, IMaX y ESPRESSO. A su vez se llevan a cabo tareas menores de gestión o ingeniería en el Laboratorio de Calibración y en LIRIS.

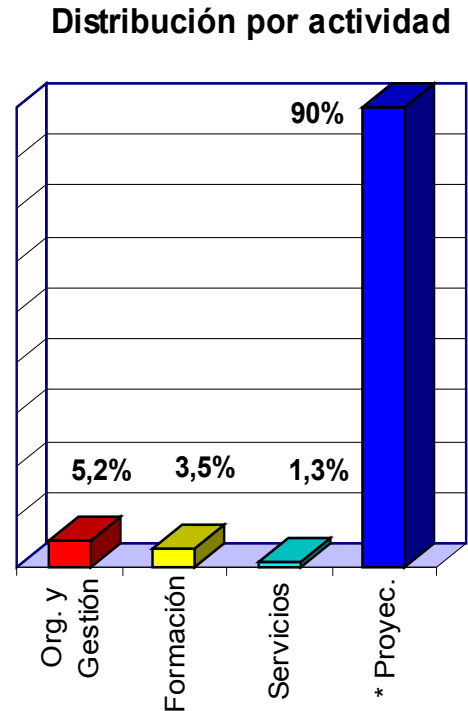
Con el propósito de mejorar la gestión del diseño y fabricación de los instrumentos se han mantenido contactos con suministradores de aplicaciones tipo PLM (Product Lifecycle Management). Sin embargo no se ha decidido comprar ninguna por el momento por diversas razones. Algunas de sus funcionalidades básicas son cubiertas por el proceso en marcha de IAC Gestión Integral; otras cubren de manera específica la gestión de requisitos, con una rigurosidad y dedicación no aplicable a los proyectos del IAC; otras no serían integrables con el resto de aplicaciones de gestión del IAC. De momento, se considera más viable el ampliar la funcionalidad de las aplicaciones ya utilizadas por el IAC, como Intralink o SAP.

ACTIVIDAD

Este apartado describe el desglose de las actividades de Ingeniería durante 2009.

El siguiente gráfico (Gráfico I) muestra la distribución del empleo del tiempo de Ingeniería según el tipo de actividad, esto es, dedicación a Proyectos, Formación, Servicios, y Organización y Gestión Interna.

Gráfico I



* Ver Gráfico II

Puede observarse que el grueso del tiempo de Ingeniería, un 90%, está dedicado al trabajo en los Proyectos. A Organización y Gestión se dedica un 5,2%, lo cual 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, etc. El porcentaje de tiempo dedicado a la Organización y Gestión de la Ingeniería ha sido ligeramente inferior al del año pasado.

En cuanto a la Formación, un 3,5% es el tiempo dedicado actividades formativas formales de carácter general, como cursos, congresos, ferias, y no incluye la formación específica que se pueda adquirir durante el desarrollo de un proyecto instrumental.

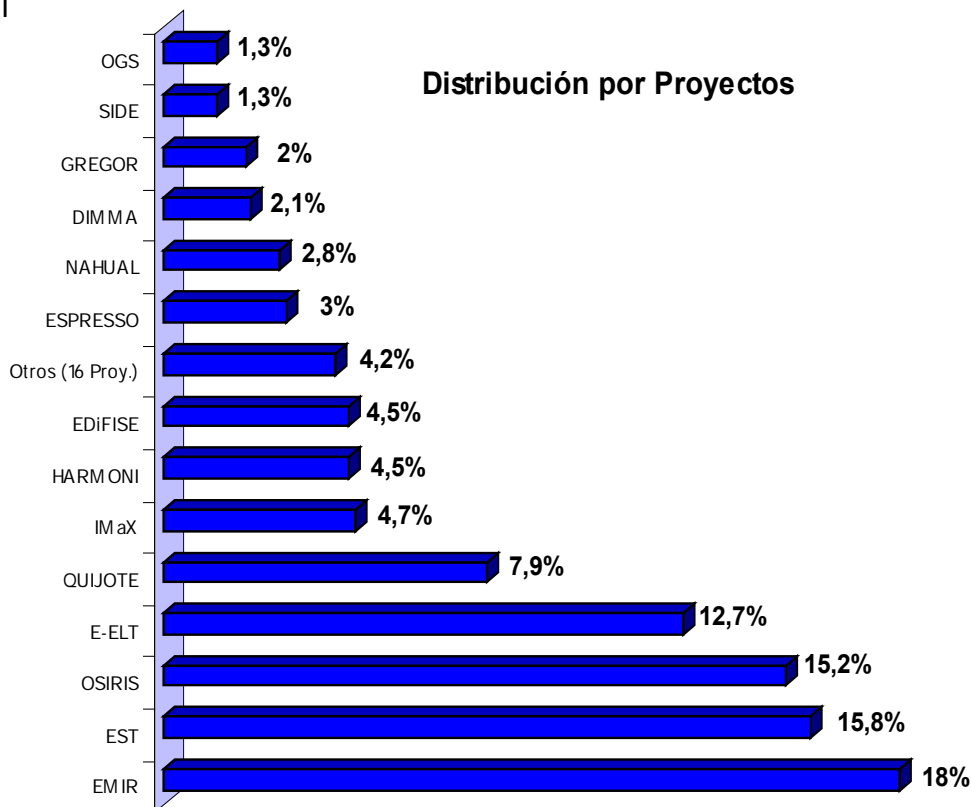
El 1,3% dedicado a Servicios por parte de Ingeniería, incluye principalmente el tiempo dedicado a la resolución de consultas técnicas, tanto internas como externas al IAC y la asistencia a Mantenimiento Instrumental, y es ligeramente superior al registrado el pasado año.

instrumentos para el telescopio GTC, y en los desarrollos tecnológicos orientados a telescopios supergigantes (ELT's). Adicionalmente, este año ha irrumpido con fuerza el Telescopio Solar Europeo (EST), aumentando así la dedicación a estos futuros grandes telescopios.

A continuación, en el Gráfico II, se indica el reparto de tiempos entre los diferentes proyectos, de un total acumulado de casi sesenta y ocho mil horas de Ingeniería.

OSIRIS y EMIR han pasado de ser el 46,4% de la dedicación en 2008 al 33,2% este año, debido principalmente a la menor dedicación a OSIRIS, después de su

Gráfico II



Se indican individualmente los proyectos que han requerido una ocupación superior al 1% del tiempo total de Ingeniería, englobando los restantes en un único sector circular. Estos proyectos pequeños, 16 en total, alcanzan un total del 4,2%, lo cual supone una reducción importante frente al 2008, donde los proyectos pequeños (con dedicación menor al 1%) eran 23 y suponían el 8% de la actividad.

entrega a GTC. El resto de proyectos para el telescopio GTC (FRIDA, NAHUAL, SIDE, FASTCAM y UES) han supuesto solamente el 5,4%, medio punto superior al año pasado.

La dedicación al telescopio E-ELT ha sido del 12,7%, valor un poco inferior al año anterior, y la de EST del 15,8%, casi 10 puntos superior a la de 2008.

Siguiendo con la tendencia ya registrada en años anteriores, los esfuerzos se han concentrado en los proyectos de

De lo anterior vemos que los cuatro principales proyectos, OSIRIS, EMIR, E-ELT y EST suponen casi el 62% del total del esfuerzo de Ingeniería.

Gráfico IV

	Participación de Ingeniería y Gestión en los proyectos (Año 2.009)																																
		DIMMA	ELT (WEB/AO/Site/PACT)	EMIR	LGS en OGS (Oper. & Mant.)	FRIDA	GREGOR	HERSCHEL - PLANCK	IMaX	LIRIS (Oper. & Mant.)	New Detector Controller	OGS (Oper. & Mant.)	OPTICON FP7 JRA's	OSIRIS	TIP Upgrades	CODEX (Phase A)	QUIJOTE	NAHUAL	EDIFISE (Incl. OA FPGA)	SIDE/rSIDE	ESPRESSO (Phase A)	CAJA A G IAC-80	Calibration Lab. (Oper. & Mant.)	LISA	EST (Design Study)	HARMONI (Phase A)	MERLIN-IAC80	FASTCAM for GTC	UES	ELT FP7			
Gestión	A. Alonso				G																												
	A. Pérez																																
	C. Grivel																																
	J. M. Herreros																																
	J. Patrón																																
	M. Amate																																
	M. Barreto																																
	M. Reyes																																
V. González																																	
Electrónica	E. Ballesteros																																
	E. Joven																																
	F. Gago																																
	H. M. Chulani																																
	J. J. Díaz																																
	J. M. Delgado																																
	J. Piqueras																																
	L. F. Rodríguez																																
	M. A. Núñez																																
	R. Hoyland																																
T. A. Viera																																	
Y. Martín																																	
Mecánica	A. Mato																																
	D. Sosa																																
	E. Hernández																																
	F. J. Fuentes																																
	F. Tenegi																																
	J. Peñate																																
	J. Pérez																																
	L. Peraza																																
	N. Vega																																
	P. Fernández																																
S. Barrera																																	
S. Santana																																	
V. Sánchez																																	
Óptica	A. B. Fragoso																																
	A. Calcines																																
	F. Gracia																																
	H. Vázquez																																
	I. Montilla																																
	J. L. Rasilla																																
	J. Sánchez-Capuchino																																
	M. Insausti																																
R. López																																	
S. Chueca																																	
Software	C. Martín																																
	E. Páez																																
	H. Moreno																																
	J. C. López																																
	J. J. Vaz																																
	J. Marco																																
	J. M. Pérez																																
	J. Rosich																																
	M. Aguiar																																
	M ^a F. Gómez																																
P. López																																	
R. Rodríguez																																	

FORMACIÓN

Como todos los años, se ha hecho un esfuerzo en la formación de los ingenieros y gestores. En general la formación ha consistido en cursos, tanto en el IAC como fuera, y asistencia a congresos especializados. Hay que hacer notar que aparte de estas actividades concretas, el componente de formación que representa el trabajo en la mayoría de los proyectos es también muy alto, sobre todo en las etapas iniciales. La naturaleza de los proyectos actuales hace que la formación forme parte

del trabajo diario y no sólo para los nuevos ingenieros incorporados.

En aspectos **electrónicos** o para el personal del Departamento de Electrónica, la formación ha consistido en:

- Cursos: "CST Microwave Studio, Microwave & Antenna Training" (Nottingham, Reino Unido); "System Engineering for Technology-Based Projects & Product Developments", "Introducción Tecnología EtherCat y TwinCat" y "EMC en el Diseño Electrónico" (IAC).

- Congresos: “Adaptive Optics for Extremely Large Telescopes (AO4ELT)” e IAU 260. “The Role of Astronomy in Society and Culture” (París, Francia); SPIE “Optics + Photonics” (San Diego, California, EEUU) y ESO Workshop “Detectors for Astronomy 2009” (Garching, Alemania).

En aspectos de **software** o para el personal del Departamento de Software, la formación ha consistido en:

- Cursos: “Aspect Oriented Software Development Summer School” (París, Francia); “System Engineering for Technology-Based Projects & Product Developments”, “Introducción Tecnología EtherCat y TwinCat”, “Control con Tecnología EtherCat y WinCat” y “Taller de Requerimientos, Análisis y Diseño con UML 2.1” (IAC).
- Congreso: “21st European Modelling and Simulation Symposium” (Tenerife).

En aspectos **ópticos** o para el personal del Departamento de Óptica, la formación ha consistido en:

- Cursos: “MATLAB Fundamentals” (Bilbao); “Diseño Óptico Avanzado con ZEMAX” (Seattle, Washington, EEUU) e “Introducción al Diseño Óptico Práctico” (IAC).
- Congresos: “Adaptive Optics for Extremely Large Telescopes (AO4ELT)” (París, Francia) y “IX Reunión Nacional de Óptica” (Orense).

En aspectos **mecánicos** o para el personal del Departamento de Mecánica, la formación ha consistido en:

European Modelling and Simulation Symposium” (Tenerife) y “9th International Seminar Numerical Analysis of Weldability” (Graz, Austria).

En aspectos relacionados con la **gestión de proyectos**, o para el personal del Departamento de Proyectos, la formación ha consistido en:

- Cursos: “Fiscalidad y Gestión de Proyectos I+D+I” y “Gestión de Riesgos de Proyectos” (Madrid); “Systems Engineering for Technology-Based Projects & Product Developments”, “ProductView”, “Introducción Tecnología EtherCat y TwinCat”, “Taller de Requerimientos, Análisis y Diseño con UML 2.1”, “EMC en el Diseño Electrónico”, “Visión General de las Funcionalidades SAP (SAP01)”, “Formación básica sobre la nueva versión del MATHCAD 14” y Curso de Excel Avanzado (IAC).
- Congreso: “Adaptive Optics for Extremely Large Telescopes (AO4ELT)” (París, Francia).

Adicionalmente, diverso personal de Ingeniería ha asistido a varios cursos y charlas organizadas por Recursos Humanos sobre aspectos relativos a la seguridad y salud en el trabajo. Estas han sido: “Divulgación del Plan de Emergencia”, “Trabajo con pantallas de visualización de datos y manejo de cargas”, “Riesgos psicosociales”, “Seguridad vial”, “La gripe A”, “Seminario de manipulación de Nitrógeno Líquido y uso de Rangers”, “Trabajo nocturno, turnos y alta montaña” y “Gestión de emergencias”.

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 90 mil Euros en dar formación a sus ingenieros y gestores, lo cual supone una cifra muy similar a la del año pasado. Aproximadamente la mitad de este importe ha sido sufragado por el presupuesto del Área y el resto por la convocatoria de

MEMORIA
2009 IAC

228

- Cursos: “ESTL Space Tribology” (Viena, Austria); “Ansys Contactos Avanzados, Uniones y Pernos con ANSYS” (Madrid); “ProductView”, “Systems Engineering for Technology-Based Projects & Product Developments”, Curso Avanzado de “ProEngineer Wildfire 4” y Formación básica sobre la nueva versión del MATHCAD 14 (IAC).
- Congresos: “13th European Space Mechanisms and Tribology Symposium (ESMATS 2009)” (Viena, Austria); “21st

“Formación Continua” del propio IAC y en menor medida por la convocatoria de “Formación Continua” financiada por el Ministerio de Administraciones Públicas y por los propios proyectos instrumentales.

En general, las actividades de formación han sido bien valoradas por los asistentes. La estadística total, obtenida a partir de las estadísticas de satisfacción realizadas por el Área de Instrumentación, muestra los siguientes valores:

Aspecto	Valoración* (de 1 a 5)
Contenido	3,8
Duración	3,6
Profesor	4,0
Aplicabilidad de los conocimientos	4,1
Valoración global	3,7

*1=Deficiente; 5=Excelente

La comparación con los valores obtenidos en 2008 muestra un resultado levemente mejor en el contenido, manteniéndose el resto de parámetros con valoraciones similares.

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.

PERSONAL

Altas. Han sido las siguientes:

- Departamento de Mecánica. Se han incorporado Á. Mato Martínez y L. Peraza. El primero en octubre para participar en el Proyecto EMIR y el segundo, en abril, después de un periodo de excedencia.

- Departamento de Software. M. Rodríguez Ramallo se incorporó en abril para participar en el Proyecto QUIJOTE.

- Departamento de Óptica. Este año, J.L. Rasilla, ingeniero senior, obtuvo la plaza de Jefe del Departamento.

Bajas. Han sido las siguientes:

- Departamento de Mecánica. Se encuentran en excedencia J. Pérez, S. Barrera y F.J. Fuentes. Los dos primeros desde mayo y el segundo desde octubre. S. Barrera y F.J. Fuentes se han incorporado a la organización internacional ITER, en Francia.

- Departamento de Electrónica. Ha causado baja de J.J. Piqueras, que terminó su contrato en el Proyecto IMaX en el mes de septiembre.

- Departamento de Óptica. Ha causado baja S. Chueca, que estuvo contratado hasta octubre para el desarrollo de algoritmos de cofaseo para el telescopio E-ELT. Por otro lado, a final de año también finalizaron sus contratos M. Insausti y H. Vázquez. J. Sánchez-Capuchino renunció a su plaza de interino a final de año para incorporarse como laboral indefinido.

- Departamento de Proyectos. Causo baja C. Grivel-Gelly que terminó su contrato para

Evolución de los contratos

En el gráfico Gráfico V se muestra la evolución de los contratos de Ingeniería y los becarios de proyectos desde el año 2000. Es de destacar el incremento continuado 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. Las fluctuaciones en los dos últimos años en el personal fijo y en el temporal con cargo a financiación interna, se deben por un lado a la excedencia de algunos ingenieros y, por otro, a la obtención de plazas fijas.

El Gráfico VI ilustra el personal del Área en excedencia desde 2005. Al tratarse de personal fijo con experiencia ha sido inevitable que tenga un cierto impacto en la marcha de los proyectos.

Gráfico V

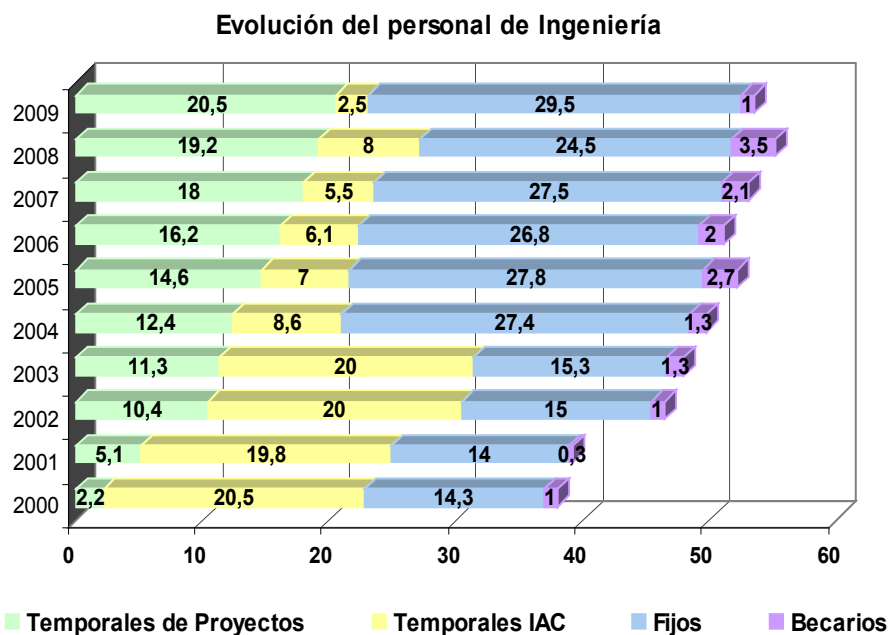
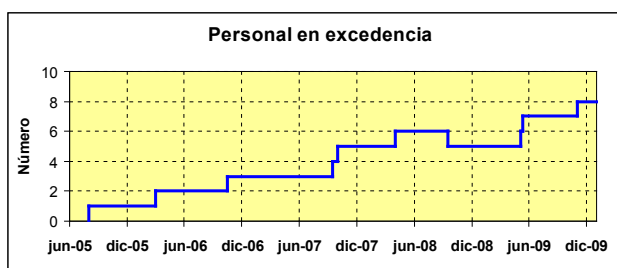


Gráfico VI



Dentro del programa de becas de verano, hemos recibido a cuatro estudiantes o recién titulados de diversas especialidades técnicas, 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

- R. Margolles Cobo (Ingeniera Informática de la Univ. Pontificia de Salamanca). Colaboró en el Departamento de Software en el Proyecto “Herramientas para la mejora de la calidad y eficiencia del proceso de desarrollo de software para instrumentos del telescopio GTC”. Su tarea consistió en la generación de código de pruebas para un modelo de componentes. Esta generación de código se basó en una aproximación dirigida por modelos con las siguientes fases: 1) Expresar en un lenguaje específico del dominio las características de un componente; 2) Crear un analizador sintáctico y un metamodelo usando la herramienta Xtext; 3) Validar los modelos con la herramienta Check; y 4) Generar código a través del motor de plantillas Xpand; plantillas expresadas contra el metamodelo. Supervisor: J.C. López, del Departamento de Software.

- A.J. Pérez García (Estudiante de Ingeniería Superior Industrial en la Univ. Carlos III de Madrid).

Participó dentro del Proyecto EMIR en Departamento de Mecánica en las tareas de “Montaje, integración y verificación de prototipos de desarrollo y subsistemas mecánicos”. Las tareas que realizó durante su estancia consistieron en participar en el cierre del diseño detallado del mecanismo de la ventana del criostato (Cryostat Window Cover System), la generación de todos los

MEMORIA

2009 IAC

230

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 4 becarios seleccionados este año estuvieron en el IAC entre julio y septiembre.

planos de fabricación, la selección y compra de los elementos comerciales, así como el manual de integración. Asimismo participó en el diseño de útiles y manual de integración de la lente Colimador 1. Finalmente participó en la revisión y recopilación de documentación del actual concepto del útil de integración de EMIR. Las principales actividades formativas consistieron en familiarizarse con el entorno del Proyecto, sus objetivos y motivaciones, y con la consolidación en el uso de las herramientas de diseño 3D, ProEngineer, y análisis estructural por elementos finitos, ANSYS.

Supervisor: *V. Sánchez de la Rosa*, Jefe del Departamento de Mecánica.

- J. García Jiménez (Estudiante de Ingeniería de Telecomunicación en la Univ. de Granada). Colaboró en el desarrollo del procesado en tiempo real con FPGA de una Cámara Plenóptica, con la finalidad de que se utilizara en la Óptica Adaptativa multiconjugada del Telescopio Solar Europeo EST. Supervisor: *L.F. Rodríguez Ramos*, Jefe del Departamento de Electrónica.

- L. Moreno Pozas (Estudiante de Ingeniería de Telecomunicación en la Univ. de Málaga). Realizó durante su estancia en el verano la caracterización de una cámara CCD de tamaño 4k x 4k píxeles, fabricada por Spectral Instruments para el Proyecto EDiFISE, así como actividades afines a la calibración optoelectrónica, principalmente la requerida eficiencia cuántica, utilizando las instalaciones del Laboratorio de Imagen y Sensores Astronómicos (LISA). Supervisor: *E. Joven*, del Departamento de Electrónica.

Estancias en prácticas

- M. N'Diaye, Doctor en Ingeniería Electrónica por la UNAM (Méjico) y Diplomado en los estudios de Óptica, Señal e Imagen por la Univ. de Marsella (Francia), realizó su período de prácticas de la Escuela Internacional de Instrumentación Avanzada (IScAI-2009) en el IAC, agrupado bajo el título: "Upgrade and extension up to the infrared of a calibration bench for astronomical detectores". Su estancia terminó con la presentación de sus

resultados el 17 de diciembre, en la Sala de Grados de la Univ. Complutense de Madrid. Supervisores: *J.J. Díaz y E. Joven*, del Departamento de Electrónica.

Proyectos Fin de Carrera

- I. Blanco Pérez y J.Á. Rodríguez Pérez (Estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil e Industrial de la Univ. de La Laguna). Realizaron y presentaron conjuntamente su proyecto fin de carrera. Dicho proyecto consistió en el desarrollo de la lógica reconfigurable necesaria para utilizar un MODEM de audio con la finalidad de servir de conversor digital-analógico para el control FPGA de un espejo basculante (tip-tilt). Esta actividad estuvo enmarcada en la Óptica Adaptativa del Proyecto EDiFISE.

Supervisores: *H. Chulani y Y. Martín*, con la participación de *L.F. Rodríguez Ramos*, del Departamento de Electrónica.

- A. Dávila González (Estudiante de la Escuela de Ingeniería Técnica Industrial de la Univ. de La Laguna).

Realizó y presentó su proyecto fin de carrera que consistió en la implementación sobre FPGA del algoritmo de Hudgin para la recuperación en tiempo real de la fase del frente de onda. Esta actividad estuvo enmarcada en el desarrollo del proyecto de investigación en Óptica Adaptativa que desarrollan en colaboración la Universidad de la Laguna y el IAC y que lleva por título "Prototipo de cámara de fase-distancias sobre hardware especializado: GPUs y FPGAs (Plan Nacional de Diseño y Producción Industrial DPI2006-07906), sección sensores de frente de onda".

Supervisor: *J.J. Díaz García*, del Departamento de Electrónica.

- D. Jiménez Mejías y M. Puga Antolín (Estudiantes de la Univ. de La Laguna).

Han comenzado en 2009 a realizar sus proyectos fin de carrera en el Departamento de Electrónica en temas de diseño de sistemas de alta disponibilidad para el monitorizado automático de la atmósfera (Proyecto DIMMA) y de control en lazo cerrado del espejo basculante (tip-tilt) del Proyecto EDiFISE, respectivamente.

**MEMORIA
IAC 2009**

231

PRODUCCIÓN

Componen Producción el Taller de Mecánica, Taller de Electrónica, Gabinete de Delineación Técnica, Servicio de Mantenimiento Instrumental y el SIE de Instrumentación.

TALLER DE MECÁNICA

Mejoras en infraestructura

Cabe destacar la incorporación de una máquina de corte por plasma con regulación electrónica para todo tipo de metales de la firma JÄCKLE hasta un espesor máximo de 75 mm. La novedad estriba en que usa aire comprimido en lugar de gas (la anterior máquina usaba NOXAL).

Para mantener planas las superficies y evitar abombamientos de materiales a mecanizar, de pequeño espesor sean rígidos o flexibles, se adquirió una mesa para sujetarlos mediante vacío.

Las máquinas de CNC fueron revisadas por la empresa Intermaher. En la máquina H-400 se detectó una holgura en el cabezal portaherramientas que afectaba a la fabricación en piezas con tolerancias muy estrictas y hubo que sustituirlo.

Respecto a maquinaria auxiliar se adquirieron un martillo portátil de impacto a batería y unas alargaderas para las horquillas de la carretilla elevadora para aumentar la capacidad del volumen de carga.

La adquisición de un detector de temperatura y humedad relativa con memoria para el Laboratorio de Metrología Dimensional servirá para disponer de los históricos de las condiciones ambientales de las medidas que en él se realizan.

que permitirá trabajar con toda seguridad en reparaciones de las lámparas y de los puentes grúa. Estas líneas de vida están dotadas de conector deslizante horizontal extraíble con conexión y desconexión en cualquier punto y con absorbedor de energía.

Por último la firma DEMAG Cranes&Components ha realizado un reconocimiento y verificación de los elementos de los puentes grúas y polipastos del taller de mecánica, certificando su óptimo funcionamiento.

Formación

El personal del Taller de Mecánica asistió a cursos sobre:

- Cualificación de Procedimiento y Soldadores según Normas Europeas EN 15614-2.
- Responsabilidad del empresario y sus directivos en PRL.
- Habilidades de comunicación con programación neurolingüística.
- Riesgos y medidas preventivas en plataformas elevadoras.
- Manejo de Ranger de Nitrógeno.
- Mejoras en el uso del software de mecanizado de fresa con Pro/ENGINEER por parte de técnicos de la empresa SCA para el sistema CAD/CAM en las máquinas CNC.

Cabe destacar el curso impartido en Delineación a técnicos del Taller de Mecánica sobre: Introducción al Pro/Engineer, datos de referencia, definición de pieza en el programa esbozo I y II, creación de un plano y montaje de un conjunto.

Actividad

La actividad desarrollada por el Taller de Mecánica durante el año 2009 ha estado relacionada principalmente con la fabricación de piezas y soporte de tipo mecánico a distintas Instalaciones Telescópicas, Proyectos, Departamentos y Servicios del IAC.

MEMORIA
2009 IAC

- 232 Aprovechando el aire caliente que genera el condensador del aire acondicionado de la Sala AIV se ha instalado un sistema de calefacción en las zonas de mecanizado y de maquinaria auxiliar. Este sistema además de suponer un ahorro económico al IAC contribuirá a mejorar el medioambiente.

A lo largo de la parte interior del techo del Taller se ha colocado una línea de vida

- Destaca la dedicación prestada al Proyecto EMIR con 2.323,71 horas (20,24 % del total).
- En el Proyecto Anisotropía del fondo cósmico de microondas, se emplearon 1.486,65 horas (12,95 % del total).
- En el Proyecto ELT se emplearon 1.269,31 horas (11 % del total).
- En el Proyecto OSIRIS el tiempo empleado fue de 988,61 horas (8,6 % del total), sensiblemente inferior al del año pasado.
- Las horas dedicadas por el propio Taller en tareas de mantenimiento y conservación supuso un 8,3 % del total.
- En el Proyecto EST se emplearon 408 horas de trabajo que representa un 3,5 % del total.
- El 31,91 % de tiempo restante se emplearon en formación y en otros proyectos como: GREGOR, Departamento de Óptica, Operaciones de las Instalaciones Telescópicas, Caracterización de los Observatorios de Canarias, Sismología Solar y Estelar, Mantenimiento Instrumental, etc.

TALLER DE ELECTRÓNICA

Mejoras en infraestructura

En las zonas de montaje, mecanizado, almacén, y laboratorio de calibración del Taller de Electrónica se sustituyeron las luminarias que faltaban para cumplir con los niveles de luminosidad necesarios. En la zona de montaje se renovó el mobiliario de los cuatro puestos de trabajo con mesas de trabajo y estanterías, con protección ESD, ajustables en altura mecánicamente y adaptación ergonómica a cada técnico. El equipamiento para realizar soldadura SMD se incrementó con las adquisiciones de un microscopio binocular con Zoom (hasta x135) y un extractor de humos de soldadura con boquillas específicas y de acción directa sobre los soldadores.

Para solucionar problemas de almacenamiento se compraron estanterías y cajas contenedoras de plástico.

Como ya es habitual se renovaron las herramientas de uso común que ya estaban deterioradas.

Formación

El personal del Taller de Electrónica asistió a los siguientes cursos:

- Formación LPK Protomat S-100 y CircuitCam.
- Compatibilidad Electromagnética (EMC) en el diseño Electrónico.
- Diseño de PCB's mediante el programa Altium Designer.
- Planificación y Organización en el Trabajo (impartido on line).
- Distintos cursos de Seguridad y Salud impartidos en el IAC.

Actividad

Proyecto OSIRIS. Instalación en el telescopio GTC y trabajos relacionados con solución de problemas y mejoras en el instrumento tales como: fabricación de tarjetas PCB TF Adapter, soporte técnico Driver WSS pruebas, fabricación y montaje del nuevo sistema de sensores en las ruedas de filtros; estudio y resolución de problemas de ruidos electromagnéticos en el detector de OSIRIS con la propuesta de nuevo cableado; documentación del cableado del Instrumento.

Proyecto EMIR. Realización de planos a nivel de bloques de todos los sistemas electrónicos, de aire y refrigeración que componen el Instrumento y sus interconexiones. Selección y pedido de materiales necesarios para la fabricación de los diferentes Racks que componen el instrumento y en especial los diferentes conectores para interconexión los diferentes sistemas del instrumento tanto en el exterior como en el interior del criostato.

Proyecto ELT-WEB. Integración del WEB en el IAC para realizar pruebas de verificación así como su instalación y puesta en marcha en el OT.

Proyecto QUIJOTE. Evaluación del montaje del los armarios de control y soporte técnico del telescopio.

Proyecto DIMMA. Fabricación y cableado de una unidad de alimentación para colocar este instrumento en la torre de 9,2 m de altura en la zona del MAGIC en el ORM.

El resto de la actividad estuvo relacionada con trabajos propios del mantenimiento del Taller y soporte otros talleres, Departamentos o Servicios.

R. Barreto se responsabilizó de supervisar el trabajo en prácticas desarrollado por un alumno de FP del IES Telésforo Bravo del Puerto de la Cruz. El trabajo consistió en implementar el software del algoritmo del sistema de vacío de EMIR.

GABINETE DE DELINEACIÓN TÉCNICA

Mejoras en infraestructura

Renovación de los monitores en los puestos de trabajo y adquisición del dominio con ProEngineer Wildfire.

Formación

El personal del Gabinete de Delineación Técnica ha recibido formación relacionada con Pro/Engineer Wildfire 4, Pro/Intralink 9 y Prevención de Riesgos Laborales y por otro lado han dedicado tiempo a la autoformación realizando ejercicios prácticos especificados en los manuales. En el ámbito de la Prevención de Riesgos Laborales recibieron distintas charlas y cursos de formación.

Actividad

La actividad ha estado principalmente centrada en los proyectos OSIRIS (generación del conjunto existente en formato IGES, formato imagen, a conjunto 3D de Pro/Engineer); EMIR (verificación de planos de fabricación y actualización de conjuntos relacionados), LIRIS (planos de máscaras) y la propia Delineación Técnica que ha generado librerías de elementos ópticos y mecánicos en Pro/Engineer. Los proyectos EDIFISE, Fondo Cósmico, OA-FPGA detectores, Mantenimiento Instrumental y Departamento de Óptica han

requerido servicios de diseño de óptica, destacando entre ellos EDIFISE con los diseños de una interfaz mecánica que permite incluir el montaje del sistema de Óptica Adaptativa tanto en las verificaciones en el IAC como en OGS o en el telescopio WHT y otros diseños tales como la montura de espejo plano Pellicle Beamsplitters 6" Dia 8R/92T, montura de dicróico de 150x150mm, interface mecánica espejo deformable (Alpao), interface mecánica espejo deformable (Cila).

Otros proyectos que han solicitados los servicios del Gabinete de Delineación Técnica han sido OSIRIS, EMIR, GREGOR, Shabar, TTN, Sala AIV, ELT-WEB y LIRIS.

SERVICIO DE MANTENIMIENTO INSTRUMENTAL

Mejoras en infraestructura

Para tener autonomía de suministro eléctrico se adquirió un grupo electrógeno portátil de gasoil con potencia de 5 KW.

Una cámara de fotos digital, 3 termohigrómetros, uno para la Sala Limpia de MI, uno para el OT y uno de repuesto, 3 sondas de temperatura tipo T (-200°C a 400°C) para los lectores del taller y dos taquillas para guardar los EPI's en el OT y en la Sede Central completan las mejoras en infraestructura de este Servicio.

Formación

Personal del Servicio de Mantenimiento Instrumental recibió formación sobre:

- Manipulación de Nitrógeno Líquido.
- Seguridad vial.
- Riesgos y medidas preventivas en trabajos en espacios confinados.
- Primeros auxilios.
- Prevención de Riesgos Laborales (básico).
- Riesgos psicosociales.
- Conducción con 4x4 en condiciones extremas.
- Estatuto Básico del Empleado Público.
- Trabajos en alta montaña.
- Riesgos en trabajos eléctricos.

Actividad

Durante el año 2009 se facturaron un total de 6.702,5 horas en diversas actividades. Estas se distribuyeron entre distintos Proyectos conforme el Gráfico VII.

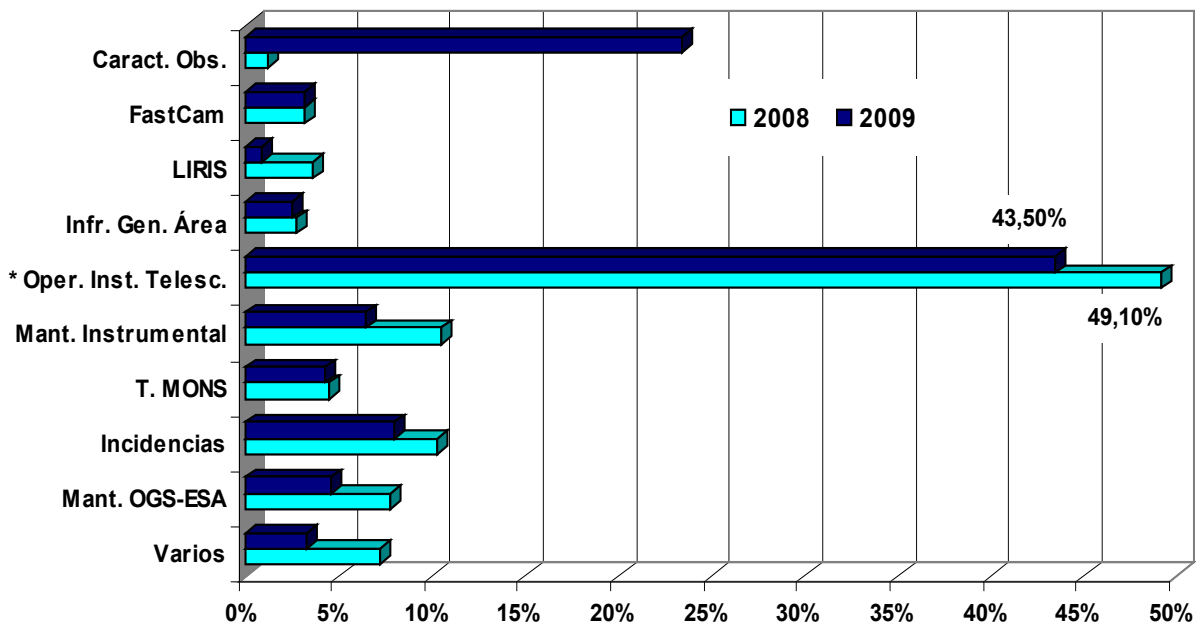
Como viene siendo habitual la mayor parte del tiempo de este Servicio es invertido en el Proyecto Operación de las Instalaciones Telescópicas que durante este año supuso un 43,5% del total.

En el Gráfico VIII vemos la distribución del tiempo en las distintas instalaciones a las que se da soporte. La actividad "VARIOS" creció substancialmente respecto a 2008 debido a la instalación y retirada del instrumento INTEGRAL en el telescopio WHT.

En el Gráfico IX se puede ver la distribución de los trabajos en los telescopios IAC-80 y TCS. La fuerte caída del tiempo invertido en cambios de equipo en el telescopio IAC-80 fue debida a que sólo se realizaron cambios

Gráfico VII

Dedicación de Mantenimiento Instrumental a los diversos proyectos en 2008 y 2009



Ver Gráfico VIII

Gráfico VIII

Distribución de trabajos en las distintas Instalaciones Telescópicas

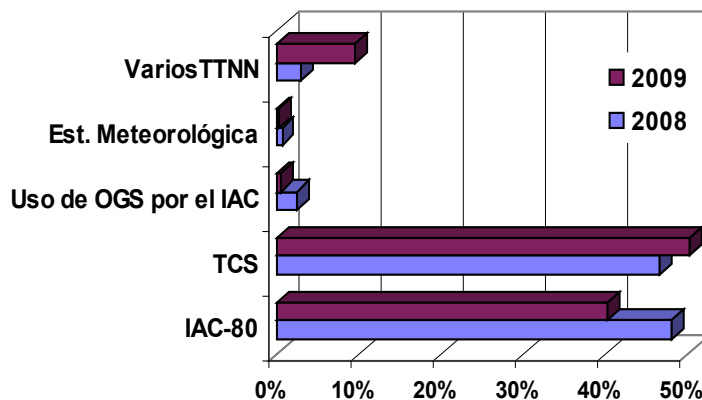
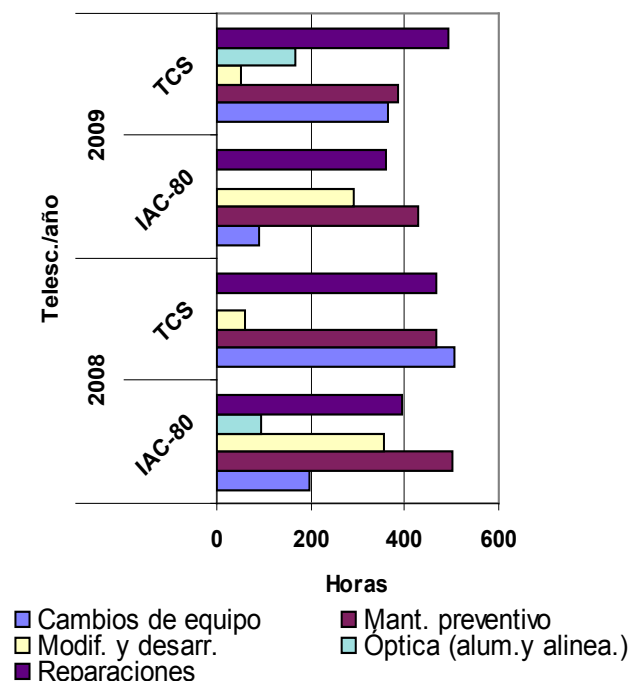


Gráfico IX

Dedicación de Mantenimiento Instrumental en los telescopios IAC-80 y TCS



con las revisiones periódicas de alineado. Lo mismo pasó en el telescopio TCS pues este año prácticamente no hubo que instalar SCIDAR.

Respecto a mejoras realizadas se continuó trabajando en el sistema de control de la nueva Caja de Adquisición y Guiado del telescopio IAC-80 y se terminó el software y se preparó el cableado. Las pruebas realizadas en el taller permitieron detectar algún que otro fallo que han sido corregidos. A lo largo de 2010 quedará instalado en el telescopio.

Las actualizaciones de hardware quedaron instaladas en el telescopio TCS.

MEMORIA 2009 IAC

236 Durante 2009 el Servicio de Mantenimiento Instrumental dedicó un total de 1.571 horas al Proyecto Caracterización de los Observatorios de Canarias. En el DIMMA, antes de cambiarse a la zona del MAGIC, hubo que reparar el sistema de alimentación por placas solares. Durante esta reparación constatamos que esta instalación tenía una serie de deficiencias, algunas graves, para las cuales, una vez resuelto el fallo,

se empezaron a estudiar las posibles mejoras. Entre ellas estaba un nuevo cuadro eléctrico, adquirir un generador que permitiese cargar las baterías en caso de mal tiempo o fallo de las placas solares y otras mejoras en el cuadro de control.

En el mes de julio hubo que trasladar el antiguo DIMM a la azotea del edificio de MAGIC. Dado que este instrumento llevaba tiempo sin operar se trajo a la Sede Central donde se le realizó, conjuntamente con el Taller de Mecánica, una revisión. Una vez terminada se instaló en la citada azotea dejándolo listo para su operación.

En octubre se procedió el traslado del MASS-DIMM de “Degollada del Hoyo Verde” a “Las Moradas” a unos 400 m al Oeste del telescopio GTC, lo que supuso desmontar el instrumento y su electrónica y posteriormente volver a reconectar todo en su nueva ubicación.

En noviembre se procedió a trasladar el DIMMA-ORM desde “Las Lajitas” a la nueva torre de 9,2 m de altura que se levantó cerca del edificio de MAGIC.

SIE DE INSTRUMENTACIÓN

Mejoras en Infraestructura

Se compraron 3 nuevos portátiles para aumentar el pool de préstamos para Instrumentación y PC’s para renovar los ya obsoletos en el Área. Los equipos de la Sala de CAD se sustituyeron por máquinas con 8 núcleos, 12 GB de RAM y 1,5 TB de disco.

Formación

Asistencia a los siguientes cursos:

- Curso remoto de ProductView.
- Presentación de Windows 7.
- Windows Server 2008 R1.

H. Rodríguez supervisó el trabajo en prácticas desarrollado por un alumno de FP del IES César Manrique, que consistió en realizar un software para relacionar planos de Autocad con la información del inventario.

Actividad

Respecto a la actividad cabe destacar:

- Generación de una imagen de máquina virtual de Fedora para permitir ejecutar este sistema virtualizado en casos de necesidad de recompilar software bajo esta plataforma.
- Puesta en marcha el espacio de Instrumentación en el sistema de almacenamiento masivo del SIC (\\NAS4\Instru y \\NAS4\Instrucopias).
- Traslado de reservas de material de préstamos del SIE al software eGorupware para que hacerlo más efectivo.
- Configuración del equipo Diomenes con sistema de tolerancia a fallos RAID 1 para lectura de datos de pruebas en la Sala AIV.
- Puesta en marcha y gestión del nuevo sistema de Control de Accesos a los laboratorios del Área.
- Configuración e instalación de software en los portátiles de la ISCA así como asesoramiento en la adquisición de las licencias.
- Gestión de la comunicación con Avantic sobre los problemas en el desarrollo de la aplicación de gestión de solicitudes de trabajo a los talleres.
- Cambio de nombres y segmentación de redes de los equipos del Área.
- Mejora y cambios en la macro para copias de seguridad.
- Migración del software de gestión de planos y modelos de Ingeniería Mecánica, Intralink 3.4, a Windchill 9.0 con soporte de integración en ERP.
- Negociación de nueva licencia para el Software de National Instruments para pasar la actual a licencia de Investigación.
- Actualización del software del Departamento de Mecánica y el Servicio de Delineación Técnica a las últimas versiones de Ansys, Pro/Engineer Wildfire, Autocad y Mathcad, actualización de Altium Designer en el

Taller de Electrónica y configuración de un sistema para centralizar las actualizaciones del programa.

- Creación de macro automática para chequeo de los servidores de licencias de software y comunicación automática al CAU en caso de fallo.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Mejoras en infraestructura

Aparte de la calibración anual de todos los patrones utilizados en las calibraciones se adquirió un nuevo equipo de aire acondicionado ya que el anterior fallaba continuamente y era difícil conseguir la estabilidad necesaria en humedad y temperatura para realizar calibraciones. También se compró una nueva pinza amperimétrica ya que la actual presentaba una desviación que comenzaba a ser imposible corregir.

Formación

Personal del Laboratorio asistió a los cursos:

- Metrología (virtual).
- Herramientas Prácticas de EXCEL para la realización de cálculos en el Laboratorio y calibración/control de equipos de medida y ensayo.

Actividad

Como es habitual en este Laboratorio, la actividad se centro en calibrar equipos y mantener al día los requerimientos necesarios para hacer frente a la auditoría anual al que es sometido por la ENAC, y que fue superada sin incidencias.

Se calibraron equipos a las empresas Betico y a BINTER CANARIAS/Technic.

MEMORIA
IAC 2009

237

ACCIONES DE APOYO TECNOLÓGICO

Este apartado hace referencia a los trabajos que se realizan para empresas tanto públicas como privadas, o bien para empresas vinculadas al IAC que solicitan trabajos no acordados.

Como más relevantes aparte de los ya mencionados en la actividad del Laboratorio de Calibración Eléctrica se aluminizó un espejo al Kiepenheuser-Institut für Sonnenphysik.

OTROS

CONTROLADOR DE DETECTORES

J.J. Díaz García.

Introducción

El IAC ha identificado la necesidad del diseño de un controlador de detectores propio para cubrir sus necesidades. Se iniciaron en 2008, en colaboración con la Universidad Politécnica de Cartagena, los trabajos encaminados de familiarización e identificación de tecnologías aplicables.

Evolución del Proyecto

- Identificación de tecnologías aplicables y de sistemas propios para el prototipado: tecnologías basadas en FPGAs y sistemas de desarrollo y hardware de prototipado basado en FPGAs.
- Se ha adquirido detectores adecuados para las pruebas con los sistemas de prototipado para la obtención de resultados representativos: CCD97: CCD intensificada y CCD220: CCD intensificada de alta velocidad.
- Se ha especificado, subcontratado y probado una cabeza para CCD97 que será utilizada en el proceso de desarrollo y prototipado.
- Se han realizado varias reuniones, por teleconferencia y con asistencia a la Universidad de Cartagena, para seguimiento de las tareas del grupo y establecer las líneas de trabajo.
- Se ha tenido contactos y reuniones con fabricantes de cámaras para estudiar sus capacidades y posibilidades de cooperación con el grupo.

OTRAS ACTIVIDADES

Con vistas a la posibilidad de que el E-ELT sea instalado en el ORM hubo que mover los actuales monitores de Seeing a los lugares seleccionados por la ESO como

posibles candidatos a ubicar el telescopio. El trabajo consistía en gestionar el traslado del MASS-DIMM de La Degollada del Hoyo Verde a Las Moradas a unos 400 m al Oeste del telescopio GTC y diseñar e instalar una torre para colocar el DIMMA en la zona del MAGIC.

En el primer caso hubo que abrir un camino para poder llegar en coche, se contrato a un aparejador para que realizara el proyecto de edificación y a un ingeniero para realizar el proyecto eléctrico ya que era inviable continuar funcionando con grupo electrógeno. Toda esta documentación se presentó en el Ayuntamiento de Garafía para solicitar la correspondiente licencia, que fue aceptada. Hubo que fabricar nuevas zapatas tanto para la torre de personal como para la de instrumento, comprar una nueva caseta de alta montaña y llevar corriente eléctrica y red informática desde el telescopio GTC a la misma. En la actualidad este instrumento está en funcionamiento en su nueva ubicación.

Respecto a la torre de 10 m de altura se optó por diseñar un suplemento y colocar la de "Las Lajitas" sobre ella. NTE fue la empresa que diseñó este suplemento. Los requerimientos que debía de cumplir eran los mismos que para la torre de 5 m y por tanto había que tener en cuenta todo el conjunto. Con un primer boceto que se entregó a un aparejador se hizo un proyecto que junto con otro de instalación eléctrica se presentaron en el Ayuntamiento de Garafía para solicitar la licencia.

El diseño de fabricación fue entregado en el tiempo establecido y la fabricación e instalación de la torre fue adjudicada a la empresa Canaria CEMESA que al igual que la anterior cumplió los plazos establecidos en el contrato. Actualmente el DIMMA está instalado en la torre y tomando datos.

OFICINA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN (OTRI)

OFICINA DE PROYECTOS INSTITUCIONALES Y TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN (OTRI)

(7E0307, 7E0407, 7E0507, 7E0607,
7E0709, 7E1606, 7E2308, 7E3405,
7E3605, 7E3609, 7E3705, 7E3805,
7E3905, 7E4402, 7E5207, 7E5707)

J. Burgos, S. Jiménez, M. Regás 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 desarrollando su actividad desde 1989, y desde hace años ha pasado a desempeñar también un papel destacado en relación con ciertos proyectos institucionales que el IAC mantiene con el entorno científico nacional e internacional para el desarrollo de grandes infraestructuras científicas, la potenciación de los observatorios de Canarias, y en beneficio de una mayor coordinación con la comunidad astrofísica europea. En esta línea de trabajo destaca durante el 2009 nuestra participación en el estudio sobre los aspectos científicos, tecnológicos, industriales y económicos relacionados con el Telescopio Europeo Extremadamente Grande (E-ELT), la gestión de la participación del IAC en HELAS (European Helio- and Asteroseismology Network) y en SOLAIRE (Solar Atmospheric

and Interplanetary Research), así como los proyectos de “Mejora de las instalaciones del OT y ORM y acceso a las mismas” y nuestra participación en los grupos de trabajo de la Red de Infraestructuras de Astronomía (RIA). Del mismo modo, la OTRI proporciona un apoyo importante al equipo del IAC que coordina el Estudio de Diseño del Telescopio Solar Europeo (EST), iniciado en 2008. En el marco de este Proyecto, en el que participan además 28 instituciones europeas, la OTRI lidera también un paquete de trabajo orientado a estudiar las implicaciones socio-económicas de este nuevo telescopio, de forma análoga a lo que se ha desarrollado para el E-ELT.

Las distintas líneas de actuación y principales servicios que la OTRI presta de forma habitual a sus usuarios se muestran en el tabla de la página siguiente. Se destacan aquellos proyectos o líneas de trabajo que de manera especial se han gestionado durante el 2009 desde esta Oficina:

Algunos resultados relevantes y actividades

Durante el año 2009, 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.

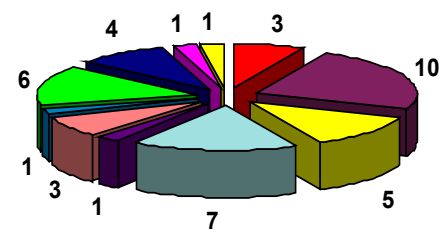
Gráfico X

En el marco de esa colaboración con las distintas Áreas del IAC para la elaboración y presentación de proyectos, se apoyaron y gestionaron durante el 2009 un total de 42 nuevas propuestas, por una cuantía superior a los 14,4 millones de euros, de las cuales, en el momento de redacción de esta memoria, 25 han sido ya concedidas, por un total de 2,7 millones de euros, 5 se encuentran aún en proceso de evaluación y 12 han sido denegadas.

Es de destacar que las cinco propuestas aún en evaluación se corresponden con cuatro solicitudes de participación en redes europeas, por una cuantía en conjunto de algo más del millón de euros, y una

Número de solicitudes de financiación externa

Programa de financiación 2009



- Divulgación
- Acciones Complementarias. PN MICINN
- Recursos Humanos. MICINN
- Proyectos I+D. MICINN
- Consolider Ingenio. MICINN
- Infraestructuras I+D. MICINN
- Séptimo Programa Marco. Acciones Marie Curie
- Séptimo Programa Marco. Programa IDEAS
- Séptimo Programa Marco. Otras
- Congresos Gobierno de Canarias

Línea de actuación y tipo de servicio	Actuaciones más relevantes a resaltar en 2009
1.- Financiación de la I+D+i.	<ul style="list-style-type: none"> • Web de la OTRI del IAC. Información semanal y asesoramiento
2.- Actividad de I+D+i del IAC y sus capacidades tecnológicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Memoria de Actividades de I+D+i e información específica de las distintas entidades • Nuevo catálogo de servicios, capacidades y medios tecnológicos del IAC
3.- Proyectos de financiación externa. Gestión y coordinación de solicitudes	<ul style="list-style-type: none"> • 42 nuevas propuestas por un valor de 14,4 M€: 25 han sido concedidas (2,7 M€), 5 aún en proceso de evaluación y 12 denegadas • Redes y nuevos proyectos financiados bajo el Programa Marco I+D+i
4.- Proyectos Institucionales: - Proyectos de infraestructura científica y técnica:	<ul style="list-style-type: none"> • Proyectos de Mejora y Acceso a los Observatorios de Canarias. MICINN • Acciones complementarias: apoyo a la participación española en el Estudio de Diseño del E-ELT y estudio socio-económico • Participación en la Red de Infraestructuras de Astronomía. G3, G5 (RIA) • Coordinación de la Comisión SISE 2009 del P.N. y LIA de Infraestructuras de I+D+i
- Actuaciones de carácter internacional:	<ul style="list-style-type: none"> • HELAS y SOLAIRE. Redes financiadas por la Comisión Europea • E-ELT. Estudio de impacto socio-económico • EST. Estudio de impacto socio-económico
5.- Desarrollos y transferencia de Tecnología	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Negocio del nuevo Centro Tecnológico asociado al IAC • Información y asesoramiento en materia de protección industrial • Reuniones bilaterales con Clusters de Canarias
6.- Otras	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de formación OTRIs en Canarias • Mejora de gestión interna en la presentación de servicios de la OTRI

propuesta bajo el Programa IDEAS, que ha pasado ya el primer filtro, y que podría implicar otro millón de euros en caso de ser finalmente aprobada.

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

Programa de financiación al que se solicita la ayuda	Solicitudes presentadas	Solicitudes aprobadas	Solicitudes denegadas o renunciadas*	Solicitudes en evaluación*	Financiación aprobada hasta la fecha
Divulgación C&T. FECYT	3	1	2	0	20.000 €
Acciones Complementarias. MICINN	10	8	2	0	332.200 €
Recursos Humanos. MICINN	5	5	0	0	1.000.591 €
Proyectos I+D. MICINN	7	6	1	0	1.104.000 €
Acciones Integradas. MICINN	1	1	0	0	8.000 €
Consolider Ingenio. MICINN	3	1	2	0	140.000 €
Infraestructuras. I+D. Técnicos de apoyo. MICINN	1	1	0	0	56.700 €
Séptimo Programa Marco de I+D. Acciones Marie Curie o programas similares	6	1	1	4	45.000 €
Séptimo Programa Marco de I+D. Programa IDEAS	4	0	3	1	0 €
Séptimo Programa Marco. Otras	1	0	1	0	0 €
Congresos. Gobierno de Canarias	1	1	0	0	9.600 €
TOTAL	42	25	12	5	2.706.491 €

2. Proyectos específicos de Infraestructura científica y técnica, y otras actuaciones

2.1. Fondos FEDER para infraestructura científica

La OTRI del IAC ha seguido gestionando y coordinando durante este año las ayudas aprobadas 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 la última justificación de gastos durante el primer trimestre de 2009. Todos estos proyectos han concluido ya en su totalidad:

- 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. Mejora y acceso a los Observatorios de Canarias

Desde finales del 2005 se gestiona desde la OTRI un programa de ayudas para costear

Tiempo). Del mismo modo, este programa, auspiciado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, financia de manera importante la mejora del equipamiento disponible en estos Observatorios.

En concreto, durante el 2009, se han podido completar las siguientes mejoras de infraestructura gracias a este nuevo Proyecto:

- Simulador de frente de onda para óptica adaptativa
- Espejo deformable
- Sistemas de refrigeración de CCDs
- Adquisición de datos para FastCAM
- Detector de alta eficiencia cuántica en la banda R-Z

Por su parte, un total de 204 astrónomos, principalmente de la comunidad astrofísica nacional (aunque también de Alemania, Francia, Hungría, Reino Unido, Bélgica, Italia, Suecia, Finlandia, Suiza, EEUU, Países Bajos, Irlanda, Canadá y Austria), se han beneficiado durante el 2009 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 con una ayuda de hasta 300 € en concepto de viaje, y con todos los gastos de alojamiento y mantenimiento cubiertos. Las siguientes gráficas muestran los telescopios

a los que han accedido estos investigadores, así como el número de días-noches de observación concedidos.

Gráfico XI

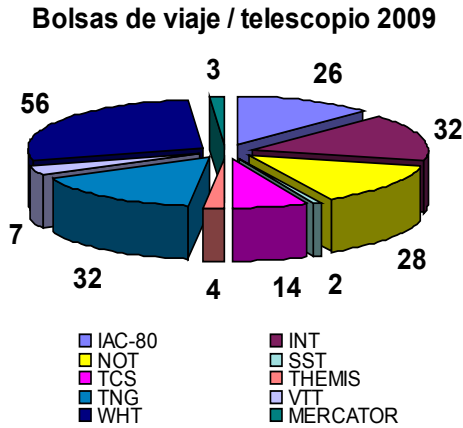
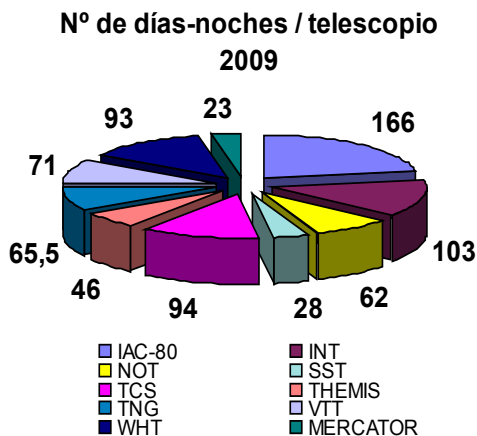


Gráfico XII



En abril de 2009 tuvo lugar una visita de control por parte del Ministerio en relación con estas ayudas. Se levantaron actas de verificación completamente satisfactorias en relación con la ejecución de las distintas actividades.

MEMORIA 2009 IAC

242 Este programa de ayudas, vigente hasta el 2009, no estará operativo durante el 2010.

2.3. Sist. Integral de Seguimiento y Evaluación (SISE) del Plan Nacional. Infraestructuras

El SISE se integra en el Plan Nacional de I+D+I 2008-2011 como mecanismo de seguimiento y evaluación de las políticas de investigación e innovación y se caracteriza

por incorporar la evaluación ex-post de los resultados de los programas de I+D a los procesos de evaluación continua a los que toda política pública debe estar sometida, para revisar las actuaciones existentes e identificar la necesidad de nuevas iniciativas.

La OTRI del IAC ha actuado de Coordinador para la Comisión 2009 en relación con el Programa Nacional de Equipamiento e Infraestructuras Científicas y Tecnológicas, así como para la Línea Instrumental de Actuación (LIA) para Infraestructuras Científicas.

2.4. Estrategia OPIS 2020

Desde la OTRI del IAC se ha prestado colaboración en el marco de la iniciativa del Ministerio de Ciencia e Innovación sobre proyectos emblemáticos dentro de la Estrategia 2020. En concreto, se ha participado en la elaboración de documentación relativa a “Física Solar” y al “Desarrollo de instrumentación científica avanzada”.

Asimismo, se ha participado en un grupo ministerial sobre transferencia de conocimiento.

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.

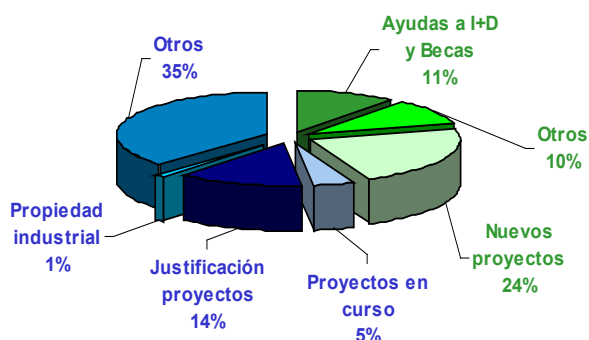
La informatización del procedimiento de tratamiento de consultas ha permitido, una vez más, optimizar el servicio, posibilitando la gestión de expedientes desde cualquier lugar con acceso a Internet, y permitiendo al usuario estar informado en todo momento sobre el estado de su consulta.

Durante el 2009 un total de 177 expedientes fueron resueltos a través de este sistema de atención al usuario (un 10% más que el año anterior). En la prestación de estos servicios,

el 45% de las solicitudes de trabajo han sido relativas a información o asesoramiento (con resolución a muy corto plazo), mientras que el 55% restante han sido actividades de gestión y coordinación, más complejas. Respecto de años anteriores, se han incrementado considerablemente las actuaciones relativas a información (pasando de un 17% a un 45%). Esto es debido principalmente a las consultas relativas al nuevo Plan Nacional de I+D y al nuevo Programa Marco, que han precisado de un mayor esfuerzo por parte de la Oficina, para difundir las oportunidades que ofrecen las nuevas convocatorias.

Gráfico XIII

Tipos de servicios prestados durante 2009

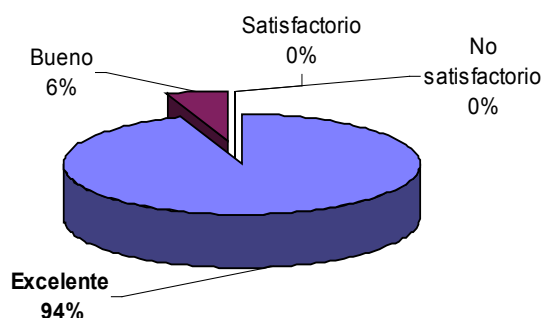


El sistema invita al usuario a evaluar la calidad del servicio prestado. Durante el 2009, casi el 60% de dichos usuarios decidió así hacerlo (cifra algo superior a años anteriores). La gráfica que se acompaña muestra el resultado de esas evaluaciones. Ningún expediente fue evaluado como no satisfactorio, o incluso como sólo satisfactorio.

Gráfico XIV

Evaluación servicios OTRI 2009

(El 60% de los expedientes fueron evaluados)



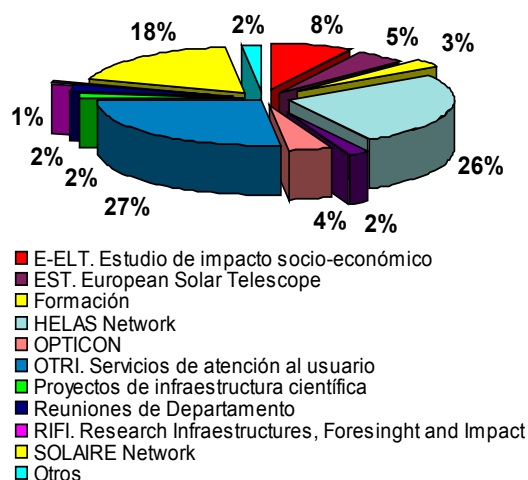
3.1. Horas de dedicación de la OTRI a las diferentes actuaciones 2009

El hecho más destacado durante 2009, en lo que respecta a las actuaciones de mejora para la gestión de nuestros servicios, ha sido el registro diario de las horas del personal de este departamento a los distintos proyectos y expedientes encomendados. Durante el 2008 se inició como prueba piloto para parte del personal, pero ha sido durante el 2009 cuando se ha realizado para todo el personal y todas nuestras actuaciones. De esta forma, no sólo conocemos las actividades llevadas a cabo en la OTRI durante el año, sino también la carga de trabajo de cada una de ellas.

El gráfico que se acompaña (Gráfico XV) representa la dedicación de las cuatro personas de la OTRI durante el 2009. El tiempo relativo a vacaciones, asuntos propios y otras ausencias está debidamente descontado. Se refleja, eso sí, el tiempo dedicado a formación, por parte de los miembros de la oficina.

Gráfico XV

Horas de dedicación de la OTRI a diferentes actuaciones durante 2009



Destaca la dedicación del 26% a la gestión del Proyecto HELAS, que se corresponde con la persona contratada al 100% para ello, más algo de dedicación del resto del equipo; así como el 18% de dedicación a SOLAIRE, que representa el 50% de una de las

personas de la oficina contratada para ello, y una dedicación menor del resto de personal de la OTRI. Llama la atención el hecho también de que las actuaciones propias de esta oficina (servicios más genéricos de atención al usuario), no asociadas directamente a proyectos específicos, requiere aproximadamente de la dedicación equivalente de una persona de este equipo de cuatro (27%).

Tener un conocimiento preciso de la carga de trabajo para cada una de las distintas actuaciones o tipo nos permite una mayor optimización de nuestros recursos, así como una mejor valoración de los trabajos encomendados a esta Oficina.

La OTRI del IAC es responsable también de la gestión y actualización de ciertas bases de datos, páginas de Internet y aplicaciones informáticas en general de interés para la actividad del centro.

Durante el 2009 se ha procedido a la actualización y mejora de aplicaciones como la Base de Datos de Proyectos, páginas Web interactivas para proyectos como "Acceso a los Observatorios de Canarias financiado por el Ministerio", "European Solar Telescope. Technical, industrial and socio-economic aspects", HELAS, etc. Las dos últimas indicadas se muestran en modo gráfico.



4.- Actuaciones de la OTRI de carácter internacional

Durante el 2009 cabe destacar las siguientes actividades de carácter internacional coordinadas desde la OTRI del IAC o en las que se ha participado muy activamente.

4.1. Programa Marco Europeo de apoyo a la I+D y grandes infraestructuras científicas

La OTRI coordina la presentación de propuestas de financiación a las distintas convocatorias del Programa Marco Europeo de apoyo a la investigación, y gestiona además algunos de los proyectos aprobados en los que el IAC participa con carácter institucional. Entre ellos, destacan:

OPTICON (Optical Infrared Co-ordination Network). Durante el 2009 se ha procedido a realizar la justificación de este Proyecto de cinco años de duración que, financiado bajo el Sexto Programa Marco de I+D+i, finalizó en diciembre de 2008. OPTICON-FP6 ha sido una colaboración firmada por 47 entidades representando a casi un centenar de instituciones de 17 países y tres organismos internacionales. En el 2009, financiados ahora bajo el nuevo Programa Marco, las actividades de este Consorcio Internacional siguen su curso.

HELAS (European Helio- and Asteroseismology Network). Esta Red de Coordinación cuenta con un presupuesto de 2,3 millones de euros, y participan en ella 10 instituciones europeas. El IAC coordina uno de los paquetes de trabajo claves de esta red (HELAS Forum) que tiene como objetivo animar, proporcionar y apoyar las



herramientas, actividades e iniciativas en este campo de la Astronomía, de especial relevancia en los últimos años gracias a la puesta en marcha de varios proyectos observacionales, tanto espaciales (CoRoT, Kepler, SDO, etc) como redes terrestres (SONG).

Para lograr este objetivo, HELAS Forum desarrolló un interesante portal de Internet (www.helas-eu.org), así como un servicio (HELAS Newsletter) de envío automático de noticias y convocatorias a todos los usuarios registrados.

Además, desde HELAS Forum se participa activamente con el resto de paquetes de trabajo en la organización de reuniones internacionales, con objeto de que se posibiliten los mejores resultados para estos encuentros, facilitando además la participación de investigadores senior y jóvenes científicos.

En el marco de este Proyecto, se han llevado a cabo, o se ha contribuido en, las siguientes reuniones durante 2009:

- HELAS NA3-4 Workshop. The Acoustic Solar Cycle. Birmingham (Reino Unido). Enero
- First CoRoT International Symposium. Paris (Francia). Febrero
- HELAS NA4 Workshop. Harnack-Haus Berlin (Alemania). Marzo
- Second Iberian meeting on Asteroseismology (Portugal). Abril
- Synergies between solar and stellar modelling (Italia). Junio
- New insights into the Sun: the potential of a new generation of solar-stellar seismic diagnostics (Portugal). Septiembre

Por su parte, la actividad principal del equipo del IAC hacia finales de año ha sido la preparación del IV Congreso Internacional HELAS, a celebrar en febrero de 2010 en la Isla de Lanzarote. Durante el encuentro se debatirán contenidos de Heliosismología y Astrosismología, prestando especial atención a los resultados obtenidos en los últimos proyectos observacionales. Un total de 150 asistentes participarán en el evento,

donde habrá unas 60 comunicaciones orales. Los resultados de publicarán en el *Astronomical Notes*.

Por último, los miembros del equipo del HELAS Forum han continuado durante el 2009, y gracias de nuevo a la financiación de la FECYT, el Proyecto puesto en marcha el año anterior sobre divulgación científica, y que lleva por título "La Ciencia de los sonidos". El Proyecto persigue acercar al público general, en particular a estudiantes y personas invidentes, la física de las ondas a través del mundo de los sonidos. Se ha enfocado en la descripción del sonido así como en sus propiedades, cómo los percibe el ser humano, su papel en el mundo animal, y explicar sus aplicaciones científicas.

En el 2009 se han ampliado y mejorado los módulos que componen la base de la actividad, así como desarrollado varios experimentos como un distorsionador de voz, un medidor de distancia acústico o un modulador de frecuencias, todo en colaboración con alumnos del IES César Manrique.

Se ha estado presente en más de 20 IES y colegios de todo el Archipiélago, en los museos de ciencia de ambas capitales en dos ocasiones, en el Aula de Cine de la ULPGC, en la jornadas de puertas abiertas del IAC y en el Semana de la Ciencia celebrada en ambas capitales. El Proyecto ha concluyó a finales de 2009 de forma muy satisfactoria.



SOLAIRE (Solar Atmospheric and Interplanetary Research).

Se trata de la primera Red de formación e investigación liderada por el IAC en todos los Programas Marco. Cuenta con un total de 13 socios europeos y un presupuesto global de unos 3,4 millones de euros (423 k€ IAC). La red comenzó de forma efectiva el 1 de junio de 2007, por un periodo de 48 meses. Al finalizar el año 2009 han sido contratados 10 doctorados y 9 postdocs, contemplándose la contratación de 1 postdoc más a lo largo del 2010. Desde la OTRI del IAC se lleva a cabo la gestión de esta Red bajo la supervisión del Coordinador de la misma.

En el año 2009 la red ha avanzado en el cumplimiento de las metas planteadas en cada uno de los 5 paquetes de trabajo de la misma. Entre las acciones formativas realizadas durante este año, destacan la celebración de una Escuela de Postgrado: en Glasgow (Reino Unido) de 3 cursos de habilidades complementarias, celebrados en Catania (Italia) y Tenerife y la visita al Observatorio del Roque de Los Muchachos.

Durante el mes de noviembre tuvo lugar, en Tenerife, el Mid-Term Review del Proyecto. El Proyecto fue evaluado de forma muy positiva, tanto la investigación como la formación y difusión de los resultados obtenidos, recomendando su continuación según lo planificado.

Para contribuir a la adecuada difusión de información entre los miembros de la Red, se ha editado un boletín de periodicidad bimensual, cuya primera edición se publicó en mayo.

Otros proyectos de carácter internacional, en los que participa el IAC, y a los que se les presta apoyo desde la OTRI son:

ELT PREPARATORY PHASE (European Extremely Large Telescope). Un nuevo contrato se ha iniciado en 2009 en relación con la fase preparatoria del telescopio E-ELT. El Proyecto está liderado por ESO, como único socio, pero participa el IAC, al igual que un gran número de entidades europeas, para determinados trabajos.

Desde la OTRI del IAC se ha participado también en la elaboración de un detallado informe sobre esta nueva gran instalación, sobre sus aplicaciones científicas y tecnológicas, los retos asociados a la misma y el interés de la participación española en el Proyecto, que fue presentado ante el Ministerio de Ciencia e Innovación en el mes de octubre. El objetivo del Ministerio es establecer una priorización para nuestro país, en relación con las 44 infraestructuras que aparecen en el roadmap de ESFRI. En el momento de elaboración de esta Memoria se conoce que el telescopio E-ELT fue considerado como de "prioridad muy alta" por parte del comité designado para tal valoración.

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 millones de euros. Durante el 2009 se ha producido la justificación final de nuestra participación en esta Red. **CONSTELLATION** (The Origin of Stellar Masses). Red de formación liderada por la Universidad de Exeter (Reino Unido) y participada por 11 socios europeos más. El presupuesto total es de unos 3,4 millones de euros, con la contratación en el IAC de un postdoc para dos años, y de un doctorando para 3 años. La participación del IAC se estima en una financiación de unos 340 k€.

RoPACS (Rocky Planets Around Cool Stars). Red de formación bajo el Séptimo Programa Marco coordinada por la Universidad de Hertfordshire (Reino Unido) y en la que participan un total de seis socios (el IAC entre ellos). En este caso el presupuesto global es de unos 3,2 millones de euros, y la participación del IAC, que implica la contratación de dos predocs y de un postdoc, se estima en unos 584 k€. Esta nueva Red se inicia durante el 2009.



El 2008 fue también el primer año de arranque del Estudio de Diseño Conceptual del **European Solar Telescope EST**. El IAC es el Coordinador de este Proyecto de tres años de duración, con un presupuesto de más de 6 millones de euros, 29 entidades europeas (14 de ellas empresas), y una financiación comunitaria de 3,2 millones de

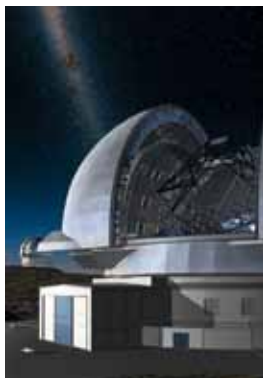
euros. Se inició el 1 de febrero. La OTRI del IAC no sólo colabora activamente en las tareas de gestión y coordinación, sino que también es responsable de un paquete de trabajo relativo a estudiar el impacto socio-económico que se deriva de la instalación y operación del telescopio EST en Canarias.

A finales de 2009 la Comisión Europea llevó a cabo una auditoría económica completa en el IAC, a través de la empresa KPMG, en relación con nuestra participación en este Proyecto, tanto como socio como coordinador. El resultado de esta auditoría fue completamente satisfactorio y se remitió así un informe a la Comisión Europea.

Durante este año se ha comenzado también la actividad relativa al estudio de impacto socio-económico en relación con este Proyecto, así como el estudio de las diferentes vías de financiación para el mismo. Una página Web ha sido desarrollada para albergar todos estos contenidos y darlos a conocer.

4.2. Estudio de impacto socio-económico relacionado con la construcción y operación del telescopio E-ELT en el Roque de los Muchachos

A finales de 2007 se inició este Proyecto, financiado y con el apoyo del Ministerio de Ciencia e Innovación y del Gobierno de Canarias, para estudiar el impacto socio-económico relacionado con el telescopio E-ELT y su posible instalación en



La Palma. En este Proyecto han colaborado además CDTI, el Instituto Tecnológico de Canarias y las Universidades de Baleares y Autónoma de Barcelona. Durante el 2009 se informó de los avances de este estudio en el III Encuentro CONSOLIDER-GTC (Cádiz, octubre). Del mismo modo, a mediados de año se presentó ante el Ministerio de Ciencia e Innovación el informe completo final, de 174 páginas y un total de 17 documentos anexos de 700 páginas en total.

Este estudio, en el que se recogen y valoran las implicaciones económicas y sociales para España y Canarias en relación con esta gran infraestructura, ha servido de documento base para el propio Ministerio y para Canarias en su proceso de toma de decisiones sobre la candidatura de La Palma a albergar el telescopio E-ELT.

En este sentido, cabe destacar también el significativo número de charlas, eventos y documentos específicos, tanto dentro como fuera de Canarias, en los que se ha participado o elaborado para presentar las repercusiones económicas y sociales que tienen los Observatorios de Canarias en su entorno, así como los aspectos principales de este nuevo telescopio y las posibles implicaciones que podrían significar para el entorno más próximo.

4.3. Representación en Comités y grupos de trabajo relacionados con los Programas Marco de I+D

Un año más A. Sosa continúa como representante del IAC en el grupo de trabajo nacional de la Red OTRI para el seguimiento del Séptimo Programa Marco (7PM), que tiene como principal objetivo coordinar las estrategias de Universidades y OPIs con vistas a la participación en el 7PM así como favorecer el intercambio de buenas prácticas en la redacción de propuestas y gestión de proyectos europeos.

Del mismo modo, durante el 2009 se participó en un Survey impulsado desde la Comisión Europea sobre el impacto del Programa Marie Curie.

5. Oportunidades tecnológicas e industriales en Astrofísica

Durante el 2009 se participó muy activamente desde la OTRI en la elaboración del Plan de Negocio del nuevo Centro Tecnológico ligado al IAC que está en estudio. Este Plan de Negocio consiste en una identificación y definición detallada del Estudio de Mercado, producto y clientes asociados a este centro, el estudio sobre la estructura organizativa más conveniente, su plan

tecnológico y plan económico-financiero. Un primer documento sobre este Plan de Negocio fue presentado por INASMET al IAC en el mes de febrero, y un extracto del mismo fue presentado posteriormente ante el Consejo Rector del IAC. El documento final se entregó en julio, incluyendo un modelo de estatutos y toda la información necesaria para su puesta en marcha.

Se han mantenido ya contactos informales con empresas del sector, en este sentido, y se ha participado incluso en foros para inversores, como el organizado por el IE Business School en el mes de noviembre en Madrid, para tener un mejor conocimiento sobre el lado empresarial de las iniciativas tecnológicas que serán objeto del nuevo centro.

En esta misma línea de trabajo, se participó durante el mes de octubre en unas jornadas organizadas por la entidad SODEPAL en La Palma, bajo el lema "Oportunidades de Innovación para prestar servicios a las Infraestructuras de Astrofísica en La Palma". Durante el mes de julio se celebró también un evento similar para las empresas de la Isla.

La OTRI del IAC se ha reunido también durante este año con diversos clusters y organizaciones de las islas, con objeto de hacerles conocer la oferta tecnológica del IAC y nuestra posible demanda tecnológica con el entorno. Se llevaron a cabo reuniones bilaterales con representantes de las siguientes entidades:

- Cluster de la Ingeniería de Canarias
- Cluster TIC Insignia Empresarial
- Cluster de Construcción Sostenible
- Centro tecnológico de la Fundación Animática Canaria
- 4Kamera Productora Audiovisual

Se ha participado también en la reunión anual organizada por CDTI en Madrid en relación con las oportunidades tecnológicas asociadas al telescopio E-ELT.

También se puede destacar aquí también la

firma de un convenio con la Universidad de La Laguna en relación con la co-titularidad de una patente sobre un "Sistema de calibración de longitudes de onda que abarcan el infrarrojo cercano".

A finales de año, la OTRI del IAC ha impulsado la edición de un nuevo catálogo sobre los servicios, capacidades, medios y proyectos más representativos del área más tecnológica del IAC. El nuevo catálogo será impreso y distribuido por primera vez durante el 2010.



Este nuevo catálogo supone un importante esfuerzo de actualización respecto a la versión anterior, y será también de gran utilidad como punto de partida sobre las potencialidades del IAC para la creación del nuevo centro tecnológico.

6. Programa de formación avanzada para OTRIs en Canarias

En el marco del programa de formación avanzada para los gestores de I+D+i en Canarias, coordinado desde la Universidad de La Laguna, y financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, no se han llevado

a cabo cursos de formación durante el 2009 y han sido programados para el primer cuatrimestre de 2010. Sin embargo, el personal de la OTRI del IAC ha participado durante este año en las siguientes actividades formativas:

- Evaluation of Commercial Potential of Inventions (Univ. de La Laguna, Tenerife).

Abril

- Creación de Spin-Off (Barcelona). Abril

- Gestión del Conocimiento. Abril y mayo

- Conferencia Anual Red OTRI (Tenerife).

Junio

- Riesgos psicosociales (Tenerife).

Septiembre

- Fundamentos Financieros para la Dirección (Madrid). Octubre

- Gestión de emergencias (Tenerife).

Noviembre

- Gestión de Proyectos en entorno multi-proyecto (Madrid). Noviembre

- Riesgos de pantallas de visualización de datos. Diciembre

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 del 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 "RocPACS"), la "Canary Islands Winter School of Astrophysics" - este año se organizó la XXI edición - y el programa de Becas de Verano de Iniciación a la Investigación Astrofísica.

El IAC también participa en los estudios de posgrado (Master, doctorado) que han obtenido la Mención de Calidad del Ministerio de Educación y Ciencia.

Dentro de la actividad docente correspondiente a 2009 se impartieron los cursos y seminarios que se relacionan a continuación:

CURSOS DE DOCTORADO

Cursos impartidos dentro del Master de Astrofísica

I Curso:

"Relatividad General"
Dr. J. Cepa Nogué (IAC-ULL)

"Mecánica de Fluidos"
Dr. B. Ruiz Cobo (IAC-ULL)

"Comunicación de resultados científicos y dinámica de la Astronomía"
Dra. C. del Puerto Varela (IAC) y Prof. J.E. Beckman (IAC-CSIC)

"Métodos de cálculo en Astrofísica"
Dres. F.J. Pérez Hernández y C. Régulo Rodríguez (IAC-ULL)

"Técnicas de Fotometría Estelar"
Dr. E. Mediavilla Gradolph (IAC-ULL)

"Atmósferas estelares"
Prof. A. Herrero Davó (IAC-ULL)

"Cosmología"
Dr. J. González de Buitrago (IAC-ULL)

"Estructura y evolución Estelar"
Dr. F. Pérez Hernández (IAC-ULL)

"Instrumentación Astrofísica"
Dr. R.J. García López (IAC-ULL)

"Física de la Galaxia"
Dr. A. Aparicio Juan (IAC-ULL)

"Física Extragaláctica"
Dr. F. Garzón López (IAC-ULL)

"Astrofísica Computacional"
Dres. E. Mediavilla Gradolph (IAC-ULL) y S. Cassisi (INAF)

"Astrofísica de Altas Energías"
Dr. I. Pérez Fournon (IAC-ULL)

"Espectroscopía Atómica y Molecular"
Dres. C. M. Gutiérrez de la Cruz y L. Crivellari (IAC)

II Curso:

"Física del Plasma"
Prof. F. Moreno-Insertis (IAC-ULL)

"Nebulosas ionizadas"
Dr. C. Esteban López (IAC-ULL)

"Poblaciones estelares"
Dr. A. Aparicio Juan (IAC-ULL)

“Técnicas avanzadas de programación”
Dr. A. de Vicente Garrido (IAC)

“Diseño y Calibración de Instrumentación Astrofísica”
Dres. R.J. García López (IAC-ULL) y B. García Lorenzo (IAC)

“Radioastronomía”
Dres. R.T. Génova Santos y J.A. Rubiño Martín (IAC)

“Instrumentación Astrofísica avanzada”
Dres. F. Garzón López (IAC-ULL) y P.L. Hammersley (IAC)

“Nuevas fronteras en Cosmología”
Dr. J. González de Buitrago Díaz (IAC-ULL)

“Física Estelar avanzada”
Prof. A. Herrero Davó (IAC-ULL)

“Magnetismo y polarización en Astrofísica”
Dr. R. Manso Sainz (IAC)

“Procesos de Acreción”
Dr. I. González Martínez-Pais (IAC-ULL)

“Exoplanetas y Exobiología”
Prof. T. Roca Cortés (IAC-ULL); Dres. E. Pallé Bagó y M. Vázquez Abeledo (IAC)

“Actividades complementarias de Investigación”
Dres. M.J. Arevalo Morales e I. González Martínez-Pais (IAC-ULL)

“Técnicas de simulación numéricas”
Profes. F. Moreno-Insertis (IAC-ULL); J.M. Ibáñez y Dr. M.A. Aloy Torás (Univ. de Valencia)

“Técnicas de Espectroscopia Estelar”
Dres. M.J. Arévalo Morales y B. Ruiz Cobo (IAC-ULL); M. García García y A.M. Pérez García (IAC)

“Nucleosíntesis y Evolución Química”
Dres. C. Esteban López (IAC-ULL) y L. Carigi (UNAM, México)

“Física Solar”
Dr. M. Collados Vera (IAC-ULL)

“Astronomía Clásica e Historia Astronomía”
Dra. M.J. Arevalo Morales (IAC-ULL)

“Técnicas astrofísicas Nebulosas y Galaxias”
Dr. I. Pérez Fournon (IAC-ULL)

“Iniciación a la Investigación Astrofísica”
Prof. T. Roca Cortés, Dres. J. González de Buitrago, F. Garzón López (IAC-ULL); J. Trujillo Bueno, E. Pallé Bagó, J. Knapen, J.A. Rubiño Martín y A. Vazdekis Vazdekis (IAC) y R. Domínguez Tenreiro (UAM)

SEMINARIOS CIENTÍFICOS

Siguiendo el programa de seminarios-charlas informativas para el personal del Instituto iniciado en 1995, cada semana 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 2009 han tenido lugar los siguientes seminarios:

“Measurement of a large scale flow with clusters of galaxies”
Prof. Fernando Atrio-Barandela (Univ. de Salamanca)
16 de enero

“Organic Grains in Cometary Comae”
Dr. GianPaolo Tozzi (INAF–Obs. Arcetri, Italia)
21 de enero

“Dark matter in early-type galaxies: a SAURON view”
Dr. Anne-Marie Weijmans (Leiden Obs.)
22 de enero

“On the invention of the telescope and the paintings of Jan Brueghel”
Dr. Paolo Molaro (INAF – Obs. Trieste, Italia)
26 de enero

**MEMORIA
IAC 2009**

251

“The large scale inhomogeneity of the galaxy distribution”
Dr. Francesco Sylos Labini (Inst. Enrico Fermi – ISC - CNR, Univ. de Brescia, Italia)
28 de enero

“The SuperWASP Follow-up Telescope”
Dr. Christopher Watson (Queen’s Univ., Belfast, Irlanda)
29 de enero

“Quiet Sun magnetism and Alfvén waves as observed with Hinode”
Dr. Saku Tsuneta (Obs. Nacional de Japón)
30 de enero

“Star-forming galaxies in SDSS: signs of metallicity evolution”
Dña. Maritza Lara López (IAC)
5 de febrero

“A wide-field narrow-band survey for the brightest Lyman-alpha haloes at $z \sim 3$ ”
Dr. Daniel J.B. Smith (Univ. John Moores Liverpool, Reino Unido)
20 de febrero

“Airglow in the atmospheres of the terrestrial planets”
Dr. Antonio García Muñoz (IAC)
5 de marzo

“OSIRIS: First results”
Dr. Jordi Cepa Nogue (IAC)
11 de marzo

“An optical/NIR survey of globular clusters in early-type galaxies”
Dr. Ana Chies Santos (Inst. de Astronomía de Utrecht, Países Bajos)
18 de marzo

**MEMORIA
2009 IAC**

252

“Young stars in Lupus: not as expected, not where expected”
Dr. Fernando Comerón (ESO)
19 de marzo

“El GTC a Día Uno”
Dr. Pedro Alvarez (GTC)
23 de marzo

“Spirals and Rings: How do they form? What is their structure and properties?”
Dr. E. Athanassoula (LAM/OAMP, Marsella, Francia)
24 de marzo

“The Local Dusty Environment of Active Galactic Nuclei”
Dr. Nancy Levenson (Univ. de Kentucky, EEUU)
31 de marzo

“Instrument proposals for GTC:
- A proposal for a general purpose intermediate-high resolution IR spectrograph for the GTC. Dr. Francisco Garzón (IAC)
- NAHUAL reloaded; A concept for a mid & high resolution infrared spectrograph @ GTC. Dr. Eduardo Martín-Guerrero (IAC)
- Intermediate resolution optical spectrograph for the GTC. Dr. Jordi Cepa Nogue
14 de abril

“Evidence for sub-populations in Globular Clusters - their properties and relations with the cluster properties”
Dr. Santi Cassis (INAF - Obs. de Téramo, Italia)
21 de abril

“Unbiased Studies of Galactic Outflows”
Dr. Daniel Nestor (IoA, Univ. de Cambridge, Reino Unido)
22 de abril

“The Nature of Growing Bulges Within $z < 1.3$ Galaxy Disks in the GOODS-N Field”
Dña. Lilián de Fátima Domínguez (IAC)
28 de abril

“Virguerías estadísticas con R”
D. Sebastien Comerón (IAC)
6 de mayo

“Stellar structure and exoplanet Studies in the Kepler and SONG era”
Prof. Hans Kjeldsen (Univ. de Aarhus, Dinamarca)
13 de mayo

“A large spectroscopic survey facility at GTC for the next decade”
Dr. Francisco Prada (IAA-CSIC)
18 de mayo

“Evolutionary paths of the most massive galaxies since $z \sim 2$ ”
Dr. Ignacio Trujillo (IAC)
19 de mayo

“Studying galaxies at low and high redshifts with GRBs”
Dr. Christina C. Thöne (Obs. de Brera, Italia)
22 de mayo

“The transmission spectrum of the Earth from lunar eclipse observations: The pale red dot.”
Dr. Enric Pallé (IAC)
12 de junio

“Páginas Web de proyectos”
D. Jorge Andrés Pérez Prieto (IAC)
16 de junio

“Asteroids as the parent bodies of meteorites: compositional differences and size-dependent transport mechanisms”
Dr. Julia de León (IAA-CSIC)
18 de junio

“From the blue Cloud to the Red Sequence (and over the Green Valley): Investigating the Evolution of Galaxies over Cosmological Timescale”
Prof. Rafael Guzmán (Univ. de Florida, EEUU)
23 de junio

“The Role of Massive Black Hole Recoil in Galaxy Evolution”
Dr. Javiera Guedes (Univ. de California Santa Cruz, EEUU)
2 de julio

“Optical and Near-Infrared day-side emission from exoplanets”
Dr. Ernst de Mooij (Obs. de Leiden, Países Bajos)
7 de julio

“The Chemical composition of the Orion star forming region”
Dr. Segio Simón (IAC)
3 de septiembre

“Are pulsars the sources of the positron fraction excess? MAS-02’s capacity to solve this mystery”
Dr. Jonathan Pochon (IAC)
8 de septiembre

“Massive Young clusters in the Milky Way and the Scutum Complex”
Dr. Ignacio Negueruela (Univ. de Alicante)
11 de septiembre

“Unification in Astroparticle Physics: History and Phenomena, Concepts and Problems”
Prof. Brigitte Falkenburg (TU Dortmund, Alemania)
17 de septiembre

“The nuclei of galaxies”
Dr. Nadie Neumayer (ESO)
21 de septiembre

“The fourth Hubble Space Telescope servicing mission and the scientific prospects of the repaired HST”
Dr. Lisa Mazzuca (NASA-GSFC)
23 septiembre

“Exploring the assembly history of galaxies”
Dr. Michele Girasuolo (Obs. de Edinburgo, Reino Unido)
28 de septiembre

“The GRB-supernova connection. Or is there any?”
Dr. David Bersier (Univ. John Moores Liverpool, Reino Unido)
1 de octubre

“Rapid Temporal Survey (RaTS) – The search for ultra compact binaries”
Dr. Gavin Ramsey (Obs. de Armagh, Irlanda)
7 de octubre

“Ground-based, very high energy gamma-ray astronomy, a tool for exploring the ultrarelativistic universe”
Prof. Eckart Lorenz (MPI, Alemania - ETH, Suiza)
6 de octubre

“Star Clusters in M33”
Dr. Izaskun San Romá (Univ. de Florida, EEUU)
20 de octubre

**MEMORIA
IAC 2009**

253

“The onset of solar cycle 24: What global acoustic modes are telling us”
Dr. David Salabert (IAC)
27 de octubre

“Kyoto 3.8m segmented telescope Project”
Prof. Kazunari Shibata (Hida Obs., Univ. de Kioto, Japón)
6 de noviembre

“Response of the solar atmosphere to the photospheric plasma motion”
Dr. Jörg Büchner (MPI, Alemania)
11 de noviembre

“Rubidium-rich Asymptotic Giant Branch stars in the Magellanic Clouds”
Dr. Aníbal García (IAC)
12 de noviembre

“Hyper Suprime-Cam (HSC) Project for the SUBARU Telescope”
Prof. Hiroshi Karoji (SUBARU Telescope, Japón)
13 de noviembre

“Inverse problem approach in adaptive optics for the European-ELT”
Dr. Clementine Béchet (ESO, Alemania)
16 de noviembre

“Structure of the Kerr-Schild geometry, beam-like solutions and fluctuations of the Black-hole horizon”
Prof. Alexander Burinskii (Russian Academy of Sciences, Rusia)
29 de noviembre

“S4G: The Spitzer Survey of Stellar Structure in Galaxies”
Dr. Johan Knapen (IAC)
24 de noviembre

“Optical and NIR studies of short period low mass X-ray binaries (LMXB)”
Dr. Pasi Hakala (Univ. de Turku, Obs. de Tuorla, Finlandia)
26 de noviembre

“Scriptures, science and mythology: Astronomy in Indian cultures”
Prof. Rajesh Kochhar (CSIR– Indian Inst. of Science Education and Research Mohali, India)
1 de diciembre

“Light elements in stars with exoplanets”
Dña. Elisa Delgado Mena (IAC)
2 de diciembre

“Triggered star formation on the borders of HII regions”

Dr. Fabrice Martins (Univ. de Montpellier, Francia)
3 de diciembre

“Ethics in Science: On fiascos that are unconscious lapses, and fiascos which are conscious cheating”
Dr. Martín López Corredoira (IAC)
15 de diciembre

“Recovering lenticular galaxies past histories using Planetary Nebulae kinematics: the case of NGC1023”
Dña. Arianna Cortesi (Univ. de Nottingham, Reino Unido)
18 de diciembre

Introducción de nuevos post-doc

18 de febrero
- “Stellar magnetic fields”. Dra. M. Jesus Martínez González
- “My Humble efforts to understand galaxy formation and evolution”. Dra. Patricia Sánchez-Blazquez
- “Waiting for Herschel: my perspective”. Dr. Antonio Cava

26 de mayo
- “Polarized Line Formation theories: The relevance of partial non-coherence in light scattering”. Dra. Samporna Malali
- “Stellar populations in dwarf elliptical galaxies” Dra. Mina Koleva
- “All on things transit”. Dr. Brandon Tingley

10 de noviembre
- “Searching for massive OB stars in galactic clusters: my current contribution to the MASGOMAS Project”. Dra. Carmen de Martino
- “Observational diagnostic of solar 3D radiation-MHD simulations”. Dra. Lotfi Yelles

10 de diciembre
- “Understanding the formation of the central regions of disk galaxies”. Dr. Jairo Méndez Abreu
“High angular resolution and high contrast to study exoplanetary systems”. Dr. Lucas Labadie

COLOQUIOS IAC

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 2009 tuvieron lugar los siguientes coloquios:

“Orígenes, efectos y posibles soluciones de la crisis financiera”

Prof. Juan Torres Pérez (Univ. de Sevilla)
19 de enero

“Cosmology on small scales: the structure of (mostly) dark matter halos”

Prof. Carlos Frenk (Univ. de Durham, Reino Unido)
19 de febrero

“Large Scale Structures and Galaxy Evolution in the COSMOS Survey”

Prof. Nick Scoville (Caltech, EEUU)
12 de marzo

“Towards a new paradigm for early-type galaxies”

Prof. Roger Davies (Univ. de Oxford, Reino Unido)
11 de junio

“AEGIS: DEEP’s Panchromatic Vista of Distant Galaxies and AGNs”

Dr. Davis Koo (UCO/Lick Obs., EEUU)
16 de julio

“The PAMELA Space Mission for Antimatter and Dark Matter Searches in Cosmic Rays”

Prof. Piergiorgio Picozza (Univ. de Roma, Italia)
10 de septiembre

“Let There Be Light: Galaxy Formation for the Novice”

Prof. Joe Silk (Univ. de Oxford, Reino Unido)
8 de octubre

“Radiative MHD simulations of sunspot structure”

Prof. Matthias Rempel (High Altitude Obs./NCAR, Boulder, EEUU)

22 de octubre

“Relativistic hydro and magnetohydrodynamic models for AGN propagation and deceleration”

Prof. Rony Keppens (Centre for Plasma-Astrophysics, Leuven, Bélgica)

5 de noviembre

“The Nova Outburst. A Changing Paradigm”

Prof. Robert Williams (STScI, EEUU)

20 de noviembre

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:

- Iván Oteo Gómez (Univ. de Sevilla)

Proyecto: “La línea Lyman-alpha como una sonda cosmológica para determinar la formación y evolución de las galaxias”

Directores: Dres. Jordi Cepa Nogue; Ana M. Pérez y Angel Bongiovanni

- Agnieszka Rys (Univ. de Adam Mickiewicz, Poznan, Polonia)

Proyecto: “Formación y evolución de galaxias enanas: una perspectiva bi-dimensional”

Director: Dr. Jesús Falcón-Barroso

- Manuel Díaz Alfaro (Univ. de La Laguna)

Proyecto: “Heliosismología local en la taoclina y la parte profunda de la zona de convección”

Directores: Dres. Fernando Pérez y e Irene González-Hernández

- M. Esther Sanromá Ramos (Univ. de La Laguna)

Proyecto: “Caracterización y evolución de planetas habitables”

Director: Dr. Enric Pallé

MEMORIA
IAC 2009

255

- Marcela Estefania Espinoza Contreras (Univ. La Serena, Chile)
Proyecto: "Caracterización fotométrica y espectroscópica de estrellas de baja masa y enanas marrones deficientes en metales"
Director: Dr. Nicolas Lodieu

- Ana Belén Morales Luis (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Búsqueda y caracterización de las Galaxias con más baja metalicidad"
Directores: Dres. Jorge Sánchez; Casiana Muñoz-Tuñón y Alfonso López Aguerri

Becas de iniciación a la investigación en Astrofísica

El Programa de verano 2009 (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 2009 se concedieron becas de verano a los siguientes estudiantes:

- Kaj Kolja Kleineberg (Univ. WWU Münster, Alemania)
Proyecto: "The outer regions of truly isolated elliptical galaxies"
Directores: Dres. Alexandre Vazdekis y Patricia Sánchez-Blázquez

- Jesús Torrado Cacho (Univ. de Salamanca)
Proyecto: "Calibration and pipeline assessment of the QUIJOTE CMB Experiment"
Directores: Dres. J. Alberto Rubiño; Ricardo T. Génova y Rafael Rebolo

- Irene San José García (Univ. de Valencia)
Proyecto: "The Origin of massive galaxies low metallicity"
Director: Dr. Carlos Gutiérrez

- Xavier Paredes Fortuny (Univ. de Barcelona)
Proyecto: "Finding the Oldest galaxies in the nearby Universe"
Directores: Dres. Angela Hempel e Ignacio Trujillo

- Santiago Roca Fábrega (Univ. de Barcelona)
Proyecto: "Compilation of an empirical Stellar library in the H band at R~3000"
Directores: Dres. Alexandre Vazdekis y José Acosta

- Dawid Szewczyk (Wroclaw Univ. of Technology - Louis Pasteur Univ., Estrasburgo, Francia)
Proyecto: "Confección de la librería de estándares sintéticas para OTELO"
Directores: Dres. Angel Bongiovani; Ana M. Pérez y Jordi Cepa Nogué

Red europea RocPACS (Rocky Planets Around Cool Stars)

- Parviainen Hannu (Univ. de Helsinki, Finlandia)
Proyecto: "Characterization of Exoplanetary Systems with Transiting Planets"
Directores: Dres. Hans Deeg y Juan A. Belmonte

- Felipe Murgas Alcaino (Univ. de Chile)
Proyecto: "Búsqueda de tránsitos planetarios en enanas ultrafías"
Directores: Dres. Eduardo Martín-Guerrero y Enric Pallé

Becas con otras fuentes de financiación

Dentro del programa de becas FPI financiadas por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICIIN), han iniciado la tesis en el IAC los estudiantes:

- Irene Pintos Castro (Univ. de La Laguna)
Beca FPI
Proyecto: "Evolución de galaxias"
Director: Dr. Jordi Cepa Nogué

- Carolina Sabin San Julian (Univ. de La Laguna)
Beca FPI
Proyecto: "Estrellas y cúmulos masivos en multifrecuencia y contribución a SPICA"
Director: Prof. Artemio Herrero Davó

**MEMORIA
2009 IAC**

256 - Berenice Pila Díez (Univ. Complutense de Madrid)
Proyecto: "Search for Satellite Galaxies around M31"
Directores: Dres. Juergen Fliri y David Martínez

- Oliver Hijano Cubelos (UNED)
Proyecto: "Searching for oceans from space"
Director: Dr. Enric Pallé

- Andrés del Pino Molina (Univ. de La Laguna)
Beca FPI
Proyecto: "Historia de la formación del Halo de la Vía Láctea a través de la Historia de la formación estelar de sus galaxias satélites"
Director: Dr. Antonio Aparicio Juan

TESIS DOCTORALES

En el 2009 se leyeron 19 tesis doctorales.
(Ver PRODUCCIÓN CIENTÍFICA)

XXI ESCUELA DE INVIERNO

“Procesos de acreción en Astrofísica”

Este año tuvo lugar la vigésimo primera edición de la Escuela de Invierno de Astrofísica de las Islas Canarias, cuyo título fue “Procesos de acreción en Astrofísica”. El IAC contó con el apoyo económico del Ministerio de Ciencia e Innovación así como con la colaboración del Cabildo Insular de Tenerife y el Gobierno de Canarias. Se celebró del 2 al 13 de noviembre, en el Centro de Congresos del Parque Taoro en el Puerto de la Cruz. En esta edición, los cursos fueron impartidos por ocho profesores expertos en distintos aspectos relacionados con los procesos de acreción en Astrofísica. Se impartieron un total de 40 horas de clase y asistieron 37 alumnos de 22 países que actualmente preparan su tesis doctoral, o la han terminado recientemente, sobre un tema relacionado con el de la Escuela. Se concedieron 24 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 Ignacio González Martínez-Pais; Jorge Casares Velázquez; Tariq Shahbaz; César Esteban López y Francisco Sánchez Martínez. Cambridge University Press editará el curso dentro de su serie dedicada a las Escuelas de Invierno de Astrofísica de las Islas Canarias. La relación de profesores y temas tratados es la siguiente:

ACCRETION THEORY

Henk Spruit, Max-Planck Inst. für Astrophysik,
Alemania

1. Lecture: Concepts

- Gravitational potential, virial theorem and virial temperature
- Accretion luminosity, Eddington characteristic luminosity
- Eddington accretion rate
- Black body temperature estimate
- Bondi accretion
- The hard X-ray flux problem
- Optical depth, trapping radius

2. Lecture

- Angular momentum, energy loss during accretion
- Disk formation, viscous disk spreading
- Solutions of the angular momentum problem



- Thin disks, consistency and limitations of the approximation, thin disk equations

3. Lecture

- Solutions for steady accretion, observational tests thereof
- Disk spectrum, modifications of spectrum by scattering
- Accretion on a slow rotator, accretion on a magnetosphere
- Alpha-parametrization, estimates for cataclysmic variables and X-ray binaries
- Radiation pressure dominated disks

MEMORIA
IAC 2009

257

4. Lecture
- Disk instability, outburst cycles, superoutburst models
 - Introduction to radiatively inefficient accretion, ion tori and radiation tori

5. Lecture
- Super-Eddington accretion
 - Coulomb interaction in hot plasmas
 - Two-temperature accretion flows
 - Thermal instability, branches of steady accretion
 - The hard X-ray flux problem (again), coronae, truncated disks

ACCRETION IN WHITE DWARF SYSTEMS
Brian Warner, Univ. of Cape Town, Sur África

- 1 Lecture: Accretion from Interstellar and Circumstellar gas and dust
- Introductory remarks on white dwarfs
 - Accretion from the ISM and CSM
 - Accretion from stellar winds
 - White dwarf response to accretion
 - Symbiotic stars and Super-soft sources

2. Lecture: Roche lobe overflow
- Low (effectively zero) magnetic accretion
 - Outburst light curves of dwarf novae
 - Brightness variations on orbital time scales
 - Eclipse mapping, Doppler tomography, - Orbital modulations, Superhumps

- 3 Lecture: Accretion with magnetic fields I
- High field accretion (Polars)

4. Lecture: Accretion with magnetic fields II
- Intermediate field accretion (Intermediate polars)
 - Low field accretion

- 5 Lecture: Accretion onto pulsating white dwarfs

2. Lecture
- Spectral energy distributions of X-ray binaries
 - Observational issues in obtaining SEDs, e.g. reddening
 - Predicted disk SEDs in X-ray binaries and comparison with observations
 - Evidence for jets and circumbinary disks in infrared SEDs

3. Lecture
- Orbital lightcurves in X-ray binaries including ellipsoidal effects, X-ray heating, and eclipses
 - Superhumps in X-ray binaries
 - Disk warping and super-orbital periods

4. Lecture
- Emission line spectra of X-ray binaries
 - Radial velocity curves in quiescence and mass determinations
 - Doppler tomography as applied to X-ray binaries
 - Parameter determination in persistent systems using emission lines

5. Lecture
- Multiwavelength observations of rapid variability
 - Echo-mapping and echo-tomography
 - Variability in low-luminosity and quiescent states
 - Ultraviolet, optical, and infrared quasi-periodic oscillations.

EVOLUTION OF CVS/LMXBS AND THE ROLE OF MASS TRANSFER AND ACCRETION
Philipp Podsiadlowski, Univ. de Oxford, Reino Unido

1. Lecture: Binary Evolution: Fundamentals
- Binary properties and classification
 - The Roche potential
 - Eccentric binaries
 - The Algol paradox
 - Mass transfer types
 - Mass-transfer driving mechanisms

2. Lecture: Current Problems/Issues in Binary Evolution
- Non-conservative mass transfer
 - Common-envelope evolution
 - Stellar mergers

MEMORIA
2009 IAC

258

ACCRETION IN NEUTRON STAR/BLACK HOLE SYSTEMS
Robert Hynes, Louisiana State Univ., EEUU

1. Lecture
- Geometry and classification of X-ray binaries
 - Overview of multiwavelength observational capabilities
 - Multiwavelength observations of outbursts in transient systems
 - Recurrent transients and semi-persistent systems

- Tests of binary evolution: short-period subdwarf binaries, symbiotic binaries
- The origin of ultracompact binaries

3. Lecture: Late Stellar Evolution and Supernovae in Binaries

- Supernova types
- The formation of neutron stars and black holes
- Electron-capture supernovae
- The final fate of single stars and stars in binaries
- The origin of supernova kicks
- The progenitors of Type Ia supernovae
- Gamma-ray bursts

4. Lecture: Low-Mass X-Ray Binaries and Millisecond Pulsars low- and intermediate mass X-ray binaries

- The origin of millisecond pulsars
- Magnetic accretion
- The failure of the standard model
- Irradiation effects in binaries

5. Lecture: High-Mass X-Ray Binaries

- Mass transfer in high-mass X-ray binaries
- Bondi-Hoyle wind accretion
- The formation of double neutron star binaries
- Thorne-Zytkow objects
- Black-hole binaries and ultraluminous X-ray sources

ACCRETION-POWERED BINARIES IN OTHER GALAXIES

Giuseppina Fabbiano, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU

1. Lecture: X-ray binary populations in galaxies

- Discovery and first conclusions
- From Einstein to Chandra
- Methods

X-ray photometry

X-ray Luminosity Functions (XLFs)

2. Lecture: The XLF of different stellar populations

- X-ray binary populations - the evolution of binary stars
- A mirror of the parent stellar population - colors and XLFs
- HMXB XLF: the SFR connection
- LMXB XLF: galaxy mass and GCs

3. Lecture: Delving deeper into the LMXB population

- GC LMXB properties and correlations
- X-ray spectra of GC and field LMXBs
- Spatial distributions
- Expanding the XLF

4. Lecture

- LMXB population and ULXs

Modeling the LMXB population

Explaining the XLF

Transients detections and prediction

- ULXs

IMBHs

Association of ULXs with the star-forming population

XLF statistics and the effect of IMBHs

5. Lecture: ULXs

- High luminosity stellar sources?
- X-ray variability
- Spectra and BHB analogy
- Quasi-periodic oscillations
- Super-Soft ULXs
- The final word on BH mass

OBSERVATIONAL CHARACTERISTICS OF ACCRETION ONTO BLACK HOLES

Rob Fender, Univ. de Southampton, Reino Unido

1. Lecture: Introduction

- Outline the approach to the observational characteristics part of the course, outline division of labour with Prof Done
- Populations, mass scalings, environment and feedback
- Role of black hole accretion throughout cosmological time (with examples)
- Currently observed populations of black holes

**MEMORIA
IAC 2009**

2. Lecture: Mass scalings and the AGN zoo

- Scaling of black hole accretion with mass (Luminosity / Size / Accretion disc temperature / timescales)
- The AGN zoo, and obscured vs unobscured AGN
- The cosmic X-ray background, and the Soltan argument
- The standard AGN 'unification' figure - is it all really just viewing angle?

259



3. Lecture: Jets and outflows I

- Jets: what are they and where do we see them?
- Apparent superluminal motion
- Synchrotron emission and minimum energy the power of jets

4. Lecture: Jets and outflows II

- Black hole X-ray binary outbursts: coupling of jets to accretion states
- Evidence for this coupling also in AGN ?
- Implications of universal accretion coupling for the Universe as a whole

5. Lecture: Open questions

- What is the role of black hole spin?
- Do jets from black hole regulate galaxy formation?
- Open questions from the students (to be solicited earlier in the course)

OBSERVATIONAL CHARACTERISTICS OF ACCRETION ONTO BLACK HOLES

Christine Done, Univ. de Durham, Reino Unido

1. Lecture

- Discs. Shakura-Sunyaev, Novikov-Thorne, last stable orbit
- Hydrogen ionisation instability, transient outbursts
- Observational evidence

2. Lecture

- Compton scattering
- Thermal, non-thermal
- Seed photons from disc
- Seed photons from thermal electron cyclo-synchrotron
- Observational evidence

3. Lecture

- Reflection, iron line, ionisation, relativistic smearing
- Ionisation instability from hard x-ray irradiation
- Observational evidence

4. Lecture

But where to put the hot electrons?

- Hot inner flow/truncated disc model to make spectral transitions and power spectral transitions
- What happens at high mass accretion rates?

5. Lecture

- The role of jets
- Synchrotron and synchrotron self-compton emission from highly relativistic electrons.

THE THEORY OF RELATIVISTIC ACCRETION FLOWS

John Hawley, Univ. de Virginia, EEUU

1 Lecture: Black Holes, Central Engines and Disk Accretion

2 Lecture: Turbulent Transport in Disks and the Physics of the MRI

3 Lecture: Computational Astrophysics

4 Lecture: Local Simulations: The Shearing Box

5 Lecture: Global Simulations of Black Hole Accretion and Jets

ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES

La Administración de Servicios Generales tiene a su cargo las funciones administrativas y operacionales para dar soporte a la actividad del Instituto y sus Observatorios.

INSTITUTO DE ASTROFÍSICA

GERENCIA ADMINISTRATIVA

La Gerencia Administrativa es responsable de la gestión financiera, económica, administrativa y presupuestaria del área a la vez que da soporte a la actividad general del IAC. Para llevar a cabo sus fines la Gerencia Administrativa se estructura en los departamentos de contabilidad y presupuesto, tesorería, administración de personal, compras, inventario, contratación administrativa y dietas y viajes.

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, la auditoria de las cuentas anuales a rendir al Tribunal de Cuentas, así como participar en las auditorias de proyectos financiados externamente.

Como en años anteriores se han elaborado las encuestas recibidas del INE relativas a comercio internacional de servicios, costes de personal, Innovación tecnológica, actividades de I+D y estadística de créditos públicos de I+D, entre otras.

En el año 2009 se ha instalado el TELCON que es una iniciativa de la IGAE

encaminada a permitir la tramitación de los documentos contables en formato fichero, al objeto de contribuir a la agilización de los procedimientos administrativos. Además, se ha dado de alta al IAC en la base de datos nacional de subvenciones denominada TESEONET.

La Gerencia Administrativa ha participado activamente en el grupo de trabajo IAC-Gestión cuyos hitos más importantes han sido la elección de la herramienta informática y el diseño y tramitación del procedimiento abierto de contratación que permita elegir la empresa que lleve a cabo la implantación del nuevo sistema de gestión en su primera fase.

Además, en el pasado año se ha colaborado activamente en el proyecto de implantación de la LOPD en el IAC, superando la primera supervisión con todas las actividades realizadas.

En cuanto a la formación, el personal de la Gerencia Administrativa ha asistido a seminarios relacionados con las funciones de su puesto como son: "Excel avanzado", "El estatuto básico del Empleado Público", "Capacitación para el desempeño de funciones de nivel básico en prevención de riesgos laborales", "Gestión de proyectos", "Contabilidad Financiera y de Costes en SAP" y "La Ley de Contratos del Sector Público", entre otros.

GERENCIA OPERACIONAL

La Gerencia Operacional está estructurada como un departamento cuyas principales actividades son: la coordinación de las empresas externas que prestan servicios

para el funcionamiento de la Sede Central del IAC; la realización de obras nuevas e instalaciones; el mantenimiento general del edificio, sus instalaciones y equipos; el mantenimiento de los vehículos asignados a la sede central y al Observatorio del Teide; la gestión medioambiental; la adquisición de mobiliario y equipamiento general del centro; las relaciones y gestiones con las empresas de suministro eléctrico, de agua y de telefonía, y con las Administraciones Locales (Ayuntamientos y Cabildo).

Los servicios externos coordinados por la Gerencia Operacional son: el servicio de vigilancia, el servicio de recepción, el mantenimiento de los jardines, la concesión de la cafetería, el servicio de limpieza, el control de legionela, el servicio de desinsectación, el mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado, el mantenimiento de los equipos de protección contra incendios, el mantenimiento y la seguridad del manejo de las botellas de gas en los laboratorios y talleres del IAC, el mantenimiento de los ascensores, el mantenimiento del sistema de gas y del equipamiento de la cocina y la gestión de residuos. La Gerencia Operacional vigila además que sus actividades se realicen conforme a las disposiciones legales vigentes, en particular en lo relativo a la prevención de riesgos laborales.

Para poder satisfacer las cada vez mayores necesidades de potencia eléctrica en la

Sede Central, en 2009 se han llevado a cabo obras de reforma y ampliación de la estación transformadora, pasando desde mayo a tener una estación moderna y con el doble de capacidad: 800 KVAs. Asimismo se han revisado y mejorado los sistemas de todas las tierras eléctricas de la sede central, se ha conseguido una ampliación de potencia de 340 a 420 KW y se ha negociado un nuevo contrato con condiciones más ventajosas con la empresa de suministro de energía eléctrica.

Tras el correspondiente concurso público, este año se inició la puesta en marcha de la cafetería en el mes de febrero. En el verano se hizo la instalación del sistema especial de climatización para el Centro de Proceso de Datos (CPD) y se llevaron a cabo las obras de impermeabilización de parte de las cubiertas del edificio. Otras obras realizadas han sido: el acondicionamiento acústico de la sala de reuniones de seminario, las obras de reforma en el área de Dirección y las mejoras en el mobiliario de plazas y jardines. También se han llevado a cabo mejoras en el sistema de telefonía, mejoras que comenzarán a dar sus frutos en el primer trimestre de 2010.

En diciembre, se recibió el primer informe anual desde la puesta en marcha del sistema de energía solar fotovoltaica de 10 Kw, siendo los resultados más que satisfactorios, al estar por encima de las expectativas máximas de rendimiento. En total se generaron 24.800 kWh/año, lo que significa un ahorro de 17,4 toneladas de CO₂.

OBSERVATORIO DEL TEIDE

Durante los días 26-27 de junio de 2009, se realizaron las Jornadas de Puertas Abiertas. La afluencia total fue de 1.400 personas, viernes 26 de junio = 400 y sábado 27 de junio = 1.000). En las jornadas participaron la Administración del OT, grupos externos y personal subcontratado según el detalle:

- Administración del OT (6 personas).
- Contratas externas:
 - SUAD24 emergencias médicas (3 personas).
 - Contrata cantina (4 personas).
 - Empresa Cienciamanía (15 personas, actividades y azafatas).

Grupo de Astrónomos aficionados (GOAT, Alpha Cygni, IES San Hermenegildo) con telescopios para la observación solar junto al MONS.

- Telescopio Themis: Dr. Bernard Gelly y Sr. Martial Bertrand.
- Laboratorio Solar: Dr. Pere Lluís Pallé, Sr. Antonio Pimienta, Dr. Antonio Eff-Darwich, Sr. Iván Ribot, Dr. Sebastián Jimenez-Reyes y Dr. Rafael García Bustinduy.
- Telescopios IAC-80 y TCS: Dr. Alejandro Oscoz, Sr. Miguel Chioare, Sr. Noelia Armas, Sr. Jorge García, Sr. Iván Ribot, Dra. Cristina Zurita.

- Telescopio OGS: Sr. Daniel López Prieto.
- Telescopio VTT: Dr. Rolf Schlichenmaier.
- Telescopio Bradford: Sr. Chris Tallon, Sr. Dan Hedges, Sr. James Machell y Sr. Scott Marley.

Las jornadas transcurrieron sin ningún tipo de incidencia.

Durante el año 2009 ha quedado instalado y funcionando el nuevo sistema de control de posición de los vehículos (GPS) desde la Sede del IAC en La Laguna. Con este sistema de incrementa las medidas de seguridad en el transporte de personal entre el IAC y el OT.

En el año 2008 se instaló una depuradora química en la R0 (tiene tres habitaciones) y

en el año 2009 ha quedado instalada otra en el edificio anexo al Telescopio MONS de características similares.

Durante el año 2009 han finalizado las obras civiles de dos nuevas instalaciones en el OT:

- Experimento WEB (Responsable Sr. Marcos Reyes) situado por encima de la Residencia y cuyo objetivo es estudiar el comportamiento de espejos segmentados en situaciones de viento fuerte (relacionado con estudios de los ELT).

- Experimento QUIJOTE (Responsable Dr. Rafael Rebolo) que sustituirá las viejas instalaciones del experimento CMB con un nuevo edificio y radiotelescopio.

OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS

El número de visitantes que accedieron a las instalaciones del Observatorio durante el año 2009 fue de 5.767 personas. De ellos, 2.541 lo hicieron a través de alguna de las treinta y cinco Jornadas de Visitas Concertadas que se celebraron entre los meses de junio y septiembre. Es de destacar asimismo la visita de 786 alumnos, correspondientes a 33 centros escolares y universitarios, de los cuales 258 alumnos pertenecían a centros de la Isla de La Palma. Alrededor de treinta medios de prensa nacionales e internacionales grabaron amplios reportajes o documentales sobre el Observatorio y sus instalaciones. En este sentido destacar los elaborados por Canal Historia, TVE, el País Semanal, Research EU y TV3.

En relación a actividades llevadas a cabo en el Observatorio podemos resaltar las siguientes:

- Se llevaron a cabo los actos de inauguración de los telescopio MAGIC II y del Gran Telescopio CANARIAS GTC los días 25 de abril y 24 de julio respectivamente.
- Se realizaron trabajos de renovación y mejora de las plantas depuradoras de los telescopios MERCATOR, MAGIC, NOT, SST, INT y WHT.
- Se presentaron alegaciones al Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) del

Municipio de Garafía así como al Plan Insular de Ordenación del Territorio de la Isla de La Palma (PIOLP). En ambas alegaciones se hacen consideraciones sobre la protección del Observatorio como plataforma científica haciendo referencia al uso del cielo de las cumbres de la Isla como recurso natural de naturaleza especial y su explotación científica, técnica, cultural y turística.

- Con motivo del Año Internacional de Astronomía se constituyó el grupo LPIYA formado por representantes de las Instituciones Usuarias del Observatorio entre cuyos objetivos está la difusión para la Isla de La Palma, de la Astronomía y los trabajos que se desarrollan en los telescopios del Observatorio. Se llevaron a cabo varias actividades entre las que se puede destacar la exposición "Mira que Luna", "100 horas de Astronomía" y se impulsó la realización del Proyecto "Nuestros alumnos y el ORM" destinado a los alumnos de 3º de la ESO de todos los centros de la Isla, en las que se impartieron de charlas, talleres y visita a los telescopios. Este último Proyecto se quiere consolidar de forma permanente.

- Dentro del marco de las Jornadas de Puertas Abiertas dedicadas al municipio de Garafía se inauguró, en la Villa de Santo Domingo, con la presencia del Alcalde y el Director del IAC una calle con el nombre de Vía Láctea.

- Fue instalado un sistema de prevención de incendios en la parte exterior de los edificios de Servicios Comunes (oficinas de mantenimiento civil, talleres, sala de reuniones, garajes, gasolinera), finalizándose con esta obra, la protección para este tipo de incidencias de todas las edificaciones que dependen de los servicios comunes del Observatorio.
- Se ejecutaron trabajos de renovación del centro de transformación de Media Tensión que da servicio a los telescopios del ING además de MERCATOR, Liverpool, SST y DOT. Asimismo se realizó un nuevo

acceso y plataforma para el experimento Superwasp y se renovó la instalación del depósito de combustible que suministra al generador del SST. Asimismo se mejoraron las canalizaciones y aceras entre los telescopios WHT e INT.

- La empresa contratada para el servicio de catering de la residencia cuenta desde el pasado mes de mayo con la autorización sanitaria de funcionamiento.

- En comparación con el año 2008, se registró un aumento del 9% en la ocupación de la Residencia.

CENTRO DE ASTROFÍSICA DE LA PALMA

La evolución de la operación del Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) y la llegada del Gran Telescopio CANARIAS (GTC) inaugurado por su Majestad el Rey de España el día 24 de julio de 2010, han sido razones más que suficientes para disponer en La Palma, en un lugar bien comunicado y de fácil acceso, de una sede para IAC denominada "Centro de Astrofísica de La Palma" (CALP). Este centro responde también a las necesidades de las instituciones usuarias del ORM para disponer de un espacio común a nivel del mar donde puedan instalar su infraestructura de soporte para dar servicio a sus instalaciones telescópicas.

El Centro de Astrofísica de La Palma (CALP), en el municipio de Breña Baja, inaugurado el 27 de julio de 2005, dispone de una edificación de 1.670 m² construidos en un solar de 12.400 m². Entre sus instalaciones cuenta con una zona de despachos y oficinas para los astrónomos y personal que lleva la gestión de las instalaciones telescópicas, una biblioteca, salas de reuniones y de conferencias y facilidades informáticas y de telecomunicaciones.

Hasta ahora se han incorporando al centro el IAC, GRANTECAN, S.A., uno de los siete nodos de la Red Española de Supercomputación RES (nodo LaPalma) y otras instituciones.

OFICINA TÉCNICA PARA LA PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL CIELO (OTPC)

La OTPC ha continuado con las labores de emisión de informes técnicos e inspección y denuncia a instalaciones de alumbrado. Respecto al 2008, este año se ha reducido aún más el número de inspecciones realizadas en un 71%, el número de denuncias emitidas se mantienen muy bajo (4) y se mantiene el elevado número de informes técnicos (272). Los registros de salida se han mantenido un -13% (306) y los de entrada un -1% (277), el número de correos electrónicos para consultas fue de 770 mensajes (535 en consultas a instalaciones y 235 de luminarias).

A principios del 2009 se finalizó la primera fase de adaptación del alumbrado público del Valle de Aridane. A finales del 2009 el Cabildo de La Palma nos comunicó la recepción de fondos del Ministerio de Ciencia e Innovación para la segunda adaptación (Barlovento, Tijarafe, Garafía y Fuencaliente).

Se continúa con las mediciones periódicas del fondo del cielo con el fotodiodo y con la colaboración del Grupo de Astrónomos de Soporte. La media antes y después de media noche en el OT (2 medidas) ha sido de 21,14//21,14 y en el ORM (4 medidas) de



Fotos nocturnas de los cascos urbanos de Los Llanos de Aridane y de El Paso después de la reciente adaptación del alumbrado público.



21,59//21,75, respectivamente, por lo que el brillo medio en el OT es aproximadamente 4 veces superior al del ORM.

No se han realizado mediciones de campo eléctrico en ningún observatorio por parte de la Jefatura Provincial de Telecomunicaciones por no disponer de recursos humanos suficientes.

No ha habido denuncias por invasión del espacio aéreo protegido en ambos Observatorios ni por sobrepasar los niveles de campo eléctrico.

Labores realizadas por la OTPC durante 2009

Divulgación

- Seminario y Reunión para Las Reservas Starlight, Fuerteventura, marzo.
- Ponencia en la "Segunda Bienal de

Canarias, Arquitectura, Arte y Paisaje, Paisaje Lumínicos" con el título "La Iluminación en el Medio Urbano y Rural", Santa Cruz de Tenerife, abril.

- Charla sobre la Ley del Cielo y la Contaminación Lumínica en la Escuela-Taller Isora Joven, en Guía de Isora, abril.

- Charla "Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior, RD 1890/2008, Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias, S/C Tenerife, abril.

- Charla "La Ley del Cielo: Problemas y Beneficios de su Aplicación", a un grupo de congresistas que visitaron el ORM, abril.

- Charla "Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior VS La Ley del Cielo", jornadas de eficiencia energética en alumbrado público, organizada por Philips Lightning Ibérica, S/C de Tenerife, abril.

- Participación en "Light and Lighting Conference with special Emphasis on LEDs

MEMORIA
IAC 2009

265

and Solid State Light”, Comité Internacional de Iluminación – TC 4, Hungría, mayo.

- Charla “La Contaminación Lumínica ¿qué es?, ¿cómo nos afecta? y ¿cómo reducirla?” dentro de las Jornadas de Formación en el IES Santa Ana, Candelaria, mayo.

- Ponencia en la “II Jornada de Ingenieros Municipales de la Provincia de Alicante – Eficiencia Energética en Alumbrado Exterior” con la ponencia “Experiencia de la Ley del Cielo en Canarias y Beneficio de la nueva Reglamentación de Eficiencia Energética en Alumbrados”, Alicante, octubre.

- International Workshop and Expert Meeting “STARLIGHT”, La Palma, noviembre.

- Participación en la “I Jornada Autonómica sobre Contaminación Lumínica en la Región

de Murcia” con la ponencia “Experiencia de la Aplicación de la Ley del Cielo en La Palma y Tenerife”, Murcia, diciembre.

Colaboraciones

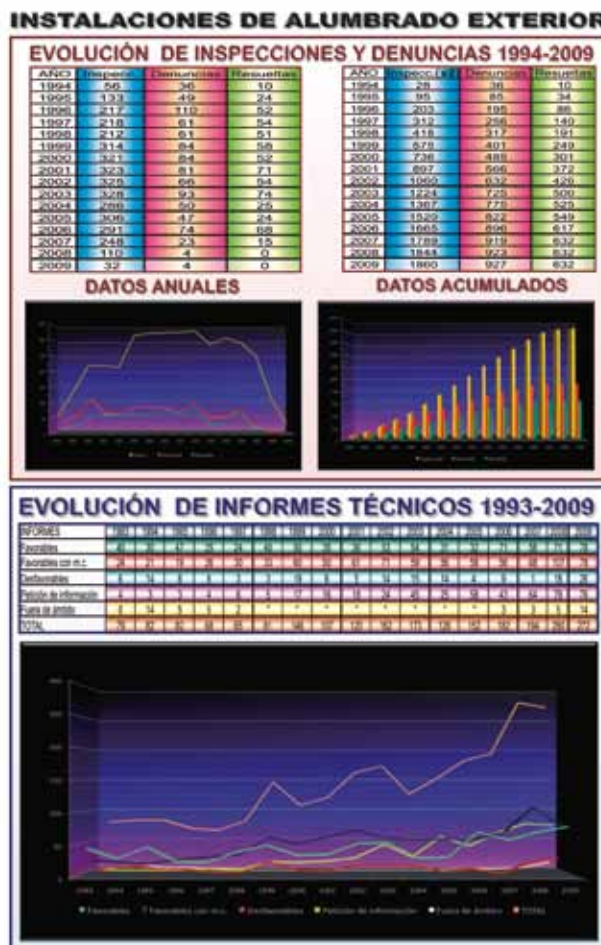
Se continúa colaborando con el Comité Internacional de Iluminación (CIE) C.T.4.21 para la actualización de la recomendación sobre instalaciones de iluminación en el entorno de los observatorios astronómicos. Igualmente, se continúa colaborando con IDA y en la elaboración y revisión de los documentos de las Reservas STARLIGHT.

Medidas, Control y Calidad

Medidas del fondo del cielo: Se continúa con las medidas usando el fotodiodo.

Se ha recibido informe favorable de la Abogacía del Estado sobre la aplicación del régimen sancionador del R.D. 1890/2008 de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior a la Ley 31/88. Igualmente, se ha contactado con la Consejería de Industria, confirmando verbalmente dicha posibilidad.

Gráfico de evolución.



EJECUCIÓN DEL PRESUPUESTO 2009

GASTOS

DESTINO FONDOS	(Miles de €)
- Personal	13.340,46
- Funcionamiento (suministros y m. fungible)	3.316,68
- Financieros	4,17
- Transferencias corrientes	862,91
- Inversiones reales	7.958,29
- Activos financieros	50,60
- Pasivos financieros	211,15
- Compras	4.147,26
TOTAL GASTOS	29.891,52
VARIACION FONDO MANIOBRA	- 5.225,02

FINANCIACIÓN

ORIGEN FONDOS	(Miles de €)
PRESUPUESTARIOS	16.349,67
- Administración del Estado	12.023,56
- Comunidad Autónoma	4.371,11
OTROS	8.271,83
- Contratos, acuerdos, etc. con financiación externa	5.242,19
- Venta de servicios y otros	3.029,64
TOTAL FINANCIACION	24.666,50

GABINETE DE DIRECCIÓN

Es un órgano de apoyo al Director para la consecución de los fines, objetivos y metas del IAC. Sus competencias son:

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 comunicación y divulgación científica, además de las relaciones con los medios de comunicación, supervisando la información, atención y relación con estos.

Establece y ejecuta la estrategia y acciones de extensión cultural del IAC.

EDICIONES

MEMORIA 2008

El IAC ha editado, en papel y en CD, la Memoria correspondiente al año 2008, 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”*. Este boletín es un punto de encuentro para la información sobre todo lo relacionado directa e indirectamente con el Gran Telescopio CANARIAS GTC. En él se dan a conocer las últimas novedades sobre su tecnología, su programa científico, etc.

La dirección es <http://www.gtcdigital.net/>

En 2009 se recibieron un total de 53.209 visitas a este boletín electrónico. Los visitantes pertenecían en su mayoría a España, México, Hungría, EEUU, Colombia, Alemania, Argentina. Se visualizaron 11.437 veces sus vídeos y 118.545 sus imágenes.

“caosyciencia”

Desde que nació en agosto de 2002, la revista digital *“caosyciencia”*, original y creativa, sigue abierta a todos aquellos que quieran

MEMORIA
2009 IAC

268



decir, explicar, comentar, criticar, expresar, inquietar, sorprender, recordar... una revista interdisciplinar, que se apoya en material divulgativo como vídeos, animaciones, imágenes, etc., para explicar diferentes temas relacionados con la Astronomía y la ciencia en general.

En el 2009 se recibieron un total de 288.867 visitas a la revista. Se consultaron sus artículos 134.410 veces, se visualizaron sus vídeos 30.270, sus animaciones 56.352 y sus imágenes 101.789 veces.

Entre las revistas enviadas este año se pueden citar como ejemplo: "Materia oscura, astrónoma brillante: Vera Rubin", "Agujeros negros I y II: guía para perplejos", "El Quijote se enfrenta al origen del Universo I y II", "El Planeta Azul a través del objetivo" y una serie dedicada a los observatorios del mundo (Observatorios de El Teide, El Roque de los Muchachos, Mauna Kea, La Silla, Cerro Tololo, Monte Palomar, Kitt Peak, etc.).

La dirección es <http://www.caosyciencia.com/>

CARTELES

El IAC ha editado a lo largo del año 2009 los siguientes carteles:

- Cartel de formación de personal investigador. Un nuevo cartel con la convocatoria anual para cubrir las plazas de astrofísicos residentes, dentro del Programa de Formación de Personal Investigador del Área de Enseñanza. El objetivo de este Programa es preparar a jóvenes licenciados para investigar en Astrofísica y en técnicas relacionadas con dicha ciencia.

- XXI Canary Islands Winter School of Astrophysics "Accretion processes in Astrophysics" ("Procesos de acreción en Astrofísica"). Organizada por el IAC contó

con el apoyo económico del Ministerio de Ciencia e Innovación así como con la colaboración del Cabildo Insular de Tenerife y el Gobierno de Canarias, celebrada en el Centro de Congresos del Parque Taoro, del Puerto de la Cruz (Tenerife), del 2 al 13 de noviembre.

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 2008 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>



EDICIONES ESPECIALES

Libro: "Astronomía Made In Spain" publicado por la Sociedad Española de la Astronomía para conmemorar el AIA. Participan 9 investigadores del IAC:

- Dr. Jorge Casares
- Dr. Evencio Mediavilla
- Dr. Rafael Rebolo
- Dr. Eduardo Martín
- Dr. Héctor Socas
- Dr. M. Rosa Zapatero
- Dr. Garik Israelian
- Dr. Javier Trujillo
- Dr. Aníbal García

**MEMORIA
IAC 2009**

269

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 124 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.

COMUNICACIÓN

Balance de la comunicación institucional

Noticias emitidas

A través de la Web del IAC, envíos por fax y por correo electrónico, se han difundido a lo largo de 2009 un total de 46 notas de prensa.

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.

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 telescopio GTC como la "Primera Luz" (celebrada en julio de 2007) y la Inauguración, que tuvo lugar el 24 julio de 2009.

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. También supervisa los contenidos de la página Web y de las distintas ediciones llevadas a cabo.

Por otro lado está involucrado también en algunas tareas de gestión, siendo responsable del Servicio Informático Específico (SIE) del Gabinete.

Otra de sus labores consiste en atender a las numerosas consultas de particulares e instituciones que se reciben en el Gabinete sobre dudas relacionadas con la Astronomía. En ocasiones es el Asesor Científico el que interviene directamente en programas de radio o de televisión o es entrevistado por la prensa. También se hace cargo de la organización y atención a algunos grupos que visitan la sede del Instituto, en La Laguna, y/o el Observatorio del Teide.

Organiza además, las actividades de la estancia en el IAC de los "European Union Contest for Young Scientists".

Finalmente participa en la organización de exposiciones y ferias sobre las actividades del IAC.

FORMACIÓN DE COMUNICADORES

Desde que se iniciara el programa de becas para periodistas en formación en 1999, el Gabinete de Dirección del Instituto de

Astrofísica de Canarias (IAC) ha venido acogiendo a profesionales para hacer prácticas de comunicación y divulgación de la ciencia. Por esta “escuela práctica de formación” en la que se ofrece la posibilidad de establecer contacto con la ciencia y la tecnología que se realiza en nuestro país, y concretamente con la investigación astronómica y los proyectos de desarrollo tecnológico que se desarrollan en este Instituto, han pasado a lo largo de los años más de 30 comunicadores que hoy en día están repartidos por el panorama de la comunicación científica nacional y de otros países. En su mayoría, proceden de alguna de las ramas de las Facultades de Periodismo. Otros, en cambio, provienen de otras carreras tras haber hecho alguno de los master sobre comunicación de la ciencia que existen en varias universidades españolas.

Tras un proceso de selección durante el 2009 han realizado prácticas en el IAC:

José Gálvez Palacios, Licenciado en Periodismo. Formación y trabajos de apoyo a ediciones, información y divulgación, y de manera especial en actividades ligadas a las relaciones con los medios de comunicación.

Compartir las “buenas prácticas” del método de trabajo del Gabinete de Dirección se ha logrado gracias a los cursos impartidos por Luis A. Martínez Sáez entre los que podemos citar este año

- “Técnicas del marketing para divulgar la Ciencia”
Master en Comunicación Científica, Médica y Medioambiental. Univ. Pompeu Fabra. Julio.

CONTRATOS Y CONVENIOS ENTRE EL IAC Y OTROS ORGANISMOS EN MATERIA DE DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

Se han suscrito los siguientes contratos/ convenios:

- Convenio de Colaboración entre Canarias Cultura en Red y el Instituto de Astrofísica de Canarias, para la financiación mediante contrato de patrocinio, de varias actividades de divulgación científica, en el marco del Programa SEPTENIO.

- Acuerdo entre el IAC y la ONCE para la publicación de fotos astronómicas en 7 cupones del año 2009, con motivo del Año Internacional de la Astronomía.

- El Instituto de Astrofísica de Canarias, como entidad promotora del Gran Telescopio CANARIAS (GTC), tiene un contrato firmado desde 1999 con la empresa GRANTECAN S.A., para la gestión y organización de tareas de información, divulgación y actos relacionados con el telescopio GTC, como la “Inauguración”, celebrada en el mes de julio.

PROYECTOS DE COLABORACIÓN CON OTROS CENTROS DE I+D

Conjuntamente a otros centros de investigación colaboramos en:

“**100 horas de Astronomía**”. Evento astronómico sin precedentes. Por un total de 100 horas y con la emoción del directo, se conectó con observatorios astronómicos de todo el mundo, describiéndose en cada lugar el quehacer de los astrónomos y tecnólogos. Hubo a su vez una participación muy activa de los aficionados canarios (ver más en http://www.astronomia2009.es/Proyectos_pilares/100_horas_de_astrmpmp,oa-html).



MEMORIA
IAC 2009

271

PROYECTOS PARA LOS MUNICIPIOS ESPAÑOLES: “ASTRONOMÍA EN LAS CALLES”

A finales de 2008 se lanzó este proyecto como antesala a una serie de actividades planificadas para el próximo año 2009, Año Internacional de la Astronomía (AIA). En el marco de esta iniciativa este año se ha:

- Solicitado la adhesión de los ayuntamientos del territorio español a la iniciativa “STARLIGHT”, iniciativa interdisciplinar para la preservación de la observación de las estrellas como patrimonio de la Humanidad.



- Bautizar calles de municipios españoles con nombres astronómicos.



- Organización de la “Fiestas de las estrellas”. El 4 de abril se ofreció el evento “Estrellas entre viñedos”, en el municipio tinerfeño de Tegueste, en el que participaron astrónomos, aficionados y agricultores dedicados a la obtención de vino.



PROYECTO “NOCHES DE GALILEO”

MEMORIA
2009 IAC

272 El 24 de octubre se retransmitió desde el telescopio IAC-80 (Observatorio del Teide) las maravillas que Galileo observó hace 400 años.

Para ello distribuimos un **galileoscopio**®, telescopio diseñado especialmente para el Año Internacional de la Astronomía y una unidad didáctica especialmente diseñada para la ocasión, entre los centros educativos de enseñanza secundaria de Canarias.

PROYECTO NACIONAL “EL TEMA DEL MES”

Se ha publicado en el portal Web del Año Internacional de la Astronomía, las siguientes entrevistas a astrofísicos del IAC:

Fecha: enero

Tema: Arqueoastronomía

Investigador: Dr. Juan A. Belmonte Avilés



Fecha: febrero

Tema: El Sol

Investigador: Dr. Manuel Collados Vera



Fecha: mayo

Tema: Estrellas

Investigador: Dra M. Rosa Zapatero Osorio



Fecha: diciembre

Tema: Astrónomos

Investigador: Dra. Casiana Muñoz-Tuñón



PROYECTOS DE COLABORACIÓN CON EL MUSEO DE LA CIENCIA Y EL COSMOS DEL CABILDO DE TENERIFE

- Exhibición de meteoritos
- Muestra: “Las memorias del Teide”. Da a conocer la historia de los primeros astrónomos que acudieron a Tenerife a ver el cielo.
- Celebración del 50 aniversario del eclipse de Sol de 1959
- Curso de astronomía basado en películas
- Charlas sobre Galileo impartidas por astrónomos del IAC
- Charlas sobre Kepler impartidas por astrónomos del IAC
- Elaboración de un calendario astronómico para 2009
- Juego de mesa “Memory” con imágenes astronómicas

EXPOSICIONES Y FERIAS

El IAC ha estado presente en más de un centenar de ferias y exposiciones en los últimos años. Este año podemos destacar las siguientes:

Exposiciones

“Cosmovisiones”. Su apertura coincidió con la Inauguración del Gran Telescopio CANARIAS (GTC) en la isla de la Palma, y contó con la presencia de SS.MM. los Reyes de España. En ella se ha expuesto las diferentes percepciones cosmológicas a lo largo de los siglos.

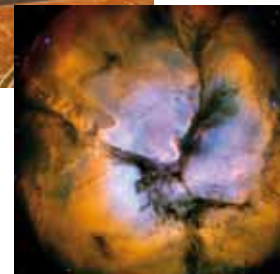
“Sorpresas del Cosmos”. Imágenes astronómicas, que han sido realizadas principalmente desde los Observatorios del Roque de los Muchachos (La Palma) y del Teide (Tenerife). Han sido expuestas internacionalmente en las sedes del Instituto Cervantes que la han solicitado: Madrid, Pekín, Shanghai, Tokio, Utrecht, Lisboa y Londres.

“Mira qué Luna” (en La Palma). Organizada a través de una colaboración entre el Telescopio Nazionale Galileo, Isaac Newton Group of Telescopes, Gran Telescopio CANARIAS, Mercator Telescope, Nordic Optical Telescope e Instituto de Astrofísica de Canarias. Ofrecimos una retrospectiva de la Luna desde Galileo hasta el primer alunizaje.

“El Cielo”. En colaboración con el Gobierno de Canarias, a través del programa SEPTENIO, se ha ofrecido una serie de imágenes realizadas tanto por aficionados como por artistas y astrónomos profesionales. El hilo conductor era la belleza del cielo nocturno y diurno.



Imágenes de las exposiciones: “Cosmovisiones” (arriba) y “Sorpresas del Cosmos” (abajo).



Ferias

Feria del Libro de Canarias. En abril estuvimos 10 días en Gran Canaria y otros 10 días en S/C de Tenerife promocionando las ediciones y los productos divulgativos del IAC, junto con el resto de centros de I+D+i de las islas. Esta actividad la coordinó la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información.

Feria de la Ciencia Canaria. Con la colaboración de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información estaremos presentes en noviembre en Gran Canaria (12,13 y 14) y Tenerife (19,20 y 21) para hacer visible nuestra labor en relación a la I+D+i: a través de conferencias, tertulias, documentales, etc.

CONCURSOS

Hemos colaborado con el Cabildo de Tenerife, a través del **Instituto Insular de Atención Social y Sociosanitaria**, para el lanzamiento del concurso **“Idea y construye un juguete”**. En este proyecto se invita a los participantes a idear, construir y presentar un juego de mesa, cuya dinámica y reglas estén relacionadas con la astronomía. Este juego se distribuirá en todas las ludotecas de la isla de Tenerife, donde se reúnen, cada tarde, familias con el objetivo de aprender jugando.



MEMORIA
2009 IAC

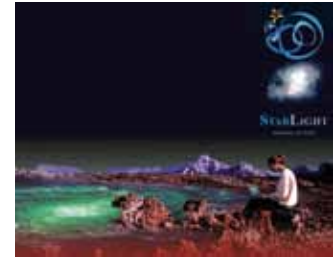
274

“Starlight”: Concurso de cortos audiovisuales coordinado por NotodoFilm dedicados al cielo en la VIII edición Jameson Notodofilmfest (más información en www.notodofilmfest.com).



INICIATIVAS INTERDISCIPLINARES

Destacamos la organización, por parte del IAC, de los Workshops “International Workshop and Expert Meeting”



en Fuerteventura (10-11 marzo) y La Palma (9-10 noviembre), que dan continuidad a la campaña internacional, abierta a la participación de todas las instituciones y asociaciones científicas, culturales y ciudadanas relacionadas con la defensa del firmamento (más información en: <http://www.starlight2007.net/starlightes.htm>).

ACTOS INSTITUCIONALES DEL IAC

Hay una celebración de especial relevancia en 2009, la **Inauguración del Gran Telescopio CANARIAS (GTC)**. Se desarrolló un programa completo de actividades dirigidas a la población canaria para hacerla partícipe de este gran evento (más información en: <http://www.iac.es/gtcinauguracion/>).

DOCUMENTALES DIVULGATIVOS

Con el inicio del año se ha lanzado el proyecto audiovisual “Voces”, que pretende poner a disposición de los medios de comunicación e internautas una ventana a la ciencia de la mano de sus protagonistas, aprovechando el potencial de los científicos que pasan por los seminarios, congresos, reuniones y grupos de seguimiento del IAC. Este producto se ha ofrecido a la plataforma periodística SINC (coordinada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología-FECYT).

Gracias a la ayuda del Gobierno de Canarias, a través de SEPTENIO, se han realizado dos documentales de 50 minutos de duración:

- “Gran Telescopio CANARIAS: 10.4”
- “Pioneros de la Astronomía en Canarias”

PROYECTOS EDUCATIVOS

El IAC colabora con la comunidad educativa a través del desarrollo de proyectos y material didáctico, además de ofrecer charlas de interés público en centros educativos y cursos específicos para el entrenamiento de profesores, siendo también de interés para la Universidad de Mayores y aficionados a la astronomía en general.

TeleAstronomía

El Proyecto TeleAstronomía se planteó como una fusión de las últimas tecnologías en comunicaciones, ciencia puntera y divulgación a nivel nacional, que permitiese a un gran número de personas de toda España asomarse a los telescopios profesionales.

Este proyecto muestra el trabajo de un astrónomo en el telescopio (concretamente en el telescopio IAC-80 del Observatorio del Teide), cómo funciona, por qué los observatorios se encuentran en estos lugares tan altos y recónditos, qué tipos de telescopios existen, cómo se desarrolla la labor investigadora de un astrofísico, etc. El alcance que se quiere dar a este proyecto es el hacer ver a aficionados de la astronomía y a estudiantes, especialmente en el segundo ciclo de secundaria y bachillerato, que la ciencia es atractiva; que la astrofísica, como cualquier área de investigación, no es una rama de la ciencia para genios, sino para gente con ganas de trabajar y de resolver incógnitas. Más información del Proyecto en: <http://www.iac.es/teleastronomia/>.



COSMOEDUCA

Este Proyecto pretende ayudar al profesorado en el desarrollo de temas que puedan tratarse haciendo uso de conceptos y contenidos del ámbito de la Astronomía y proporcionando, a su vez, un enfoque científico-cultural-humano de los mismos. Más información en: <http://www.iac.es/cosmoeduca/index.html>.

BIA (BANCO DE IMÁGENES ASTRONÓMICAS)

Esta herramienta comprende una amplia gama de imágenes del Universo, de los telescopios del IAC, de eventos sociales e ilustraciones, animaciones y vídeos. Tanto la comunidad educativa, como los aficionados a la Astronomía, astrofísicos profesionales, medios de comunicación o cualquier internauta podrán usar las imágenes para muy diversos fines: unidades didácticas, charlas divulgativas, publicaciones en prensa, ocio, etc. Ha servido para la realización de varios proyectos como son exposiciones, fondos de pantalla para móviles, cupones de la ONCE, etc.

INNOVACIÓN DIVULGATIVA

Proyecto "Astro para todos los públicos", gracias a la colaboración de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y la ONCE. Este Proyecto divulga la Astronomía a través de imágenes astronómicas de gran belleza, en diferentes medios: fondos de pantallas para PC's, salvapantallas para móviles, así como en billetes de sorteos nacionales (cupones de la ONCE), etc. Más información en: <http://www.astroparatodos.es/astro1/>.

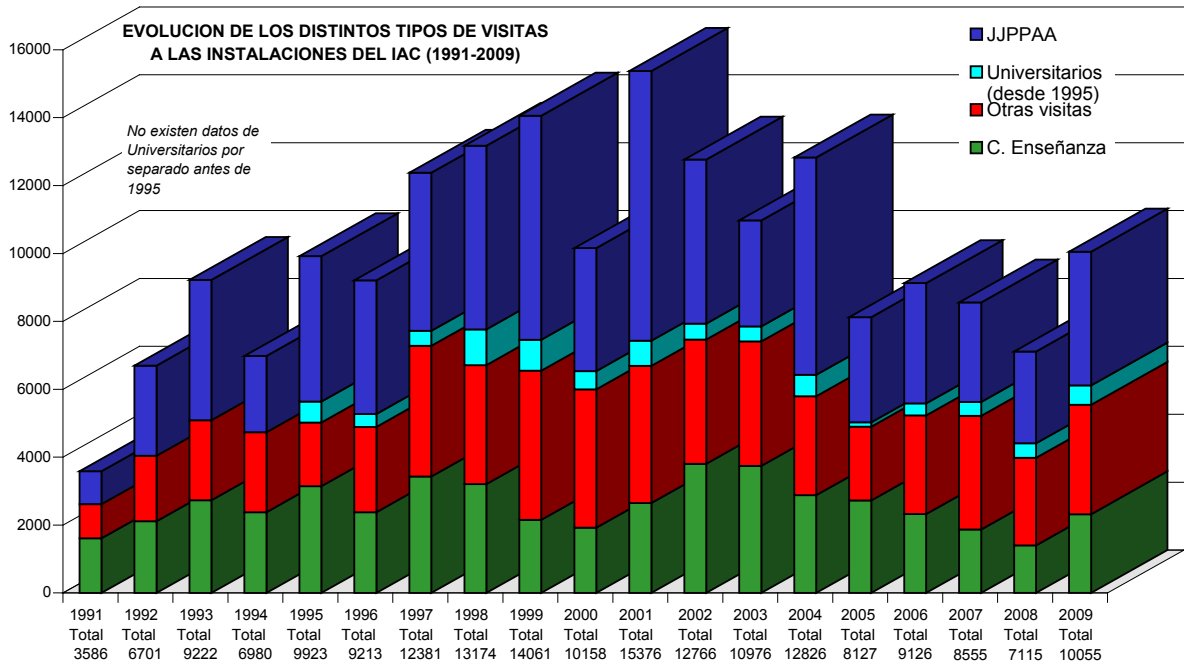
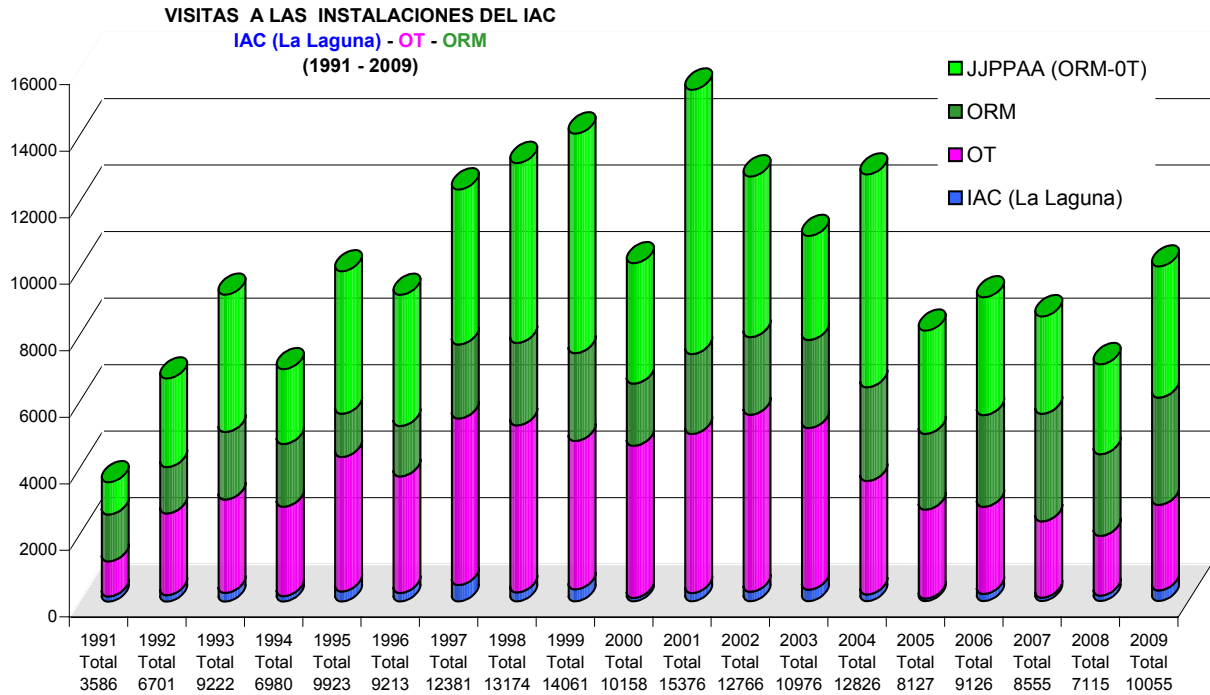


MEMORIA
IAC 2009

VISITAS A LAS INSTALACIONES DEL IAC

VISITAS ORGANIZADAS

En el año 2009 visitaron el IAC un total de 10.055 personas entre alumnos de diferentes centros de enseñanza, participantes en congresos, equipos de filmación y particulares. El Observatorio del Teide recibió 3.975 visitantes, de los cuales 1.400 visitaron el OT durante las Jornadas de Puertas Abiertas; y el Observatorio del Roque de los Muchachos 5.767, de los cuales 2.541 visitaron el ORM durante las “visitas concertadas” y Jornada de Puertas Abiertas. La propia sede del IAC, el Instituto de Astrofísica, recibió 313 visitantes.



OTRAS VISITAS

El IAC y sus Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos constituyen un obligado punto de encuentro de la comunidad astronómica internacional y, por ello, anualmente reciben visitas de científicos (también de ingenieros y técnicos) procedentes de todo el mundo. Muchos de ellos vienen a observar con los telescopios instalados en los Observatorios, tras haber solicitado y conseguido el tiempo de observación que asignan los comités correspondientes. Otros vienen a colaborar con el personal del Instituto que trabaje en su mismo campo, a impartir un curso o a dar una charla o a asistir a las numerosas reuniones científicas celebradas en Canarias.

Y ADEMÁS

Aparte de científicos, ingenieros y técnicos, el IAC y sus Observatorios también reciben otro tipo de visitas institucionales y con fines diversos, algunas de las cuales se destacan a continuación:

La ganadora del concurso de la película de Disney/Pixar viaja al Observatorio del Roque de los Muchachos en La Palma

Una entrada de cine le ha valido para volar hasta la isla de La Palma y visitar el Observatorio del Roque de los Muchachos.

Abigail Muñoz Alonso, fue la ganadora del concurso de la película de Disney/Pixar 'WALL·E', cuyo premio era un viaje a la isla canaria donde guinda del pastel la ponía la oportunidad de poder ver algunos de los telescopios del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y convertirse, por unas horas, en toda una astrónoma.

La ganadora ha disfrutado de la experiencia única de acceder, al Gran Telescopio CANARIAS (GTC), uno de los telescopios



más grandes e importantes del mundo y que, en tan sólo unos meses, permitirá conocer parte de la materia oscura del Universo, así como observar el nacimiento de las estrellas y las galaxias más alejadas. También visito telescopios INT y MAGIC.

Nunca una entrada de cine había llevado a nadie tan cerca del Universo.

Visita de las Comisiones de Ciencia e Innovación del Congreso y del Senado

Las Comisiones de Ciencia e Innovación, tanto del Congreso de los Diputados, el 23 de marzo, como del Senado, 13 y 14 de octubre, han visitado las instalaciones del Instituto de Astrofísica de Canarias y los Observatorio del Teide y del Roque de los Muchachos.



Instantánea de un grupo de Diputados durante su visita a los talleres del IAC siguiendo las explicaciones de Francisco Sánchez y Carlos Martínez Roger, Director y Subdirector del centro.

Visitas de los embajadores de la República de Corea y Malasia

Los embajadores de la República de Corea, Excmo. Sr. D. Tae-yul Cho y de Malasia, Excmo. Sr. D. Dato Naim-Uum Ashkli Mohammad. Visitaron el Observatorio del Roque de los Muchachos, el 28 de octubre donde pudieron acceder a los telescopios MAGIC y Gran Telescopio CANARIAS GTC.

El Embajador de Corea y su esposa durante la visita al telescopio GTC..



SERVICIOS INFORMÁTICOS COMUNES (SIC)

Los objetivos de los Servicios Informáticos Comunes (SIC) durante el año 2009 se han centrado en los siguientes apartados:

- Mantenimiento y mejora de las infraestructuras y capacidades, teniendo en cuentas los procedimientos de Seguridad y Salud.
- Mejora de la organización, calidad y formación.
- Infraestructuras de las bases de datos del IAC.
- Ampliación del sistema de comunicaciones en el IAC.
- Puesta en marcha del nodo de supercomputación del IAC/CALP.

El cometido principal del SIC es prestar al usuario del IAC todos los servicios necesarios para la realización de su trabajo dentro del Área donde se encuentre. Esta labor consume gran parte de los recursos del SIC. Al ser la informática una rama de la tecnología en constante evolución, el SIC emplea también sus recursos en la mejora, actualización y puesta al día de sus propios recursos en beneficio del usuario. Para aumentar la interacción entre los usuarios y el SIC, existe el Comité de los Servicios Informáticos (CSI) y la carta de servicios. Dentro de los objetivos mencionados anteriormente el SIC ha desarrollado, a través de sus distintos grupos las siguientes tareas y proyectos.

GRUPO DE SISTEMAS Y COMUNICACIONES (GSC)

A principios de octubre quedó configurada la línea de comunicaciones de backup entre los observatorios del ORM y del OT, de forma que en caso de fallo, de alguno de los tramos de las líneas de 10Gbs que une las diferentes sedes entrará en funcionamiento una línea de backup de 34Mbs que permitirá que todas las redes externas sigan conectadas.

Como a final de 2008 se había instalado el VMWare para virtualización de los servidores, se terminó la configuración y se empezaron a incorporar equipos llegando en este primer año a tener 25 servidores virtuales en producción, y 10 en fase de desarrollo. Teniendo en cuenta las necesidades del sistema SAP, se ha procedido a actualizar el VMWare a su última versión vSphere 4, y la infraestructura se ha ampliado hasta quedar compuesta por dos cluster:

Red Interna

- 4x Dell R900: 96 Cores - 512 GB de RAM
- 2 TB en disco SATA
- 1.8 TB en disco FC

DMZ

- 2x Dell PowerEdge 2950: 16 Cores - 64 GB de RAM
- 200 GB en disco SATA
- 200 GB en disco FC

En abril se terminaron de configurar los nuevos equipos que se dedican a limpiar el correo electrónico de virus y spam. Se han puesto dos equipos de Ironport para que la carga esté balanceada y además no sea grave el fallo de uno de ellos. En esa fecha también se terminó la migración de los usuarios a los nuevos servidores de correo, que conforman una granja de servidores, de forma que se pueden añadir fácilmente servidores en caso de sobrecarga. Esta granja comparte el espacio en disco usando la NAS de EMC que tiene el IAC.

Durante este año hemos continuado dando apoyo al Proyecto de Caracterización de los Observatorios, entre las que destaca el DIMMA. No sólo resolviendo los problemas que han ido surgiendo en los equipos sino también en el diseño de la red para conectar las diferentes instalaciones a la red del IAC.

Antes del verano se termino el despliegue WIFI en todas las dependencias del IAC, con la colocación de los últimos puntos de acceso en el OT. Por otro lado las instalaciones en los Observatorios ya están conectadas a 1Gbs, y aunque todavía falta que algunas instituciones usuarias migren, las que ya se han pasado están haciendo un uso intensivo de la misma.

En la sede central, en La Laguna, se continuó a lo largo del año con la reorganización de la redes de esa sede, de forma, que se han creado subredes por pasillos y así poder responder mejor ante un problema de seguridad (por ejemplo un virus) y mejorar el servicio que se presta.

A lo largo del primer semestre del año se terminaron de configurar los dos IDS que están en la sede central. Por otro lado, también se configuró el firewall para tener zonas virtuales, de forma que el firewall sea independiente para las redes internas y externas. De esta manera ya se puede configurar un firewall independiente para cada subred interna, la primera con la que se ha empezado es la propia red del SIC. También en el CALP se han configurado los equipos de red, para que puedan hacer el enrutamiento de los paquetes en local, es decir, el tráfico de La Palma no necesita venir a La Laguna y volver otra vez.

Durante el año se actualizó a Fedora la casi totalidad de equipos que hay en el IAC, por lo que en RedHat sólo quedan algunos servidores y alguna máquina de control de instrumento.

El superordenador en La Palma, ha seguido procesando con un número de horas en paradas inferior al previsto inicialmente. El servicio que se presta está catalogado por los usuarios de muy bueno, ya que las

incidencias son mínimas y los tiempos de respuesta muy cortos. Durante este año se actualizó el sistema operativo de todos los equipos tanto de procesamiento como servidores al SUSE versión 10.

Durante el segundo semestre el IAC ha sido la entidad número 40 en convertirse en una Autoridad de Registro de Certificados de pKIRISGrid de la Autoridad de Certificación RedIRIS.

Durante el último semestre se estuvo trabajando en el diseño de la nueva estrategia de copias de seguridad de las cabinas de almacenamiento que tiene el IAC, en la que se combina los snapshot, la replicación entre cabinas, el archivado y las copias en cintas de tal manera que se reducen al mínimo el número de cintas necesarias. Teniendo en cuenta que el volumen de datos de proyectos en este año llegó a 54 TB y se compró una ampliación en capacidad que duplicaba la existente, además de un sistema de archivado (Raifinity) para reducir el espacio ocupado. Por otro lado, también había que dar salida a las copias de seguridad de los sistemas virtualizados, y para ello se compró Avamar que utiliza la deduplicación para las copias.

GRUPO DE DESARROLLO Y WEB (GDW)

Empleo de las metodologías de desarrollo elegidas, orientadas a la implantación de un ERP en el IAC y a la nueva aplicación del CAT Solar: Java J2EE, Oracle ADF Faces, Oracle Toplink, Servidor de Aplicaciones Weblogic.

Proceso del CAT: Finalización de la versión 3.0 – Unificación de la aplicación para que todos los tiempos además del CAT Español (Verificación Científica, Tiempo del Director,

Tiempos Garantizados -OSIRIS, Canaricam, EMIR, Circe, FRIDA -, CAT México, CAT Florida, Acuerdo IAC/México, Acuerdo IAC/ Florida y ESO/GTC Científico) usen una única tabla en preparación para el CAT Solar (continúa).

Cursos

Fusion Middleware 11g: Desarrollo de aplicaciones con ADF (4 personas), Oracle Fusion Middleware 11g: Build Java EE Applications (4 personas).

Actualizaciones de software

Software para la Biblioteca (Glas, 3 versiones), Proyecto integrado de Nóminas y RRHH: (Epsilon, 9 versiones).

Colaboración en Proyectos

Apoyo al Grupo de Gestión Integral: Apoyo técnico a la mesa de contratación para la adjudicación de la consultoría del proyecto de Gestión Integral.

Transferencia de servicios del departamento a las nuevas funciones demandadas por el proyecto de Gestión Integral.

Proyecto de virtualización de servidores (3 para la Intranet, 4 del CAT, 1 para aplicación de Talleres) (continúa).

Proyecto de actualización del servidor de SQL Server y de los servidores de IIS para la Intranet (continúa).

Apoyo a Axia Corpore en la realización de la Consultoría de la LOPD. Gestión de la documentación y apoyo en lo relativo al SIC.

**MEMORIA
2009 IAC**

280

Solución transitoria para la justificación de la Financiación Externa para el área de Investigación (continúa).

Migración del Intralink al servidor de BD Oracle.

Apoyo a la elaboración del software de órdenes a talleres (empresa Avantic) para el Área de Instrumentación.

Apoyo a las Áreas

Visita de la Winter School 2009, proceso bianual del Comité de Asignación de Tiempos CAT del IAC, apoyo a los procedimientos de Seguridad y Salud del IAC (Comisión de Emergencias), a la Comisión de Formación Continua del IAC (COF) y al grupo de Calidad del SIC mediante asistencia a reuniones y organización de cursos, supervisión de la conexión directa con los técnicos del Control Horario (Spec) y a los de Grupo Castilla (Epsilon).

Tareas continuas

Gestión de la seguridad en el acceso a datos: permisos (altas, bajas y perfiles) de las aplicaciones que accedan a las bases de datos del IAC y gestión de la seguridad de los datos y la confidencialidad del acceso a los mismos en los diversos gestores de bases de datos relacionales, mantenimiento de los servidores y establecimiento de las estrategias de recuperación oportunas en colaboración con los demás departamentos del SIC.

Supervisión de la organización de la Sala de Servidores del IAC.

Mantenimiento de la infraestructura de trabajo en la Intranet del IAC (servidores de desarrollo/producción).

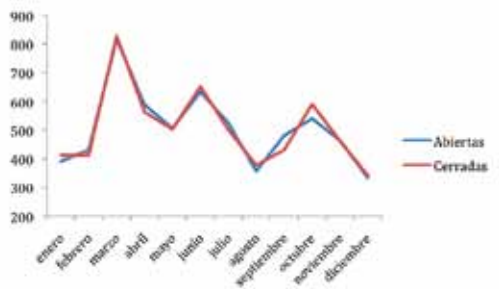
Mantenimiento de licencias y actualización de software de desarrollo para los entornos de acceso a datos (Visual Studio, .NET, Access, Oracle, SQL Server).

Preparación de las aplicaciones Administración de Servicios Generales para el ejercicio Contable 2009.

Atención al usuario, resolución de incidencias relativas a las más de 50 aplicaciones mantenidas directamente por el DBD.

GRUPO DE OPERACIONES Y CENTRO DE ATENCIÓN AL USUARIO (GOP/CAU)

Gestión de congresos, compra de material informático, gestión de portátiles de préstamo, mantenimiento de equipos informáticos, equipos audiovisuales en el Aula.



*Número de incidencias abiertas y cerradas en el año 2009.
La subida marzo-abril es debido a los cambios en las cuentas de correo y las sucesivas debida a cambios de Pc's y redes de pasillos. En el 2009 se han cerrado un 59% más de incidencias que el año pasado.*

BIBLIOTECA

En 2009, la biblioteca ha vuelto a la normalidad después de la culminación de las obras de ampliación y renovación llevadas a cabo entre 2007 y 2008. Las zonas nuevas de la sala de libros y de la sala de revistas han sido equipadas con mobiliario nuevo.

En la zona nueva de la sala de libros, se han instalado estanterías y una mesa de trabajo con 4 puestos y se han trasladado allí los libros de las secciones de Física y Matemáticas. El mobiliario montado provisionalmente durante las obras en la sala antigua ha sido desmontado y los libros reubicados. Para completar la renovación de esta sala, se han encargado nuevas estanterías que serán instaladas a principios de 2010.

En la sala de revistas, se han instalado unas estanterías en las que se han colocado los libros de la sección de catálogos. En la zona reformada que recibe luz natural, se ha instalado una mesa de trabajo con 4 puestos. Para completar el equipamiento de esa zona, se han encargado otras dos mesas, que se recibirán en 2010.

El personal ha mantenido los diferentes servicios de la biblioteca adquiriendo libros, revistas y otras publicaciones requeridas por los usuarios, prestando libros, ofreciendo acceso online a revistas, manteniendo la Web de la biblioteca, informando y atendiendo a los usuarios, etc.

La colección aumentó en 166 libros y se mantuvieron unas 240 suscripciones a revistas especializadas. La biblioteca cambió su participación en el consorcio abierto de AIP (American Institute of Physics) ampliándolo a las revistas de APS (American Physical Society) y pasando a la modalidad de acceso sólo online, de forma que pagando por las suscripciones habituales, el IAC accede ahora a todas las revistas de AIP y APS así como a los proceedings de AIP. También ha continuado su participación en el consorcio

abierto de Springer lo cual permite el acceso a las revistas suscritas por el IAC y a 540 títulos más de Springer.

Dentro del marco de la política de colaboración con la biblioteca del ING iniciada en 2006 y para dar servicio al CALP y a los Observatorios, se han renovado las suscripciones conjuntas IAC-ING, a *Astronomy & Astrophysics*, *Nature* y *ASP Conference Series* online.

Este año, se han gestionado 132 solicitudes de préstamo interbibliotecario de usuarios internos y se ha respondido a 36 peticiones externas.

El personal de la biblioteca asistió a cursos especializados sobre: "Derechos de autor", "Prevención de Riesgos Psicosociales" y como miembros de los equipos de primera intervención y de evacuación, asistieron a cursos prácticos de "Primera Intervención".

En marzo, la documentalista asistió en el Ministerio de Ciencia e Innovación a la segunda reunión del grupo de trabajo de OPIs sobre acceso a publicaciones en la que el Ministerio comunicó su decisión de contratación en un único concurso para todos los OPIs de los recursos suscritos en la modalidad de sólo online. Nombró al CSIC como responsable de la licitación y en septiembre, salió el concurso en el que cada centro pedía sus propias suscripciones. El concurso fue adjudicado a Swets.

El comité de biblioteca ha mantenido la misma composición que el año anterior y se reunió dos veces para decidir sobre el mobiliario adicional necesario para completar el equipamiento de la sala de revistas y de la parte antigua de la sala de libros así como de la redistribución del mobiliario ya existente. También, decidió qué colecciones de libros debían ser trasladadas a la zona nueva de la sala de libros.

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

ARTÍCULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES CON ÁRBITRO

Asensio-Ramos A. "The magnetic sensitivity of the Stokes I profile of the 15260 Å line"
Astrophysical Journal, **690**, 416.

Cardona O., Simonneau E., **Crivellari L.** "Method for calculating the opacity of the atomic lines in stellar atmospheres"
Astrophysical Journal, **690**, 1378.

Donnarumma I. et al. (Incluye **Becerra-González J., Costado M.T., Delgado-Méndez C., García-López R.J., Gaug M., Herrero A.**) "The June 2008 Flare of Markarian 421 from optical to TeV energies"
Astrophysical Journal Letters, **691**, L13.

Sozzetti A. et al. (Incluye **Rabus M., Belmonte J.A., Deeg H.J.**) "A new spectroscopic and photometric analysis of the transiting Planet Systems TrES-3 and TrES-4"
Astrophysical Journal, **691**, 1145.

Mosquera A.M., Muñoz J.A., **Mediavilla E.** "Detection of chromatic microlensing in Q 2237+0305 Å"
Astrophysical Journal, **691**, 1292.

Benítez N. et al. (Incluye **Agueri J.A.L., Cepa J.**) "Optimal filter systems for photometric redshift estimation"
Astrophysical Journal Letters, **692**, L5.

Aliu E. et al. (Incluye **Becerra-González J., Costado M.T., Delgado-Méndez C., García-López R.J., Gaug M., Herrero A.**) "Discovery of a very high energy Gamma-ray signal from the 3C 66A/B Region"
Astrophysical Journal Letters, **692**, L29.

Laurikainen E., Salo H., Buta R., **Knapen J.H.** "Bars, ovals and lenses in early-type disk galaxies: Probes of galaxy evolution"
Astrophysical Journal Letters, **692**, L34.

Trujillo I., Cenarro A.J., de Lorenzo-Cáceres A., Vazdekis A., de la Rosa I.G., Cava A. "Superdense massive galaxies in the nearby Universe"
Astrophysical Journal Letters, **692**, L118.

Lonsdale C.J. et al. (Incluye **Afonso-Luis A., Pérez-Fournon I.**) "MAMBO 1.2mm observations of luminous starbursts at z~2 in the SWIRE fields"
Astrophysical Journal, **692**, 422.

Martínez-Delgado D., Pohlen M., Gabany R.J., Majewski S.R., Peñarrubia J., Palma C. "Discovery of a giant stellar tidal stream around the disk galaxy NGC 4013"
Astrophysical Journal, **692**, 955.

Centeno R., Collados M., Trujillo-Bueno J. "Wave propagation and shock formation in different magnetic structures"
Astrophysical Journal, **692**, 1211.

Lodieu N., Leggett S.K., Bergeron P., Nitta A. "Cool White Dwarfs identified in the second data release of the UKIRT Infrared Deep Sky Survey"
Astrophysical Journal, **692**, 1506.

Albert J. et al. (Incluye **Costado M.T., Delgado-Méndez C., García-López R.J., Gaug M., Herrero A., Panniello N.**) "Periodic very high energy γ -Ray emission from LS I +61 303 observed with the MAGIC Telescope"
Astrophysical Journal, **693**, 303.

Wilson C.D. et al. (Incluye **Knapen J.H.**) "The James Clerk Maxwell Telescope nearby galaxies legacy survey I. Star forming molecular gas in Virgo Cluster spiral galaxies"
Astrophysical Journal, **693**, 1736.

Domínguez-Palmero L., Balcells M. "The nature of growing bulges within z<1.3 galaxy disks in the GOODS-N field"
Astrophysical Journal Letters, **694**, L69.

MEMORIA
IAC 2009
283

Khomenko E., Kosovichev A., **Collados M.**, Parchevsky K., Olshevsky V. "Theoretical modeling of propagation of magneto-acoustic waves in magnetic regions below sunspots" *Astrophysical Journal*, **694**, 411.

López-Sanjuan C., Balcells M., García-Dabó C.E., Prieto M., Cristóbal-Hornillos D., Eliche-Moral M.C., Abreu D. et al. "Robust determination of the major merger fraction at $z = 0.6$ in Groth Strip" *Astrophysical Journal*, **694**, 643.

Delgado-Inglada G, Rodríguez M., **Mampaso A.**, **Viironen K.** "The Iron abundance in Galactic Planetary Nebulae" *Astrophysical Journal*, **694**, 1335

Trujillo-Bueno J., Shchukina N. "Three-dimensional radiative transfer modeling of the polarization of the Sun's continuous spectrum" *Astrophysical Journal*, **694**, 1364.

Ramos-Almeida C., **Pérez-García A.M.**, **Acosta-Pulido J.A.** "Near-Infrared Spectroscopy of Seyfert Galaxies. Nuclear Activity and Stellar Population" *Astrophysical Journal*, **694**, 1379.

Marín-Franch A., **Aparicio A.**, Piotto G., **Rosenberg A.** et al. "The ACS Survey of Galactic Globular Clusters. VII. Relative Ages" *Astrophysical Journal*, **694**, 1498.

Berger E. et al. (Incluye **Martín E.L.**) "Periodic Radio and H α Emission from the L Dwarf Binary 2MASSW J0746425+200032: Exploring the Magnetic Field Topology and Radius of an L Dwarf" *Astrophysical Journal*, **695**, 310.

Cardona O., Simonneau E., **Crivellari L.** "Thermodynamic Coefficients for Stellar Atmospheres and Plasma Spectroscopy" *Astrophysical Journal*, **695**, 855.

Leggett S.K. et al. (Incluye **Lodieu N.**, **Martín E.L.**) "The Physical Properties of Four $\sim 600\text{K}$ T Dwarfs" *Astrophysical Journal*, **695**, 1517.

Cenarro J., **Trujillo I.** "Mild Velocity dispersion evolution of spheroid-like massive galaxies since $z \sim 2$ " *Astrophysical Journal Letters*, **696**, L43.

Iannicola G., **Monelli M.** et al. "On the Radial Distribution of Horizontal Branch Stars in NGC 2808" *Astrophysical Journal Letters*, **696**, L120.

Salabert D., Leibacher J., Appourchaux T., Hill F. "Measurement of low signal-to-noise-ratio solar p -modes in spatially-resolved helioseismic data" *Astrophysical Journal*, **696**, 593.

Salabert D., Leibacher J., Appourchaux T., Hill F. "Measurement of Low Signal-To-Noise Ratio Solar p -Modes in Spatially Resolved Helioseismic Data" *Astrophysical Journal*, **696**, 653.

Cristobal-Hornillos D., **Aguerre J.A.L.**, Moles M., Perea J., Castander F.J., Broadhurst T., Alfaro E.J., Benitez N., Cabrera J., **Cepa J.** et al. "Near-Infrared Galaxy Counts and Evolution from the Wide-Field ALHAMBRA Survey" *Astrophysical Journal*, **696**, 1554.

Socas-Navarro H., McIntosh S., Centeno R., de Wijn A., Lites B.W. "Direct Imaging of Fine Structure in the Chromosphere of a Sunspot Umbra" *Astrophysical Journal*, **696** 1683.

García-Hernández D.A., Hinkle K.H., Lambert D.L., Eriksson K. "CNO Abundances of HdC and RCB stars: a view of the nucleosynthesis in a white dwarf merger" *Astrophysical Journal*, **696** 1733.

Harris R.J., Levine A.M., **Durant M.**, Kong A.K.H., Charles P., **Shahbaz T.** "GX 9+9: Variability of the X-Ray Orbital Modulation" *Astrophysical Journal*, **696**, 1987.

Asensio-Ramos A., **Ramos-Almeida C.** "BayesClumpy: Bayesian Inference with Clumpy Dusty Torus Models" *Astrophysical Journal*, **696**, 2075.

Poggianti B.M., Fasano G., Bettoni D., **Cava A.** et al. "The Evolution of Spiral, S0, and Elliptical Galaxies in Clusters" *Astrophysical Journal Letters*, **697**, L137.

Aliu E. et al. (Incluye **Costado M.T., Delgado-Méndez C., García-López R.J., Gaug M., Herrero A.**) “Upper Limits on the VHE Gamma-Ray Emission from the Willman 1 Satellite Galaxy with the Magic Telescope” *Astrophysical Journal*, **697**, 1299.

Clements D.L., Petitpas G., Farrah D., Hatziminaoglou E., Babbedge T., Rowan-Robinson M., **Pérez-Fournon I., Hernán-Caballero A., Castro-Rodríguez N.** et al. “Resolved Dust Emission in a Quasar at $z=3.65$ ” *Astrophysical Journal Letters*, **698**, L188.

Knapen J.H., James P.A. “The $H\alpha$ galaxy survey. VIII. Close companions and interactions, and the definition of starbursts” *Astrophysical Journal*, **698**, 1437.

Sánchez-Almeida J., Aguerri J.A.L., Muñoz-Tuñón C., Vazdekis A. “Search for blue compact dwarf galaxies during quiescence II: metallicities of gas and stars, ages, and star-formation rates” *Astrophysical Journal*, **698**, 1497.

Sanna N. et al. (Incluye **Monelli M.**) “On the Stellar Content of the Starburst Galaxy IC10” *Astrophysical Journal Letters*, **699**, L84.

Metcalfe T.S., **Creevey O.L.**, Christensen-Dalsgaard J. “A Stellar Model-fitting Pipeline for Asteroseismic Data from the *Kepler* Mission” *Astrophysical Journal*, **699**, 373.

Bernard E., Monelli M., Gallart C., Drozdovsky I., Stetson P.B., **Aparicio A.**, Cassisi S., Mayer L., Cole A.A., **Hidalgo S.L.** et al. “The ACS LCID Project I. Short-period variables in the isolated dwarf spheroidal galaxies Cetus & Tucana” *Astrophysical Journal*, **699**, 1742.

Rey S-Ch., Sohn S.T., **Beasley M.A.** et al. “Probing the Intermediate-Age Globular Clusters in NGC 5128 from Ultraviolet Observations” *Astrophysical Journal Letters*, **700**, L11.

Génova-Santos R., Atrio-Barandela F., Mücke J.P., Klar J.S. “The contribution of the kinematic Sunyaev-Zel’dovich Effect from the Warm-Hot Intergalactic Medium to the Five-Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe Data” *Astrophysical Journal*, **700**, 447.

Esteban C., Bresolin F., Peimbert M., García-Rojas J., Peimbert A., **Mesa-Delgado A.** “Keck HIRES spectroscopy of extragalactic HII regions: C and O abundances from recombination lines” *Astrophysical Journal*, **700**, 654.

Silich S., Tenorio-Tagle T., Torres-Campos A., **Muñoz-Tuñón C., Monreal-Ibero A., Melo V.** “On the Heating Efficiency Derived from Observations of Young Super Star Clusters in M82” *Astrophysical Journal*, **700**, 931.

Martínez-González M.J., Bellot Rubio L.R. “Emergence of small-scale magnetic loops through the quiet solar atmosphere” *Astrophysical Journal*, **700**, 1391.

Riaz B., Martín E.L., Bouy H., Tata R. “2MASS J17112318-2724315: A deeply-embedded low-mass protostellar system in the B59 molecular cloud” *Astrophysical Journal*, **700**, 1541.

Stello D. et al. (Incluye **Creevey O.L., Jiménez-Reyes S.J., Régulo C., Salabert D.**) “Radius determination of solar-type stars using asteroseismology: What to expect from the Kepler mission” *Astrophysical Journal*, **700**, 1589.

Casini R., **Manoso-Sainz R.**, Low B.C. “Polarimetric Diagnostics of Unresolved Chromospheric Magnetic Fields” *Astrophysical Journal Letters*, **701**, L43.

Martínez-Pillet V., Katsukawa Y., **Puschmann K.G., Ruiz-Cobo B.** “Supersonic continuation of the Evershed flow outside a Sunspot as observed with Hinode” *Astrophysical Journal Letters*, **701**, L79.

Riaz B. “Silicate Evolution in Brown Dwarf Disks” *Astrophysical Journal*, **701**, 571.

Córsico A.H., Althaus L.G., Miller Bertolami M.M., **González Pérez J.M.**, Kepler S.O. “On the Possible Existence of Short-Period g -Mode Instabilities Powered by Nuclear-Burning Shells in Post-Asymptotic Giant Branch H-Deficient (PG1159-Type) Stars” *Astrophysical Journal*, **701**, 1008.

MEMORIA
IAC 2009

285

Asensio-Ramos A. “Evidence for quasi-isotropic magnetic fields from Hinode quiet sun observations”
Astrophysical Journal, **701**, 1032.

Caballero-Nieves S.M., Gies D.R., Bolton C.T., Hadrava P., **Herrero, A.** et al. “The Ultraviolet Spectrum and Physical Properties of the Mass Donor Star in HD 226868 = Cygnus X-1”
Astrophysical Journal, **701**, 1895.

Pović M., Sánchez-Portal M., **Pérez García A.M.**, **Bongiovanni A.**, **Cepa J.**, **Fernández-Lorenzo M.**, **Lara-López M.A.**, González-Serrano J.I., Alfaro E.J. “On the anticorrelation between galaxy light concentration and X-Ray-to-optical flux ratio”
Astrophysical Journal Letters, **702**, L51.

Modjaz M. et al. (Incluye **Bouy H.**) “From Shock Breakout to Peak and Beyond: Extensive Panchromatic Observations of the Aspherical Type Ib Supernova 2008D associated with Swift X-ray Transient 080109”
Astrophysical Journal, **702**, 226.

Anderhub H. et al. (Incluye **Becerra-González J.**, **Costado M.T.**, **Delgado-Méndez C.**, **García-López R.J.**, **Gaug M.**, **Herrero A.**) “Search for VHE γ -ray Emission from the Globular Cluster M13 with the Magic Telescope”
Astrophysical Journal, **702**, 266.

Ramos-Almeida C. et al. (Incluye **Rodríguez-Espinosa J.M.**, **Asensio-Ramos A.**) “The Infrared Nuclear Emission of Seyfert Galaxies on Parsec Scales: Testing the Clumpy Torus Models”
Astrophysical Journal, **702**, 1127.

MEMORIA
2009 IAC

286

Acciari V.A. et al. (Incluye **Becerra-González J.**, **Costado M.T.**, **Delgado-Méndez C.**, **García-López R.J.**, **Gaug M.**, **Herrero A.**) “Simultaneous Multiwavelength Observations of Markarian 421 During Outburst”
Astrophysical Journal, **703**, 169.

Kotilainen J.K., Falomo R., Decarli R., Treves A., Uslenghi M., **Scarpa R.** “The Properties of Quasar Hosts at the Peak of the Quasar Activity”
Astrophysical Journal, **703**, 1663.

Anderhub H. et al. (Incluye **Costado M.T.**, **Delgado-Méndez C.**, **García-López R.J.**, **Gaug M.**, **Herrero A.**) “Discovery of very High Energy γ -Rays from the Blazar S5 0716+714”
Astrophysical Journal Letters, **704**, L129.

Trujillo I., **Martínez-Valpuesta I.**, **Martínez-Delgado D.**, Peñarrubia J., Jay Gabany R., Pohlen M. “Unveiling the nature of M94’s (NGC4736) outer region: A Panchromatic perspective”
Astrophysical Journal, **704**, 618.

Khomenko E., Kochukhov O. “Simulations of magneto-acoustic pulsations in atmospheres of rapidly oscillating Ap stars”
Astrophysical Journal, **704**, 1218.

Fathi K., **Beckman J.E.**, Piñol-Ferrer N., Hernández O., **Martínez-Valpuesta I.**, Carignan C. “Pattern speeds of bars and spiral arms from $H\alpha$ velocity fields”
Astrophysical Journal, **704**, 1657.

García-Hernández D.A., **Manchado A.** et al. “Rb-rich asymptotic giant branch stars in the Magellanic clouds”
Astrophysical Journal Letters, **705**, L31.

Mármol-Queraltó E., Cardiel N., **Sánchez-Blázquez P.**, Trager S.C., Peletier R.F., Kuntschner H., Silva D.R., **Cenarro A.J.**, **Vazdekis A.**, Gorgas J. “Evidence for Intermediate-Age Stellar Populations in Early-Type Galaxies from K-Band Spectroscopy”
Astrophysical Journal Letters, **705**, L199.

Belluzzi L., Landi Degl’Innocenti E., **Trujillo-Bueno J.** “The Physical Origin and the Diagnostic Potential of the Scattering Polarization in the Li I Resonance Doublet at 6708 Å”
Astrophysical Journal, **705**, 218.

Hidalgo S.L., **Aparicio A.**, **Martínez-Delgado D.**, **Gallart C.** “On the extended structure of the Phoenix dwarf galaxy”
Astrophysical Journal, **705**, 704.

Kalirai J.S., Zucker D.B., Guhathakurta P., Geha M., Kniazev A.Y., **Martínez-Delgado D.** et al. “The SPLASH Survey: A Spectroscopic Analysis of the Metal-Poor, Low-Luminosity M31 dSph Satellite Andromeda X”
Astrophysical Journal, **705**, 1043.

Riaz B., Lodieu N., Gizis J.E. "Brown Dwarf Disks at Ages of 5-10 Myr"
Astrophysical Journal, **705**, 1173.

Noël N., Aparicio A., Gallart C., Hidalgo S.L., Costa E., Méndez R.A. "Old Main-Sequence turnoff photometry in the Small Magellanic Cloud. II. Star formation history and its spatial gradients"
Astrophysical Journal, **705**, 1260.

Anderhub H. et al. (Incluye **Becerra-González J., Costado M.T., Delgado-Méndez C., García-López R.J., Gaug M., Herrero A.**) "Simultaneous Multiwavelength Observation of Mkn 501 in a Low State in 2006"
Astrophysical Journal, **705**, 1624.

Anderhub H. et al. (Incluye **Becerra-González J., Costado M.T., Delgado-Méndez C., García-López R.J., Gaug M., Herrero A.**) "Correlated X-Ray and Very High Energy Emission in the Gamma-Ray Binary LS I +61 303"
Astrophysical Journal Letters, **706**, L27.

Comeron S., Martínez-Valpuesta I., Knapen J.H., Beckman J.E. "On the curvature of dust lanes in galactic bars"
Astrophysical Journal Letters, **706**, L256.

Pović M., Sánchez-Portal M., Pérez-García A.M., Bongiovanni A., Cepa J., Alfaro E., Castañeda H., Fernández-Lorenzo M., Gallego J., González-Serrano J.I., González J.J., Lara-López M.A. "OTELLO Survey: Deep BVRI broadband photometry of the Groth strip. II. Optical Properties of X-ray emitters"
Astrophysical Journal, **706**, 810.

González-Hernández J.I., Iglesias-Groth S., Rebolo R., García-Hernández D. A., Manchado A., Lambert D.L. "The Chemical composition of Cernis 52 (BD+31° 640)"
Astrophysical Journal, **706**, 866.

Calamida et al. (Incluye **Monelli M.**) "Strömgren Photometry of Galactic Globular Clusters. II. Metallicity Distribution of Red Giants in ω Centauri"
Astrophysical Journal, **706**, 1277.

Mediavilla E., Muñoz J.A., Falco E., Motta V., Guerras E., Canovas H., Jean C., Oscoz A., Mosquera A.M. "Microlensing based estimate of the mass fraction in compact objects in lens galaxies"
Astrophysical Journal, **706**, 1451.

Toloba E., Boselli A., Gorgas J., Peletier R.F., **Cenarro A.J.**, Gadotti D.A., Gil de Paz A., Pedraz S., Yildiz U. "Kinematic Properties as Probes of the Evolution of Dwarf Galaxies in the Virgo Cluster"
Astrophysical Journal Letters, **707**, L17

Cairós L.M., **Caon N.**, Papaderos P., Kehrig C., Weilbacher P., Roth M.M., **Zurita C.** "New Light in star-forming dwarf galaxies: The PMAS integral field view of the blue compact dwarf galaxy Mrk 409"
Astrophysical Journal, **707**, 1676.

Casares J., Orosz J.A., Zurita C., Shahbaz T., Corral-Santana J.M., McClintock J.E., Garcia M.R., Martínez-Pais I.G. et al. "Refined Orbital Solution and Quiescent Variability in the Black Hole Transient GS 1354-64 (= BW Cir)"
Astrophysical Journal Supp. Series, **181**, 238.

Fendt W.A., Chluba J., **Rubiño-Martín J.A.**, Wandelt B.D. "RICO: A New approach for fast and accurate representation of the Cosmological Recombination History"
Astrophysical Journal Supp. Series **181**, 627.

Abazajian K.N. et al. (Incluye **Martínez-Delgado D.**) "The Seventh Data Release of the Sloan Digital Sky Survey"
Astrophysical Journal Supp. Series **182**, 543.

Dalcanton J.J. (Incluye **Gallart C.**) "The ACS Nearby Galaxy Survey Treasury"
Astrophysical Journal Supp. Series **183**, 67.

Jiménez A., García R.A. "On the Solar Origin of the Signal at 220.7 μ Hz: A Possible Component of a g-Mode?"
Astrophysical Journal Supp. Series, **184**, 288.

Lara-López M.A., Cepa J., Bongiovanni A., Castañeda H., Pérez García A.M., Fernández Lorenzo M., Pović M., Sánchez-Portal M. "Star-forming galaxies in SDSS: signs of metallicity evolution"
Astronomy & Astrophysics, **493**, L5.

López-Corredoira M., Betancort-Rijo J. “Azimuthal dependence of the density distribution in outer galactic discs accreting intergalactic flows”
Astronomy & Astrophysics **493**, L9.

Albert J. et al. (Incluye **Costado M.T., Delgado C., García-López R.J., Gaug M., Herrero A., Panniello N.**) *Research Note* “MAGIC observations of PG1553+113 during a multiwavelength campaign in July 2006”
Astronomy & Astrophysics **493**, 467.

Bouy H., Huelamo N., Martín E.L. et al. “A deep look into the cores of young clusters I. sigma-Orionis”
Astronomy & Astrophysics, **493**, 931.

González-Pérez J.M., Metcalfe T.S. “Testing the evolution of the DB white dwarf GD 358: First results of a new approach using asteroseismology”
Astronomy & Astrophysics, **493**, 1067

Barro G. et al. (Incluye **Balcells M., Prieto M.**) “On the nature of the extragalactic number counts in the K-band”
Astronomy & Astrophysics, **494**, 63.

Asensio-Ramos A. “Markov properties of solar granulation”
Astronomy & Astrophysics, **494**, 287.

Rabus M., Alonso R., Belmonte J.A., Deeg H.J., Gilliland R.L., Almenara J.M., Brown T.M., Charbonneau D., Mandushev G. “A cool starspot or a second transiting planet in the TrES-1 system?”
Astronomy & Astrophysics, **494**, 391.

Saviane I., Exter K., Tsamis Y., **Gallart C., Pequignot D.** “VLT/FORS1 spectrophotometry of the first planetary nebula discovered in the Phoenix dwarf galaxy”
Astronomy & Astrophysics, **494**, 515

Aguerri J.A.L., González-García C. “On the Origin of Dwarf Elliptical Galaxies: The Fundamental Plane”
Astronomy & Astrophysics, **494**, 891.

Perina S. et al. (Incluye **Beasley M.A.**) “An HST/WFPC2 survey of bright young clusters in M31 - I. VdB0, a massive star cluster seen at $t \approx 25$ Myr”
Astronomy & Astrophysics, **494**, 933.

Cornelisse R., D’Avanzo P., Muñoz-Darias T., Campana S., Casares J., Charles P.A., Steeghs D., Israel G., Stella L. “Phase resolved spectroscopy of the accreting millisecond X-ray pulsar SAX J1808.4-3658 during the 2008 outburst”
Astronomy & Astrophysics, **495**, L1.

Perea-Calderon J.V., **García-Hernández D.A., García-Lario P., Szczerba R., Bobrowsky M.** “The mixed chemistry phenomenon in Galactic Bulge planetary nebulae”
Astronomy & Astrophysics Letters, **495**, L5.

Boschin W., **Barrena R., Girardi M.** “Internal dynamics of the galaxy cluster Abell 959”
Astronomy & Astrophysics, **495**, 15.

Aguerri J.A.L., Méndez-Abreu J., Corsini E.M. “The population of barred galaxies in the local universe I. Detection and characterisation of bars”
Astronomy & Astrophysics, **495**, 491.

Nebot Gómez-Morán A. et al. (Incluye **Rodríguez-Gil P.**) “Post common envelope binaries from SDSS - IV. SDSS J121258.25–012310.1, a new eclipsing system”
Astronomy & Astrophysics, **495**, 561.

Cava A. et al. “WINGS-SPE Spectroscopy in the Wide-field Nearby Galaxy-cluster Survey”
Astronomy & Astrophysics, **495**, 707

Fernández-Lorenzo M., Cepa J., Bongiovanni A., Castañeda H., Pérez-García A.M., Lara-López M.A., Pović M., Sánchez-Portal M. “Evolution of the optical Tully-Fisher relation up to $z=1.3$ ”
Astronomy & Astrophysics, **496**, 389.

Pinilla-Alonso N., Brunetto R., **Licandro J., Gil-Hutton R., Roush T.L., Strazzulla G.** “The surface of (136108) Haumea (2003 EL₆₁), the largest carbon-depleted object in the trans-Neptunian belt”
Astronomy & Astrophysics, **496**, 547.

Rodríguez-Gil P., Torres M.A.P., Gänsicke B.T., Muñoz-Darias T., Steeghs D., Schwarz R., Rau A., Hagen H.-J. “An evolved donor star in the long-period cataclysmic variable HS 0218+3229”
Astronomy & Astrophysics, **496**, 805.

Neves V., Santos N.C., Sousa S.G, Correia A.C.M., **Israelian G.** “Chemical abundances of 451 stars from the HARPS GTO planet search program - Thin disc, thick disc, and planets”

Astronomy & Astrophysics, **497**, 563.

Varela J., D’Onofrio M., Marmo C., Fasano G., Bettoni D., **Cava A.** et al. “WINGS: A Wide-field Nearby Galaxy-cluster Survey - II. Deep optical photometry of 77 nearby clusters”

Astronomy & Astrophysics, **497**, 667.

Lara L.M., **Licandro J.**, Tozzi G.-P. “Structures in the dust coma of comet C/1999 T1 (McNaught-Hartley) from Jan. 26 to Feb. 05, 2001”

Astronomy & Astrophysics, **497**, 843.

Valdielso L., Martín E.L., Bouy H., Solano E., Drew J.E., Greimel R., Gutiérrez R., Unruh Y.C., Vink J.S. “An IPHAS-based search for accreting very low-mass objects using VO tools”

Astronomy & Astrophysics, **497**, 973.

Anderhub H. et al (**Incluye Becerra-González J., Costado M.T., Delgado-Méndez C., García-López R.J., Gaug M., Herrero A.**) “MAGIC upper limits to the VHE gamma-ray flux of 3C 454.3 in high emission state”

Astronomy & Astrophysics **498**, 83.

Guenther E.W., **Zapatero-Osorio M.R., Mehner A., Martín E.L.** “Short-term spectroscopic monitoring of two cool dwarfs with strong magnetic fields”

Astronomy & Astrophysics **498**, 281.

López R., Estalella R., **Gómez G., Riera A., Carrasco-González C.** “The nature of HH 223 from long-slit spectroscopy”

Astronomy & Astrophysics, **498**, 761.

Lodieu N., Zapatero-Osorio M.R., Martín E.L. “Lucky Imaging of M subdwarfs”

Astronomy & Astrophysics, **499**, 729.

Gil-Hutton R., **Licandro J., Pinilla-Alonso N., Brunetto R.** “The trans-Neptunian object size distribution at small sizes”

Astronomy & Astrophysics, **500**, 909.

Fabbian D., Nissen P.E., Asplund M., Pettini M., Akerman C. “The C/O ratio at low metallicity: constraints on early chemical evolution from observations of Galactic halo stars”

Astronomy & Astrophysics, **500**, 1143.

Amorín R., Aguerri J.A.L., Muñoz-Tuñón C., Cairós L.M. “The Host in Blue Compact Galaxies. Structural Properties and Scaling Relations”

Astronomy & Astrophysics, **501**, 75.

Azzollini R., Beckman J.E., Trujillo I. “Radial Distribution of Near-UV Flux in Disc Galaxies in the range $0 < z < 1$ ”

Astronomy & Astrophysics, **501**, 119.

James P.A., Bretherton C.F., **Knapen J.H.** “The H α galaxy survey. VII. The spatial distribution of star formation within disks and bulges”

Astronomy & Astrophysics, **501**, 207.

López-Sanjuan C., Balcells M., Pérez-González P.G., Barro G., García-Dabó C.E., Gallego J., Zamorano J. “The Galaxy Major Merger Fraction to $z \sim 1$ ”

Astronomy & Astrophysics, **501**, 505.

Piatti A.E., Geisler D., Sarajedini A., **Gallart C.** “Washington photometry of five star clusters in the Large Magellanic Cloud”

Astronomy & Astrophysics, **501**, 585.

López-Ariste A., **Asensio-Ramos A., Manso-Sainz R., Derouich M., Gelly B.** “Variability of the polarization profiles of the Ball D2 line in the solar atmosphere”

Astronomy & Astrophysics, **501**, 729.

Valentinuzzi T., Woods D., Fasano G., Riello M., D’Onofrio M., Varela J., Bettoni D., **Cava A.** et al. “WINGS: a Wide-field nearby Galaxy-cluster survey - III. Deep near-infrared photometry of 28 nearby clusters”

Astronomy & Astrophysics, **501**, 851.

Del Burgo C., **Martín E.L., Zapatero-Osorio M.R., Hauschildt P.H.** “Physical parameters of T dwarfs derived from high-resolution near-infrared spectra”

Astronomy & Astrophysics, **501**, 1059.

Kuckein C., Centeno R., **Martínez-Pillet V.**, Casini R., **Manso-Sainz R.**, Shimizu T. "Magnetic field strength of active region filaments"
Astronomy & Astrophysics, **501**, 1113.

Viironen K., **Mampaso A.**, **Corradi R.L.M.**, Rodríguez M., Greimel R., Sabin L., Sale S.E., Unruh Y., Delgado-Inglada G., Drew J., **Giammanco C.** et al. "New Young Planetary Nebulae in IPHAS"
Astronomy & Astrophysics, **502**, 113.

Boersma C., Peeters E., **Martín-Hernández N.L.** et al. "A spatial study of the mid-IR emission features in four Herbig Ae/Be stars"
Astronomy & Astrophysics, **502**, 175.

Marin-Franch A., **Herrero A.**, **Lenorzer A.**, Najarro F., **Ramírez S.**, **Font-Ribera A.**, Figer D. "The stellar population of the star forming region G61.48+0.09"
Astronomy & Astrophysics, **502**, 559.

Doherty M., Arnaboldi M., Das P., Gerhard O., **Agueri J.A.L.** et al. "The edge of the M87 halo and kinematics of the diffuse light in the Virgo cluster core"
Astronomy & Astrophysics, **502**, 771.

Goldman B., Pitann J., **Zapatero-Osorio M.R.**, Bailer-Jones C.A.L., **Béjar V.J.S.**, Caballero J.A., Henning Th. "Polarisation of very-low-mass stars and brown dwarfs. I. VLT/FORS1 optical observations of field ultra-cool dwarfs"
Astronomy & Astrophysics, **502**, 929.

Beck C., Rezaei R. "The magnetic flux of the quiet Sun internetwork as observed with the Tenerife Infrared Polarimeter"
Astronomy & Astrophysics, **502**, 969.

García M., **Herrero A.**, **Vicente B.**, **Castro N.**, Corral L., **Rosenberg A.**, **Monelli. M.** "The young stellar population of IC 1613. I. A new catalogue of OB associations"
Astronomy & Astrophysics, **502**, 1015.

Campins H., Emery J.P., Kelley M., Fernández Y., **Licandro J.**, Delbo M., Barucci A., Dotto E. "Spitzer Observations of Spacecraft Target 162173 (1999 JU3)"
Astronomy & Astrophysics, **503**, L17.

Puga E., Hony S., Neiner C., **Lenorzer A.**, HubertA.-M., Waters L.B.F.M., Cusano F., Ripepi V. "Spitzer/IRAC view of Sh2-284 - Searching for evidence of triggered star formation in an isolated region in the outer Milky Way"
Astronomy & Astrophysics, **503**, 107.

Barrena R., Girardi M., Boschini W., Dasi M. "Internal dynamics of Abell 1240: A galaxy cluster with symmetric double radio relics"
Astronomy & Astrophysics, **503**, 357.

Barbieri M., Alonso R., Desidera S., Sozzetti A., **Martínez-Flores A.F.**, **Almenara J.M.** et al. "Characterization of the HD 17156 planetary system"
Astronomy & Astrophysics, **503**, 601.

Huelamo N. et al. (Incluye **Bouy H.**) "The triple system HIP96515: a low-mass eclipsing binary with a DB white dwarf companion"
Astronomy & Astrophysics, **503**, 873.

Hood A.W., Archontis V., Galsgaard K., **Moreno-Insertis F.** "The emergence of toroidal flux tubes from beneath the solar photosphere"
Astronomy & Astrophysics, **503**, 999.

Salabert D., **García R.A.**, **Pallé P.L.**, **Jiménez-Reyes S.J.** "The onset of solar cycle 24: What global acoustic modes are telling us"
Astronomy & Astrophysics, **504**, L1.

Bouy H., Huélamo N., Barrado y Navascués D., **Martín E.L.** et al. "A deep look into the core of young clusters - II. λ^- Orionis"
Astronomy & Astrophysics, **504**, 199.

Viironen K., Greimel R., **Corradi R.L.M.**, **Mampaso A.**, Rodríguez M., Sabin L., Delgado-Inglada G., Drew J., **Giammanco C.** et al. "Candidate planetary nebulae in the IPHAS photometric catalogue"
Astronomy & Astrophysics, **504**, 291.

Sobotka M., **Puschmann K.G.** "Morphology and evolution of umbral dots and their substructures"
Astronomy & Astrophysics, **504**, 575.

Yelles-Chaouche L., Solanki S.K., Schüssler M. "Comparison of the thin flux tube approximation with 3D MHD simulations" *Astronomy & Astrophysics*, **504**, 595.

Bouy H., Martín E.L. "Proper motions of cool and ultracool candidate members in the Upper Scorpius OB association" *Astronomy & Astrophysics*, **504**, 981.

Semel M., Ramírez-Vélez J.C., **Martínez-González M.J.**, **Asensio Ramos A.**, Stiff M.J., López-Ariste A., Leone F. "Multiline Zeeman Signatures Through Line Addition" *Astronomy & Astrophysics*, **504**, 1003.

Zapatero-Osorio M.R., **Martín E.L.**, del Burgo C., Deshpande R., **Rodler F.**, Montgomery M.M. "Infrared radial velocities of ν B10" *Astronomy & Astrophysics*, **505**, L5.

Lara-López M.A., **Cepa J.**, **Bongiovanni A.**, **Pérez García A.M.**, **Castañeda H.**, **Fernández Lorenzo M.**, **Póvic M.**, Sánchez-Portal M. "Study of star-forming galaxies in SDSS up to redshift 0.4: I. Metallicity evolution" *Astronomy & Astrophysics*, **505**, 529.

Sylos-Labini F., Vasilyev N.L., Baryshev Yu.V., **López-Corredoira M.** "Absence of anti-correlations and of baryon acoustic oscillations in the galaxy correlation function from the Sloan Digital Sky Survey DR7" *Astronomy & Astrophysics*, **505**, 981.

Lodieu N., **Zapatero-Osorio M.R.**, **Rebolo R.**, **Martín E.L.**, Hambly N.C. "A census of very-low-mass stars and brown dwarfs in the σ Orionis cluster" *Astronomy & Astrophysics*, **505**, 1115.

Mosser B. et al. (Incluye **Régulo C.**) "The CoRoT target HD 175726: an active star with weak solar-like oscillations" *Astronomy & Astrophysics*, **506**, 33.

García R.A., **Régulo C.** et al. (Incluye **Jiménez-Reyes S.J.**, **Pérez Hernández F.**, **Salabert D.**) "Solar-like oscillations with low amplitude in the CoRoT target HD 181906" *Astronomy & Astrophysics*, **506**, 41.

Barban C. et al. (Incluye **Régulo C.**) "Solar-like oscillations in HD 181420: data analysis of 156 days of CoRoT data" *Astronomy & Astrophysics*, **506**, 51.

Briquet M., Uytterhoeven K. et al. "Ground-based observations of the β Cephei CoRoT main target HD 180 642: abundance analysis and mode identification" *Astronomy & Astrophysics*, **506**, 269.

Rauer H., Queloz D., Csizmadia Sz., Deleuil M., Alonso R., Aigrain S., **Almenara J.M.** et al. (Incluye **Deeg H.J.**, **Rabus M.**) "Transiting exoplanets from the CoRoT space mission - VII. The "hot-Jupiter"-type planet CoRoT-5b" *Astronomy & Astrophysics*, **506**, 281.

Léger A. et al. (Incluye **Deeg H.J.**, **Almenara J.M.**, **Tingley B.**) "Transiting exoplanets from the CoRoT space mission VIII. CoRoT-7b: the first super-Earth with measured radius" *Astronomy & Astrophysics* **506**, 287.

Queloz D. et al. (Incluye **Deeg H.J.**) "The CoRoT-7 planetary system: two orbiting super-Earths" *Astronomy & Astrophysics* **506**, 303.

Moutou C., Pont F., Bouchy F., Deleuil M., **Almenara J.M.** et al. (Incluye **Deeg H.J.**, **Rabus M.**) "Planetary transit candidates in the CoRoT initial run: resolving their nature" *Astronomy & Astrophysics* **506**, 321.

Almenara J.M., **Deeg H.J.** et al. (Incluye **Régulo C.**) "Rate and nature of false positives in the CoRoT exoplanet search" *Astronomy & Astrophysics* **506**, 337.

Deeg H.J. et al. (Incluye **Almenara J.M.**, **Rabus M.**, **Tingley B.**) "Ground-based photometry of space-based transit detections: photometric follow-up of the CoRoT misión" *Astronomy & Astrophysics* **506**, 343.

Alonso R. et al. (Incluye **Deeg H.J.**) "The secondary eclipse of CoRoT-1b" *Astronomy & Astrophysics* **506**, 353.

Aigrain S. et al. (Incluye **Deeg H.J.**) "Noise properties of the CoRoT data - A planet-finding perspective" *Astronomy & Astrophysics* **506**, 425.

Mazeh T. et al. (Incluye **Deeg H.J.**) “Removing systematics from the CoRoT light curves - I. Magnitude-dependent zero point” *Astronomy & Astrophysics* **506**, 431.

Ofir A., **Deeg H.J.**, Lacy C.H.S. “Searching for transiting circumbinary planets in CoRoT and ground-based data using CB-BLS” *Astronomy & Astrophysics*, **506**, 445.

Carpano S., Cabrera J., Alonso R., Barge P., Aigrain S., **Almenara J.M.** et al. (Incluye **Deeg H.J.**, **Régulo C.**) “Planetary transit candidates in Corot-IRa01 field” *Astronomy & Astrophysics*, **506**, 491.

Cabrera J. et al. (Incluye **Almenara J.M.**, **Deeg H.J.**, **Rabus M.**, **Régulo C.**) “Planetary transit candidates in CoRoT-LRc01 field” *Astronomy & Astrophysics*, **506**, 501.

Khomenko E., **Collados M.** “Sunspot seismic halos generated by fast MHD wave refraction” *Astronomy & Astrophysics*, **506**, L5.

Ascaso B., **Aguerri J.A.L.**, Moles M., **Sánchez-Janssen R.**, Bettoni D. “The bright galaxy population of five medium redshift clusters. II Quantitative Galaxy Morphology” *Astronomy & Astrophysics*, **506**, 1071.

Bihain G., **Rebolo R.**, **Zapatero-Osorio M.R.**, **Béjar V.J.S.** et al. (Incluye **Martín E.L.**) “Candidate free-floating super-Jupiters in the young σ Orionis open cluster” *Astronomy & Astrophysics*, **506**, 1169.

Shchukina N.G., Olshevsky V.L., **Khomenko E.V.** “The solar Ba II 4554 Å line as a Doppler diagnostic: NLTE analysis in 3D hydrodynamical model” *Astronomy & Astrophysics*, **506**, 1393.

Kostik R., **Khomenko E.V.**, Shchukina N. “Solar granulation from photosphere to low chromosphere observed in Ba II 4554 Å line” *Astronomy & Astrophysics*, **506**, 1405.

Bommier V., **Martínez-González M.**, Bianda M., Frisch H., **Asensio-Ramos A.**, Gelly B., Landi Degl’Innocenti E. “The quiet Sun magnetic field observed with ZIMPOL on THEMIS - I. The probability density function” *Astronomy & Astrophysics*, **506**, 1415.

Benomar O. et al. (Incluye **Régulo C.**) “A fresh look at the seismic spectrum of HD49933: analysis of 180 days of CoRoT photometry” *Astronomy & Astrophysics*, **507**, L13.

Yelles-Chaouche L., Cheung M.C.M., Solanki S.K., Schuessler M., Lagg A. “Simulation of a flux emergence event and comparison with observations by Hinode” *Astronomy & Astrophysics*, **507**, L53.

Beck C., **Khomenko E.**, Rezaei R., **Collados M.** “The energy of waves in the photosphere and lower chromosphere. I. Velocity statistics” *Astronomy & Astrophysics*, **507**, 453.

Ammler-von Eiff M., Santos N.C., Sousa S.G., Fernandes J., Guillot T., **Israelian G.**, Mayor M., Melo C. “A homogeneous spectroscopic analysis of host stars of transiting planets” *Astronomy & Astrophysics*, **507**, 523.

Castro-Rodríguez N., Arnaboldi M., **Aguerri J.A.L.**, Gerhard O., Okamura S., Yasuda N., Freeman K.C. “Intracluster light in the Virgo Cluster: Large scale distribution” *Astronomy & Astrophysics*, **507**, 621.

Sipos N., Ábrahám P., **Acosta-Pulido J.**, Juhász A., Kóspál Á., Kun M., Moór A., Setiawan J. “EX Lupi in quiescence” *Astronomy & Astrophysics*, **507**, 881.

Creevey O.L. et al. (Incluye **Uytterhoeven K.**, **Rodler F.**, **Pallé P.L.**, **Fabbian D.**) “HD172189: Another step in furnishing one of the best laboratories known for asteroseismic studies” *Astronomy & Astrophysics*, **507**, 901

Southworth J., Hickman R.D.G., Marsh T.R., Rebassa-Mansergas A., Gänsicke B.T., Copperwheat C.M., **Rodríguez-Gil P.** “Orbital periods of cataclysmic variables identified by the SDSS - VI. The 4.5-h period eclipsing system SDSS J100658.40+233724.4” *Astronomy & Astrophysics*, **507**, 929.

Tortosa-Andreu A., **Moreno-Insertis F.** “Magnetic flux emergence into the solar photosphere and chromosphere” *Astronomy & Astrophysics*, **507**, 949.

Cairós L.M., **Caon N.**, **Zurita C.**, Kehrig C., Weillbacher P., Roth M. "Mapping the starburst in blue compact dwarf galaxies - PMAS integral field spectroscopy of Mrk 1418" *Astronomy & Astrophysics*, **507**, 1291.

Licandro J. et al. "Spitzer observations of the asteroid-comet transition object and potential spacecraft target 107P (4015) Wilson-Harrington" *Astronomy & Astrophysics*, **507**, 1667.

D'Avanzo P., Campana S., **Casares J.**, Covino S., Israel G.L., Stella L. "The optical counterparts of accreting millisecond X-ray pulsars during quiescence" *Astronomy & Astrophysics*, **508**, 297.

López-Sánchez A.R., **Esteban C.** "Massive star formation in Wolf-Rayet galaxies. II. Optical spectroscopy results" *Astronomy & Astrophysics*, **508**, 615.

Burgess A.S.M., Moraux E., Bouvier J., Marmo C., Albert L., **Bouy H.** "Young T-dwarf candidates in IC 348" *Astronomy & Astrophysics*, **508**, 823.

Barrado y Navascues D., Morales-Calderon M., Palau A., Bayo A., de Gregorio I., Eiroa C., Huelamo N., **Bouy H.**, Morata O. "A proto brown dwarf candidate in Taurus" *Astronomy & Astrophysics*, **508**, 859.

Sánchez-Almeida J., Ichimoto K. "On the origin of reverse polarity patches found by Hinode in sunspot penumbrae" *Astronomy & Astrophysics*, **508**, 963.

Rabus M., **Deeg H.J.**, Alonso R., **Belmonte J.A.**, **Almenara J.M.** "Transit timing analysis of the exoplanets TrES-1 and TrES-2" *Astronomy & Astrophysics*, **508**, 1011.

Tata R., **Martín E.L.**, Sengupta S., Phan-Bao N., **Zapatero-Osorio M.R.**, **Bouy H.** (2010) "Optical linear polarization in ultra cool dwarfs. A tool to probe dust in the ultra cool dwarf atmospheres" *Astronomy & Astrophysics*, **508**, 1423.

Fernández-Ontiveros J.A., **Prieto A.M.**, **Acosta-Pulido J.A.** "The nucleus of NGC 253 and its massive stellar clusters at parsec scales" *Monthly Not. of the R. Astron. Soc.*, **392**, L16.

Durant M., Gandhi P., **Shahbaz T.**, **Peralta H.H.**, Dhillon V.S. "Multiwavelength spectral and high time resolution observations of SWIFT J1753.5-0127: new activity?" *Monthly Not. of the R. Astron. Soc.*, **392**, 309.

Jones C.E., Molak A., Sigut T.A.A., de Koter A., **Lenorzer A.**, Popa S.C. "Circumstellar disc geometry constrained by infrared line fluxes" *Monthly Not. of the R. Astron. Soc.*, **392**, 383.

Sale S.E. et al. (Incluye **Mampaso A.**) "High Spatial Resolution Galactic 3D Extinction Mapping with IPHAS" *Monthly Not. of the R. Astron. Soc.*, **392**, 497.

Cervantes J.L., **Vazdekis A.** "An optimized H β index for disentangling stellar population ages" *Monthly Not. of the R. Astron. Soc.*, **392**, 691.

Mack K.-H., **Prieto A.M.**, Brunetti G., **Orienti M.** "NIR/Optical Counterparts of Hotspots in Radio Galaxies" *Monthly Not. of the R. Astron. Soc.*, **392**, 705.

Nigoche-Netro A., Ruelas-Mayorga A., Franco-Balderas A. "The Fundamental Plane for early-type galaxies: dependence on the magnitude range" *Monthly Not. of the R. Astron. Soc.*, **392**, 1060.

Baran A. et al. (Incluye **Oreiro R.**, **Pérez-Hernández F.**, **González Pérez J.M.**, **Fox Machado L.**, **Monserat T.**) "The pulsating hot subdwarf Balloon 090100001: results of the 2005 multisite campaign" *Monthly Not. of the R. Astron. Soc.*, **392**, 1092.

Lipari S. et al. (Incluye **García-Lorenzo B.**, **Mediavilla E.**, **Acosta J.**) "Deep GEMINI GMOS-IFU Spectroscopy of BAL QSOs: I. Decoupling the BAL, QSO, Starburst, NLR, and Supergiant Bubbles in Mrk 231" *Monthly Not. of the R. Astron. Soc.*, **392**, 1295.

Dhillon V.S., Marsh T.R., Littlefair S.P., Copperwheat C.M., Kerry P., Dib R., **Durant M.** et al. "Optical pulsations from the anomalous X-ray pulsar 1E 1048.1-5937" *Monthly Not. of the R. Astron. Soc.*, **394**, L112.

MEMORIA
IAC 2009

293

Muñoz-Darias T., Casares J., O'Brien K., Steeghs D., Martínez-Pais I.G., Cornelisse R., Charles P.A. "Dynamical constraints on the neutron star mass in EXO 0748-676"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **394**, L136.

Cataldo F., Strazzulla G., **Iglesias-Groth S.** "Stability of C₆₀ and C₇₀ Fullerenes toward Corpuscular and γ Radiation"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **394**, 615.

Mesa-Delgado A., López-Martín L., Esteban C., García-Rojas J., Luridiana V. "Properties of the ionized gas in HH 202. I. Results from Integral Field Spectroscopy with PMAS"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **394**, 693.

Pyrzas S., Gänsicke B.T., Marsh T.R., Aungwerojwit A., Rebassa-Mansergas A., **Rodríguez-Gil P.,** Southworth J., Schreiber M.R., Nebot Gomez-Moran A., Koester D. "Post-common-envelope Binaries from SDSS. V: Four eclipsing white dwarf main-sequence binaries"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **394**, 978.

Marcolini A., Gibson B.K., Karakas A.I., **Sánchez-Bláquez P.** "The Chemical Evolution of Globular Clusters I. Reactive Elements and Non-Metals"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **395**, 719.

Mesa-Delgado A., Esteban C., García-Rojas J., Luridiana V., Bautista M., Rodríguez M., **López-Martín L.,** Peimbert M. "Properties of the ionized gas in HH202. II: Results from Echelle spectrophotometry with UVES"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **395**, 855.

Rodríguez-Gil P., Martínez-Pais I.G., de La Cruz Rodríguez J. "The magnetic SW Sextantis star RXJ1643.7+3402"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **395**, 973.

Burningham B. et al. (Incluye **Lodieu N.**) "The discovery of an M4+T8.5 binary system"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **395**, 1237.

Lodieu N., Dobbie P.D., Deacon N.R., Venemans B.P., **Durant M.** "Two distant brown dwarfs in the UKIRT Infrared Deep Sky Survey Deep Extragalactic Survey Data Release 2"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **395**, 1631.

Ganda K., Peletier R., **Balcells M.,** Falcón-Barroso J. "The nature of late-type spiral galaxies: structural parameters, optical and near-infrared colour profiles, and dust extinction"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **395**, 1669.

Hernan-Caballero A., Pérez-Fournon I., Hatziminaoglou E., **Afonso-Luis A.** et al. "Mid-infrared spectroscopy of infrared-luminous galaxies at $z \sim 0.5-3$ "
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **395**, 1695.

Padilla-Torres C.P., Gutiérrez C.M., Rebolo R., Génova-Santos R., Rubiño-Martín J.A. "The spatial distribution of galaxies within the Cosmic Microwave Background cold spot in the Corona Borealis supercluster"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **396**, 53.

Desmet M. et al. (Incluye **Uytterhoeven K.**) "An asteroseismic study of the β Cephei star 12 Lacertae: multisite spectroscopic observations, mode identification and seismic modelling"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **396**, 1460.

Bilir S., Karaali S., Ak S., Coskunoglu K.B., Yaz E., **Cabrera-Lavers A.** "SDSS Absolute Magnitudes for Thin Disc Stars based on Trigonometric Parallaxes"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **396**, 1589.

Hekker S., Fremat Y., Lampens P., De Cat P., Niemczura E., **Creevey O.L.,** Zorec J. "A semi-automatic procedure for abundance determination of A- and F-type stars"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **396**, 1689.

Cenarro A.J., Cardiel N., **Vazdekis A.,** Gorgas J. "Mg and TiO spectral features at the near-IR: Spectrophotometric index definitions and empirical calibrations"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **396**, 1895.

Sollima A., Bellazzini M., Smart R.L., Correnti M., Pancino E., Ferraro F.R., Romano D. "The non-peculiar velocity dispersion profile of the stellar system ω Centauri"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **396**, 2183.

MEMORIA
2009 IAC

294

- Tulloch S.M., **Rodríguez-Gil P.**, Dhillon V.S. “Radial velocity study of the post-period minimum cataclysmic variable SDSS J143317.78+101123.3 with an electron-multiplying CCD”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **397**, L82.
- Lodieu N.**, Burningham B., Hambly N.C., Pinfield D.J. “Identifying nearby field T dwarfs in the UKIDSS Galactic Clusters Survey”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **397**, 258.
- García-Lorenzo B.**, **Eff-Darwich A.**, **Fuensalida J.J.**, **Castro-Almazan J.** “Adaptive Optics Parameters connection to wind speed at the Teide Observatory”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **397**, 1633.
- Price J. et al. (Incluye **Balcells M.**) “The HST/ACS Coma Cluster Survey - V. Compact stellar systems in the Coma Cluster”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **397**, 1986.
- Gaensicke B.T. Dillon M., Southworth J., Thorstensen J.R., **Rodríguez-Gil P.** et al. (Incluye **Casares J.**, **Martínez-Pais I.G.**) “SDSS unveils a population of intrinsically faint cataclysmic variables at the minimum orbital period”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **397**, 2170.
- Loubser S.I., **Sánchez-Blázquez P.**, Sansom A.E., Soechting I.K. “Stellar populations in the centres of brightest cluster galaxies”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **398**, 133.
- Sánchez-Blázquez P.**, Courty S., Gibson B.K., Brook C. “The Origin of the Light Distribution in Spiral Galaxies”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **398**, 591.
- Lipari S., Bergmann M., Sanchez S.F., **García-Lorenzo B.**, Terlevich R., **Mediavilla E.** et al. “Gemini 3D spectroscopy of BAL+IR+Fe ii QSOs – II. IRAS 04505–2958, an explosive QSO with hypershells and a new scenario for galaxy formation and galaxy end phase”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **398**, 658.
- Jeong H., Yi S.K., Bureau M., Davies R.L., **Falcón-Barroso J.** et al. “The SAURON project – XIII. SAURON–GALEX study of early-type galaxies: the ultraviolet colour–magnitude relations and Fundamental Planes”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **398**, 2028.
- Gonçalves D.R., **Mampaso A.**, **Corradi R.L.M.**, Quireza C. “Low-ionization pairs of knots in planetary nebulae: physical properties and excitation”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **398**, 2166.
- Groot P.J. et al. (Incluye **Casares J.**, **Corradi R.**, **Corral-Santana J.**, **Mampaso A.**, **Rodríguez-Gil P.**) “The UV-Excess Survey of the Northern Galactic Plane (UVEX)”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **399**, 323.
- Casares J.**, **Martínez-Pais I.G.**, **Rodríguez-Gil P.** “SY Cnc, a case for unstable mass transfer?”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **399**, 1534.
- Hynes R.I., Bradley C.K., Rupen M., Gallo E., Fender R.P., **Casares J.**, **Zurita C.** “The Quiescent Spectral Energy Distribution of V404 Cyg”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **399**, 2239.
- Cataldo F., **Iglesias-Groth S.** “On the action of UV photons of hydrogenated fullerenes $C_{60}H_{36}$ and $C_{60}D_{36}$ ”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **400**, 291.
- Bon E., Popović L.Č., Gavrilović N., La Mura G., **Mediavilla E.** “Contribution of a disc component to single-peaked broad lines of active galactic nuclei”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **400**, 924.
- Davies M.L., Franzen T.M.O., Davies R.D., Davis R.J., Feroz F., **Génova-Santos R.** et al. (Incluye **Padilla-Torres C.P.**, **Rebolo R.**) “Follow-up observations at 16 and 33 GHz of extragalactic sources from *WMAP* 3-yr data: I – Spectral properties”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **400**, 984.
- Franzen T.M.O., Davies M.L., Davies R.D., Davis R.J., Feroz F., **Génova-Santos R.** et al. (Incluye **Padilla-Torres C.P.**, **Rebolo R.**) “Follow-up observations at 16 and 33 GHz of extragalactic sources from *WMAP* 3-yr data: II – Flux density variability”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **400**, 995.
- Sánchez-Blázquez P.**, Gibson B.K., Kawata D., Cardiel N., **Balcells M.** “Are Dry Mergers Dry, Moist, or Wet?”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **400**, 1264.

Betancort-Rijo J., Patiri S.G., Prada F., Enea-Romano A. "The statistics of voids as a tool to constrain cosmological parameters: σ_8 and $\Omega_m h$ " *Monthly Not. of the R. Astron. Soc.*, **400**, 1835.

Flores-Cacho I., **Rubiño-Martín J.A.**, Luzzi G., **Rebolo R.** et al. "The Sunyaev-Zeldovich effect in superclusters of galaxies using gasdynamical simulations: The case of Corona Borealis" *Monthly Not. of the R. Astron. Soc.*, **400**, 1868.

Ramos-Almeida C., **Rodríguez-Espinosa J.M.**, Barro G., Gallego J., Pérez-González P.G. "Characterization of AGN and their hosts in the Extended Groth Strip: a multiwavelength analysis" *Astronomical Journal*, **137**, 179.

Paust N.E.Q. et al. (Incluye **Aparicio A.**, **Marín-Franch A.**, **Rosenberg A.**) "The ACS Survey of Galactic Globular Clusters. VI. NGC 6366: A Heavily Stripped Galactic Globular Cluster" *Astronomical Journal*, **137**, 246.

Williams B.F. et al. (Incluye **Gallart C.**) "The ACS Nearby Galaxy Survey Treasury I. The Star Formation History of the M81 Outer Disk" *Astronomical Journal*, **137**, 419.

Ghosh, K.K., Swartz D.A., Tennant A.F., Saripalli L., Gandhi P., Foellmi C., **Gutiérrez C.M.**, **López-Corredoira M.** "Multiwavelength study of the bright X-ray source population in the interacting galaxies NGC5774/NGC5775" *Astronomical Journal*, **137**, 3263.

Ness J.-U. et al. (Incluye **Rodríguez-Gil P.**) "Swift X-Ray and Ultraviolet Monitoring of the Classical Nova V458 Vul (Nova Vul 2007)" *Astronomical Journal*, **137**, 4160.

Bayliss D.D.R., **Tingley B.** "The Lupus transit survey for hot Jupiters: Results and Lessons" *Astronomical Journal*, **137**, 4368.

Costa E., Méndez R.A., Pedreros M.H., Moyano M., **Gallart C.**, **Noël N.**, Baume G., Carraro G. "The Proper Motion of the Magellanic Clouds. I. First Results and Description of the Program" *Astronomical Journal*, **137**, 4339.

Buta R.J., **Knapen J.H.**, Elmegreen B.G., Salo H., Laurikainen E., Elmegreen D.M., Puerari I., Block D.L. "Do bars drive spiral density waves?" *Astronomical Journal*, **137**, 4487.

Lagos P., Telles E., **Muñoz-Tuñón C.**, Carrasco E.R., Cuisinier F., Tenorio-Tagle G. "On the compact HII galaxy UM 408 as seen by GMOS-IFU: Physical conditions" *Astronomical Journal*, **137** 5068.

Beasley M.A., **Cenarro A.J.**, Strader J., Brodie J.P. "Evidence for the diskly origin of luminous Virgo dwarf ellipticals from the kinematics of their globular cluster systems" *Astronomical Journal*, **137**, 5146.

Annibali F., Tosi M., **Monelli M.**, Sirianni M., Montegriffo P., Aloisi A., Greggio L. "Young stellar populations and star clusters in NGC 1705" *Astronomical Journal*, **138**, 169.

Aparicio A., **Hidalgo S.L.** "IAC-pop: Finding the Star Formation History of Resolved Galaxies" *Astronomical Journal*, **138**, 558.

Deleuil M., Meunier J.C., Moutou C., Surace C., **Deeg H.J.**, Barbieri M., Debosscher J., **Almenara J.M.** et al. "Exo-Dat: An Information System in Support of the CoRoT/Exoplanet Science" *Astronomical Journal*, **138**, 649.

MEMORIA
2009 IAC

296

Meschin P.I., **Gallart C.**, **Aparicio A.**, Cassisi S., **Rosenberg A.** "Cepheid Variable Stars in the Pegasus Dwarf Irregular Galaxy: Constraints on the Star Formation History" *Astronomical Journal*, **137**, 3619.

La Barbera F., de Carvalho R.R., **de la Rosa I.G.**, Sorrentino G., Gal R.R., Kohl-Moreira J.L. "The nature of fossil galaxy groups: are they really fossils?" *Astronomical Journal*, **137**, 3942.

Frayser D.T. et al. (Incluye **Afonso-Luis A.**)
Spitzer 70 and 160 μm Observations of the
COSMOS Field”
Astronomical Journal, **138**, 1261.

**Pallé E., Zapatero-Osorio M.R., Barrena
R., Montañés-Rodríguez P., Martín E.L.**
“Earth’s transmission spectrum from lunar
eclipse observations”
Nature, **459**, 814.

Israelian G., Elisa Delgado-Mena E.,
Santos N.C., **Sousa S.G.**, Mayor M., Udry
S., **Domínguez-Cerdeña C., Rebolo R.,**
Randich S. “Enhanced lithium depletion in
Sun-like stars with orbiting planets”
Nature, **462**, 189.

Acciari V. et al. (Incluye **Becerra-González
J., Costado M.T., Delgado-Méndez C.,
García-López R.J., Gaug M., Herrero A.**)
Radio Imaging of the Very-High-Energy
 γ -Ray Emission Region in the Central Engine
of a Radio Galaxy”
Science, **325**, 444.

Casuso E., Beckman J.E. “An Asymptotic
Solution to the Navier-Stokes Equation”
Progress in Physics, **1**, 61.

Abernathy M.R., Tegler S.C., Grundy W.M.,
Licandro J., Romanishin W., Cornelison D.,
Vilas F. “Digging into the Surface of the Icy
Dwarf Planet Eris”
Icarus, **199**, 520.

Groussin O. et al. (Incluye **Licandro J.**) “The
size and thermal properties of the nucleus of
Comet 22P/Kopff”
Icarus, **199**, 568.

Pallé E., Goode P.R. “The Lunar Terrestrial
Observatory: Observing the Earth using
photometers on the Moon’s surface”
Advances Space Research, **43**, 1083.

Cataldo F., Strazzulla G., **Iglesias-Groth
S.** “Synthesis of polyphenylacetylene
by radiation-induced polymerization in
deoxycholic acid clathrate”
Radiation Physics and Chemistry, **78**, 244.

Cimatti A. et al. (Incluye **Zapatero-Osorio
M.R., Balcells M., Rebolo R.**) “SPACE: the
SPectroscopic All-sky Cosmic Explorer”
Experimental Astronomy, **23**, 39.

Swinyard B. et al. (Incluye **Acosta-Pulido
J.A., Herreros J.M, Pérez-Fournon I.,
Gómez F., Castro-Rodríguez N.**) “The
space infrared telescope for cosmology and
astrophysics: SPICAA joint mission between
JAXA and ESA”
Experimental Astronomy, **23**, 193.

Küppers M. et al. (Incluye **Licandro J.**) “Triple
F-a comet nucleus sample return mission”
Experimental Astronomy, **23**, 809.

Appourchaux T. et al. (Incluye **Martínez-Pillet
V.**) “POLAR investigation of the Sun-POLARIS”
Experimental Astronomy, **23**, 1079.

Gutiérrez C.M. “Optical spectroscopy of
V1123 Tauri and its visual companion”
New Astronomy, **14**, 1149.

Lázaro C., Arévalo M.J., Almenara J.M.
“Absolute parameters of the Algol binary Z Vul”
New Astronomy, **14**, 528.

Burinskii A., Elizalde E., **Hildebrandt
S.R., Magli G.** “Aligned Electromagnetic
Excitations of a Black Hole and their Impact
on its Quantum Horizon”
Physic Letters B, **671**, 486.

Aliu E. et al. (Incluye **Costado M.T., Delgado-
Méndez C., García-López R.J., Gaug M.,
Herrero A.**) “Improving the performance of
the single-dish Cherenkov telescope MAGIC
through the use of signal timing”
Astroparticle Physics, **30**, 293.

**Pallé E., Goode P.R., Montañés-Rodríguez
P.** “Inter-annual variations in Earth’s
reflectance 1999-2007”
Journal of Geophys. Research, **114**, D00D03.

Haffner L.M., Dettmar R.J., **Beckman J.E.,
Wood K., Slavin J.D., Giammanco C.,
Madsen G.J., Zurita A., Reynolds R.J.** “The
warm ionized medium in spiral galaxies”
Reviews of Modern Physics, **81**, 969

MEMORIA
IAC 2009

297

Cataldo F., **Iglesias-Groth S., Manchado A.** "Photolytic Decomposition of Hydrogenated C70: C70H38 and C70D38" *Fullerenes, Nanotubes, and Carbon Nanostructures*, **17**, 428.

Sánchez Almeida J. "The dynamic magnetic quiet Sun: physical mechanisms and UV signature" *Astrophysics & Space Science*, **320**, 121.

Silich S., Tenorio-Tagle T., **Muñoz-Tuñón C.** "On the origin of the compact HII regions around massive stellar clusters" *Astrophysics & Space Science*, **324**, 215.

Trigo-Rodríguez J.M., **García-Hernández D.A.**, Lugaro M., Karakas A.I., van Raai M., García-Lario P., **Manchado A.** "The role of massive AGB stars in the early solar system composition" *Meteoritics and Planetary Science*, **44**, 627.

Curto J.J., Also E., **Pallé E.**, Solé J.G. "Sunshine records and synoptic cloud observations at Ebro Observatory, 1910-2006" *International Journal of Climatology*, **29**, 2183.

Belmonte J.A. "A reader in New World astronomy" *Journal for the History of Astronomy*, **40**, 352.

Seta H. et al. (Incluye **Becerra-González J., Costado M.T., Delgado-Méndez C., García-López R.J., Gaug M., Herrero A.**) "Suzaku and Multi-Wavelength Observations of OJ 287 during the Periodic Optical Outburst in 2007" *Publication of the Astronomical Soc. of Japan*, **61**, 1011.

Trigo-Rodríguez J.M., **García-Hernández D.A.**, Lugaro M., Karakas A.I., van Raai M., García Lario P., **Manchado A.** "The role of massive AGB stars in the early solar system composition" *Meteoritics & Planetary Science*, **44**, 627.

INVITED REVIEWS (ARTÍCULOS DE REVISIÓN INVITADOS)

Belmonte J.A. "In search of cosmic order: astronomy and culture in ancient Egypt" en "IAU Symp. 260: The role of Astronomy in Society and Culture" 19-23 enero, París, Francia.

Mahoney T. "Planetary nomenclature: astronomy's greatest cultural resource" en "IAU Symp. 260: The Role of Astronomy in Society and Culture" 19-23 enero, París, Francia.

Rodríguez-Ramos L.F. "Virtual acoustic space: space perception for the blind" en "IAU Symp. 260: The Role of Astronomy in Society and Culture" 19-23 enero, París, Francia.

Martínez-Delgado D. "Galactic archaeology for amateur astronomers" en "IAU Symp. 260: The Role of Astronomy in Society and Culture" 19-23 enero, París, Francia.

Knapen J.H. "Barred spirals: Galaxy evolution in action" en "ASTROFEST 2009: The Universe under one Roof" 6-7 febrero, Londres, Reino Unido.

Corradi R.L.M. "The IPHAS survey" en "Legacies of the Macquarie/AAO/Strasbourg H α Planetary Nebula project" 16-18 febrero, Sydney, Australia.

Varela A.M. "The Canary Islands Astronomical Observatories: Europe's Own Natural RI Resource for Attracting Young Scientists and Engineers" en "Research Infrastructures and the Regional Dimension of ERA" 24-25 marzo, Praga, República Checa.

MEMORIA 2009 IAC

298

Herreros J. M., Gómez M.F., Rebolo R., Chulani H., Rubiño-Martin J.A., Hildebrandt S.R. et al. "The Planck-LFI Radiometer Electronics Box Assembly" *Journal of Instrumentation*, **12**, T12008.

Maris M., Tomasi M., Galeotta S., Miccolis M., **Hildebrandt S.** et al. (Incluye **Chulani H., Gómez M.F., Herreros J. M., Rebolo R.**) "Optimization of Planck-LFI on-board data handling" *Journal of Instrumentation*, **12**, T12018.

Trujillo-Bueno J. "The Second Stellar Spectrum and the non-LTE Problem of the Second Kind" en "Recent Directions in Astrophysical Quantitative Spectroscopy and Radiation Hydrodynamics" 30 marzo - 3 abril, Boulder, Colorado, EEUU. American Institute of Physics. Ed. I. Hubeny et al. Conf. Proc., **1171**, 27.

Gallart C. "RGBs in composite stellar populations" en "The Giant Branches" 11-15 mayo, Leiden, Países Bajos.

Beckman J.E., Giammanco C. "Gamma Ray Bursts as tracers of high z star formation" en "Frascati Workshop 2009: Multifrequency Behaviour of High Energy Cosmic Sources", 25-30 mayo, Vulcano, Italia.

Belmonte J.A. "Egyptian Astronomy and the Pyramids" en "Astronomy and Archaeology at Jodrell Bank" 18 julio, Manchester, Reino Unido

Lodieu N. "Brown Dwarfs in wide-field near-infrared surveys" en "New Technologies for Probing the Diversity of Brown Dwarfs and Exoplanets" 20-24 julio, Shanghai, China.

Israelian G. "The power of spectroscopy in Astronomy" en "TEDGlobal 2009: The Substance of Things Not Seen" 21-24 julio, Oxford, Reino Unido.

Nagendra K.N., Anusha L.S. Sampoorana M. "Polarization: Proving ground for methods in radiative transfer" en "IAU GA Joint Discussion (JD10): 3D views on Cool Stellar Atmospheres: Theory meets Observation" 10-11 agosto, Río de Janeiro, Brasil. Mem. S. A. It., **80**, 678.

Khomenko E. "Wave dynamics: Simulations versus Observations" en "AOGS 2009" 11-15 agosto, Singapur.

Gallart C. "High precision star formation histories of Local Group galaxies" en "The Milky Way and the Local Group - Now and in the Gaia Era" 31 agosto - 4 septiembre, Heidelberg, Alemania.

Trujillo-Bueno J. "Chromospheric Magnetic Fields: Observations and Interpretations" en "Chromospheric Structure and Dynamics. From Old Wisdom to New Insights" 1-4 septiembre, Nuevo Mexico, EEUU. Mem. SAIt.

Corradi R.L.M. "The relevance of Planetary Nebulae in modern Astrophysics" en "52a Reunión Anual de la Asociación Argentina de Astronomía" 21-24 septiembre, La Plata, Argentina.

Belmonte J.A. "Lightening the temples: A story of discovery on Egyptians archaeoastronomy" en "SEAC'2009: From Alexandria to Al-Iskandariya, astronomy and culture in the ancient Mediterranean and beyond" 25-31 octubre, Alejandría, Egipto. B.A.R.

Socas-Navarro H. "Observations of photospheric-chromospheric magnetic coupling" en "3rd Solaire Network Meeting and FLUX Emergence Workshop 2009" 2-6 noviembre, Puerto de La Cruz, Tenerife.

Trujillo-Bueno J. "Spectropolarimetric investigations of the magnetization of the quiet sun chromosphere" en "3rd Solaire Network Meeting and FLUX Emergence Workshop 2009" 2-6 noviembre, Puerto de La Cruz, Tenerife.

Martínez-Pillet V. "SUNRISE: the mission, the flight (June 2009) and first results" en "3rd Solaire Network Meeting and FLUX Emergence Workshop 2009" 2-6 noviembre, Puerto de La Cruz, Tenerife.

Santos N., Delgado-Mena E., Israelian G. "Light elements in stars with exoplanets" en "IAU Symp. 268: Light Elements in the Universe" 9-13 noviembre, Ginebra, Suiza.

Peimbert M., Carigi L., Luridiana V. "Measurements of 4He in Metal-Poor Extragalactic HII Regions: the Primordial Helium Abundance and the Delta Y / Delta O Ratio" en "IAU Symp. 268: Light Elements in the Universe" 9-13 noviembre, Ginebra, Suiza.

COMUNICACIONES A CONGRESOS INTERNACIONALES

“215th AAS Meeting” 3-7 enero, Washington, EEUU

Comerón S. et al. “(Incluye Beckman J.E., Knapen J.) AINUR (Atlas of images of nuclear rings)”

“213th AAS Meeting”, 4-8 enero, Long Beach, California, EEUU

Ascaso B., Aguerri J.A.L., Moles M. “The Bright Galaxy Population of Five Medium Redshift Clusters. Quantitative Morphology”

Paust N., Reid I.N., Aparicio A., King I., Piotto G. “Global Globular Cluster Mass Function”

“HGSFP Winter School 2008/09” 6-11 enero, Obergurgl, Austria

Rodler F. “An introduction into exoplanets”

“2nd Solaire Network Meeting” 12-15 enero, Catania, Italia

Moreno-Insertis F., Tortosa-Abreu A. “Multi-Dimensional Radiative Magnetic Flux Emergence Simulations”

Lagerfjård A., Nordlund A., Stein R.F., Moreno-Insertis F. “MHD flux emergence simulations through a convecting layer”

Fabbian D. “Spectral lines: understanding their formation as a tool to explore a star”

MEMORIA 2009 IAC Márquez I., Bonet J.A., Sánchez-Almeida J., Cabello I., Domingo V. “Vortex Flows induced by convection downdrafts”

300

Moreno-Insertis F. “The Solaire Network: presentation by the network coordinator”

“Opening Ceremony of the International Year of the Astronomy” 15 enero, París, Francia

Belmonte J.A. “The first astronomers: Astronomy over four millennia”

“IAU Symp. 260: The Role of Astronomy in Society and Culture” 19-23 enero, París, Francia

del Puerto C. “An ear tuned “THE COSMOS”: 50 projects to discover the Universe in the Canary Islands”

Beckman J.E. “Bringing astronomy to the people: the “Jornadas Astronómicas de Almería”

Ruiz-Zelmanovitch N. “The outreach plan around the first science with the GTC”

Carballo-Bello J.A., Martínez-Delgado D., Fliri J. “Galactic archeology for amateur astronomers: RR Lyrae stars as tracers of the Milky Way formation”

“VII Workshop Estallidos de Formación Estelar en Galaxias” 26-27 enero, Madrid

Ramos-Almeida C. “Near-Infrared spectroscopy of Seyfert galaxies. Nuclear activity and stellar population”

Sánchez-Janssen R. “Constraining formation scenarios for S0 galaxies through their globular cluster systems”

Nigoche A. “Relaciones de escala de galaxias de tipo temprano. Dependencia del rango de magnitud”

Lagos P. “¿Por qué observar galaxias HII con grandes telescopios?”

Aguerri J.A.L. “On the origin of dwarf elliptical galaxies: the fundamental plane”

Méndez-Abreu J. “Structure and dynamics of the central regions of disk galaxies”

“RoPACS Kick-off Meeting” 28-29 enero, Madrid

Martín E.L. “NAHUAL status”

Pallé E., Zapatero-Osorio M.R., Barrena R., MontañezsRodríguez P., Martín E.L. “The transmission spectra of planet Earth”

“Solar-Extrasolar Planet Formation Meeting” 2-4 febrero, California, EEUU

Martín E.L., Ge J., Cui X., Montgomery M.M. “New technologies for probing the diversity of Brown Dwarfs and exoplanets”

“First CoRoT International Symposium: From Stars to Habitable Planets” 2-5 febrero, París, Francia

Deeg H.J. “The photometric follow-up of CoRoT planet candidates”

Almenara J.A., Deeg H.J. “Properties of binary systems found in the CoRoT exoplanet search”

Régulo C. “P-mode characteristics of HD-181906”

Rabus M., Belmonte J.A., Deeg H.J. “Short flux rises during transit events: Starspots or a secondary planet”

Creevey O.L., Uytterhoeven K. et al. “HD 172189: a further step to furnish one of the best laboratories known for asteroseismic Studies”

Creevey O.L., Bazot M. “Global parameters of HD49933”

Uytterhoeven K. et al. “The asteroseismic ground-based observational counterpart of CoRoT”

Briquet M., Uytterhoeven K. et al. “An asteroseismic study of the β Cephei CoRoT main target HD 180642: results from the ground-based campaign”

“RIA Workshop: Impact of ALMA on the Spanish Extragalactic Astronomy” 11-13 febrero, Granada

Fernández-Ontiveros J.A., Prieto A.M., Acosta-Pulido J.A., Orienti M. “The role of ALMA in extragalactic star-formation studies”

Orienti M. “Impact of Alma on the Spanish Extragalactic Astronomy Hot spots in radiogalaxies”

Rubiño J.A. “Cosmology with ALMA using the Sunyaev-Zeldovich effect”

Cepa J. “OSIRIS surveys and ALMA, plus other extragalactic synergies”

Amorín R., Muñoz-Tuñón C., Aguerri J.A.L., Planesas P. “The molecular gas content in blue compact galaxies”

Balcells M. “Sinergies between ALMA and GOYA”

Castro-Rodríguez N., Pérez-Fournon I., Cava A. “Extragalactic surveys with Herschel and Spitzer and follow-up projects with ALMA”

Sánchez-Gallego J.R., Knapen J.H. “H α imaging of JCMT nearby galaxies legacy survey targets”

Pérez-Fournon I. “Surveys extragalácticos”

Rodríguez-Espinosa J.M. “Sinergies between ALMA & GTC”

“Legacies of the Macquarie/AAO/Strasbourg H α Planetary Nebula Project” 16-18 febrero, Sydney, Australia

Giammanco C. “Distances to known PN in the galactic plane”

“AKARI, a Light to illuminate the Misty Universe” 16-19 febrero, Tokyo, Japón

Pérez-Fournon I. “Spitzer IR spectroscopy of IR-Luminoni galaxies”

Manchado A. “Planetary Nebulae in the AKARI BSC”

García-Hernández D.A., Bunzel F., Engels D., Perea-Calderon J.V., García-Lario P. “AKARI and Spitzer observations of heavily obscured C-rich AGB/post-AGB stars”

Bunzel F., García-Hernández D.A., Engels D., Perea-Calderon J.V., García-Lario P. “AKARI/IRC observations of heavily obscured oxygen-rich AGB and post-AGB stars”

Engels D., García-Lario P., Bunzel F., García-Hernández D.A., Perea-Calderon J.V. "The transition from AGB to post-AGB evolution as observed by AKARI and Spitzer"

Cox N., García-Lario P., García-Hernández D.A., Manchado A. "An AKARI-FIS survey of post-AGB stars and (proto) planetary nebulae: an analysis of extended emission and the spectral energy distribution"

"SPECTRA: II Escuela Andina de Espectroscopía" 2-6 marzo Lima, Perú

Gonçalves D.R., García de la Rosa J.I. "El Universo a través de la espectroscopía"

"Starlight Reserves and World Heritage: Scientific, Cultural and Environmental Values" 10-11 marzo, Fuerteventura

Díaz-Castro J. "The Canary Islands' Sky Law: A Practical Experience of Astronomical Site Protection"

Muñoz-Tuñón C. "Observing Sites Characterization"

Belmonte J.A. "The Sky of the "Majos" and the "Magos". Astronomy in the Canary Islands' Cultural Tradition"

de la Paz Gómez F. "Protecting the Canary Islands' Skies: A Practical Experience"

"2nd RAVET Project Meeting" 12-13 marzo, Valencia

Bakos J. "NIR characterization of the structure of the galaxy disk outskirts"

Trujillo I. "Evolutionary paths of the most massive galaxies since $z=2$ "

302 Martínez-Valpuesta I. "Evolution of galactic bars and their influence on the host galaxy"

"Wild Stars in the Old West II: The 14th North American Workshop on Cataclysmic Variables and Related Objects" 15-19 marzo, Tucson, Arizona, EEUU

Corral-Santana J. "Unveiling New Quiescent Black Holes"

Zurita C. "Recent Observations of KY TrA"

Muñoz-Darias T. "The Mass of the Neutron star in the LMXB X1822-371"

Ederoclite A. "Using OSIRIS on the Gran Telescopio de Canarias to Study CVs"

Casares J. "SY Cnc, a case for unstable mass-transfer?"

Rodríguez-Gil P., Schmidtbreick L., Long K.S., Gänsicke B.T. "Fighting for accretion: the 2008-2009 low state"

"2009 EARA workshop: From Disks to Planets: Learning from Starlight" 16-20 marzo, Leiden, Países Bajos

Lodieu N., Hambly N. "Results from the UKIDSS GCS: an extensive study of the Upper Sco association"

Israelian G. "Abundance in planet-host stars"

"Second SONG Workshop: Asteroseismology and Exoplanet search with a Network of 1m-Telescopes" 23-25 marzo, Aarhus, Dinamarca

Pallé P.L. "Observatorio del Teide: site description of the SONG prototype"

Simón-Díaz S., Uytterhoeven K., Herrero A., Castro N. "Time-scales of line-broadening variability in OB Supergiants"

"Beyond JWST: The Next Steps in UV-Optical-NIR Space Astronomy" 26-27 marzo, Baltimore, Maryland, EEUU

Drozdosvsky I. "Matching the Local and Cosmic Star Formation Histories with a Large-Aperture Optical/UV Space Telescope"

Martín E.L. "New Technologies for Probing the Diversity of Brown Dwarfs and Exoplanets"

"5th UC Irvine Center for Cosmology Workshop. Intermediate-Mass Black Holes: From First Light to Galactic Nuclei" 1-3 abril, Irvine, California, EEUU

Müller F., Prieto A.M., Acosta-Pulido J.A., Fernández-Ontiveros J.A., Genzel R., Davies R., Eisenhauer F. "The nature of the nuclear black hole in the nearby starburst galaxy NGC 253"

"JENAM 2009: European Week of Astronomy and Space Science" 20-23 abril, Hatfield, Reino Unido

Lodieu N., Hambly N. "Is the IMF universal? Latest results from the UKIDSS Galactic Clusters"

Rodríguez-Espinosa J.M. "Feedback in the AGN Population of the Extended Groth Strip"

Riaz B. "B59 protostellar system"

Béjar V.J.S, Pérez-Garrido A., Díaz-Sánchez A., Villó-Pérez I., Rebolo R. "A very extended search for very low-mass stars and brown dwarfs in the Upper Scorpius association"

"ISSI AsteroFLAG Workshop" 20-24 abril, Bern, Suiza

Salabert D. "Peak-fitting pipeline for solar-like oscillations observed by KEPLER"

"Missions for Exoplanets: 2010-2020" 21-23 abril, Pasadena, California, EEUU

Martín E.L. "Development of highly stable NIR spectrograph"

"Legacy Survey Workshop" 24 abril, Almería

García-Lorenzo B. "Calar Alto Legacy Survey of Herbig-Haro Objects"

"1st IAA Planetary Defense Conference: Protecting Earth from Asteroids" 27-30 abril, Granada

Campins H. et al. (Incluye Licandro J.) "Low-perihelion asteroids"

"16th Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics" 27 abril-2 mayo, Kiev, Ucrania

Rys A. "Starbursts in the Local Universe: HST WFPC2 Observations of NGC 1569 and NGC4449"

"LIII Congresso Nazionale della Società Astronomica Italiana- SAIT 2009. L'universo Quattro Secoli dopo Galileo" 4-8 mayo, Pisa, Italia

Calamida et al. (Incluye Monelli M.) "Deep and accurate near-infrared photometry of the Galactic globular cluster omega Cen"

Sanna et al. (Incluye Monelli M.) "Stellar populations in the Local Group starburst galaxy IC10"

Di Cecco et al. (Incluye Monelli M.) "Star count ratios in the Galactic globular cluster M92"

"The Giant Branches" 11-15 mayo, Leiden, Países Bajos

Marín-Franch A. "Fluctuation magnitudes and AGB modelling"

"Bolides and Meteorite Falls conference" 11-15 mayo, Praga, República Checa

de León J., Licandro J., Pinilla Alonso N., Campins H., Serra Ricart M. "The MB-NEA-OC connection revisited: compositional differences and size-dependent transport mechanisms"

"Galaxies in Isolation: Exploring Nature vs. Nurture" 12-15 mayo, Granada

Aguerri J.A.L., Huertas-Company M. "ALHAMBRA morphologies: Rest-frame I-band morphologies vs. spectral type for $M > 10^5$ galaxies from $z \sim 1$ "

MEMORIA
IAC 2009

López-Sánchez A.R., Koribalski B., Esteban C., van Eymeren J., Popping A., Hibbard J. "The environment of nearby Blue Compact Dwarf Galaxies"

303

Blasco Herrera J. et al. (Incluye Gutiérrez L., Font J., Beckman J.E.) "HII regions feeding the interstellar medium in M83 en Galaxies in isolation, Exploring Nature v. Nurture"

Martínez-Valpuesta I. "Appearance of Barred Galaxies at early and late stages of its evolution"

Méndez-Abreu J., Aguerri J.A.L., Zarattini S., Sánchez-Janssen R., Corsini E.M. "The influence of the environment on bar formation"

Sánchez-Janssen R. and the FOGO collaboration "The origin and evolution of fossil galaxy groups"

Ascaso B., Aguerri J.A.L., Moles M., Sánchez-Janssen R., Bettoni D., Fasano G. "The bright galaxy population of five medium redshift clusters. Quantitative Galaxy Morphology"

den Brok M., Peletier R.F., Balcells M., Verdoes Kleijn G., Valentijn E.A., Carter D. "Environmental influence on dwarf galaxies in the Coma cluster"

Ferre A. "Superdense massive galaxies in the nearby Universe"

"3rd HELAS Local Helioseismology Workshop" 12-15 mayo, Berlín, Alemania

Khomenko E. "Propagation of heliosismic waves below sunspots"

"Diagnostics spectropolarimétriques: observations et processus microscopiques" 18-19 mayo, Meudon, Francia

Martínez-González M.J. "PcA denoising of stellar polarised spectra"

"Subaru/Gemini Science Conference" 18-21 mayo, Kyoto, Japón

Ramos-Almeida C. et al. (Incluye Rodríguez-Espinosa J.M., Asensio-Ramos A.) "The Infrared Nuclear Emission of Seyfert Galaxies on Parsec Scales: a Test for the Clumpy Torus Models"

"International Symposium Marco Polo and other Small Body Sample Return Missions" 18-20 mayo, París, Francia

Groussin O. et al. (Incluye Licandro J., Serra-Ricard M., Oscoz A.) "THERMAP: a thermal mapper for Marco Polo mission"

Licandro J., Herrera G., Jóven E., Serra-Ricard M., Oscoz A. "Characterization of the ULIS (UL04171) uncooled microbolometer and its possible use as a detector of a mid-ir instrument for Marco Polo"

Campins H., Fernández Y., Kelley M., Licandro J., Delbó M., Barucci A., Dotto E. "Spitzer Observations of Potential Marco Polo Target 1999 JU3"

"Tidal Dwarf Galaxies: Ghosts from Structure Formation" 25-29 mayo, Bad Honnef, Alemania

Fliri J. "SDSS Analysis of galactic stellar streams"

Martínez-Delgado D. "Tracing tidal streams in spiral galaxies of the local Universe"

Carballo-Bello J.A., Martínez-Delgado D., Sollima A. "Nearby cosmology: globular clusters as relics of the Milky Way formation"

López-Sánchez Á.R., Koribalski B., Esteban C., Popping A., van Eymeren J., Westmeier T., Hibbard J. "Tidal Tails and TDG candidates in Blue Compact Dwarf Galaxies"

"Frascati Workshop 2009: Multifrequency Behaviour of High Energy Cosmic Sources", 25-30 mayo, Vulcano, Italia

Beckman J.E. "GRBs as possible indicators of star formation on cosmic scale"

"6th Science NAHUAL Meeting: Setting the Scene", 31 mayo-3 junio, Sintra, Portugal

Béjar V.J.S. "NAHUAL scientific requirements"

Béjar V.J.S., Moitinho A. "Searching for an appropriate sample"

Rodler F. "Towards planets around M-dwarfs"

"Stellar Pulsation, Challenges for Theory and Observation" 31 mayo-5 junio, Santa Fe, México

Bernard E. "The ACS LCID Project: RR Lyrae Stars and Cepheids in Local Group Galaxies". AIPC, **1170**, 213

Uytterhoeven K. et al. "The asteroseismic ground-based observational counterpart of CoRoT" AIPC, **1170**, 327

Simón-Díaz S., Uytterhoeven K., Herrero A., Castro N. "Time-scales of line-broadening variability in OB Supergiants". AIPC, **1170**, 397

Simoniello R., Finsterle W., García R.A., Salabert D., Jiménez A. "Evidence of Increasing Acoustic Emissivity at High Frequency with Solar Cycle 23 in Sun-as-a-star Observations" AIPC, **1170**, 566

Metcalf T.S., Creevey O.L., Christensen-Dalsgaard J. "A Stellar Model-fitting Pipeline for Solar-like Oscillations" AIPC, **1170**, 535

Mathur S., García R.A., Régulo C., Ballot J., Salabert D., Chaplin W.J. "Analysing Solar-like Oscillations with an Automatic Pipeline" AIPC, **1170**, 540

"214th AAS Meeting" 7-11 junio, Pasadena, California, EEUU

Salo H.J., Laurikainen E., Buta R.J., Knapen J.H. "Bar-driven Spiral Structure: Statistical Study of Nearby Galaxies in OSUBSGS and NIRS0S Samples"

"MAD and Beyond: Science with Multi-Conjugate Adaptive Optics Instruments" 8-10 junio, Garching, Alemania

Bouy H. "A deep look into the core of young massive clusters"

"Binary en Binaries: Key to comprehension of the Universe", 8-12 junio, Brno, República Checa

Lorenzo J., Simón-Díaz S., Negueruela I., Vilardel F. "HD64315 a likely double-spectroscopy"

"Unveiling the Mass: Extracting And Interpreting Galaxy Masses, and a Celebration of Vera Rubin's Career" 15-19 junio, Kingston, Ontario, Canadá

Hempel A. "The masses and morphologies of extremely red galaxies"

Sánchez-Blázquez P. "The origin of the light distribution in cosmological disk galaxies"

"Physics of Galactic Nuclei" 15-19 junio, Tegernsee, Alemania

Ramos-Almeida C. "The infrared nuclear emission of Seyfert galaxies on parsec scales: a test for the clumpy torus models"

Prieto A.M. "Parsec-scale spectral energy distributions of the nearest AGN: further news"

"1st AO4ELT Conference on Adaptive Optics for Extremely Large Telescopes" 22-26 junio, París, Francia

Montilla I., Béchet C., LeLouarn M., Correia C., Tallon M., Reyes M., Thiébaud E. "Comparison of Reconstruction and Control algorithms on the ESO end-to-end simulator OCTOPUS"

Rodríguez-Ramos L.F., Hernando Y.M., Piqueras-Meseguer J.J., Díaz-García J.J., García-Talavera M.R., Rodríguez-Ramos J.M. "FPGA-based real time control of ELTs adaptive optics system"

Díaz-García J.J., González A.D., Rodríguez-Ramos L.F., Rodríguez-Ramos J.M., Martín Y., Piqueras J.J. "Implementation of a waveform recovery algorithm using a zonal reconstruction algorithm (Hudgin) using FPGAs"

Rodríguez-Ramos J.M., Femenía B., Montilla I., Rodríguez-Ramos L.F., Marichal-Hernández J.G., Lüke J.P., López R., Martín Y. "The CAFADIS camera: a new tomographic wavefront sensor for Adaptive Optics"

"Accretion and Ejection in AGN: A Global View?" 22-26 junio, Como, Italia

Prieto A.M. "The spectral-energy-distribution of radio quiet vs. radio-loud AGN"

"Biosignatures on Exoplanets: The Identity of Life" 22-26 junio, Francia

Israelian G. "Constraining models of life's emergence: chemical abundances of stars hosting exoplanets"

MEMORIA
IAC 2009

305

“1st AO4ELT Conference” 22-26 junio, París, Francia

Rodríguez-Ramos L.F., Martín Y., Díaz J.J., Piqueras J., García-Jiménez J., Rodríguez-Ramos J.M. “FPGA-based real time processing of the Plenoptic Wavefront Sensor”

“Dwarf Galaxies en Galaxy Metabolism: Galaxy Evolution near and far” 22-26 junio, Sydney, Australia

López-Sánchez Á.R., Koribalski B., Esteban C., Jones H. Popping A., van Eymeren J., Hibbard J. “A multiwavelength analysis of Blue Compact”

Drozdosky I. “Comparing the Local and Cosmic Star Formation Histories”

“Harvesting the Desert: The Universe between Redshift 1 and 3” 29 junio-3 julio, Marsella, Francia

Hempel A. “The masses and morphologies of extremely red galaxies”

Trujillo I. “Mild velocity dispersion evolution of Spheroid-like massive galaxies since redshift 2”

López-San Juan C. “The rise of spheroids since $z = 1.5$: major mergers vs minor mergers and secular evolution”

Pérez González P.G. et al. (Incluye Trujillo I.) “An IR perspective on the mass assembly of galaxies at $z > 1$: Spitzer’s results and beyond”

Domínguez-Palmero L., Balcells M. “Blue bulges within $z < 1.3$ galaxy disks in the GOODS-N field”

MEMORIA
2009 IAC

306 **“The Path to CMBPol - Upcoming measurements of CMB Polarization” 1-3 julio, Chicago, Illinois, EEUU**

Génova-Santos R. “The QUIJOTE-CMB experiment”

“SPICA Workshop: The Space Infrared Telescope for Cosmology & Astrophysics Revealing the “Origins of Planets and Galaxies” 6-8 julio, Oxford, Reino Unido

Pérez-Fournon I. “Large-area extragalactic surveys with SPICA and SAFARI at low spectral resolution”

“ArAS VIII Annual Meeting” 6-8 julio, Byurakan, Armenia

Israelian G. “Biomarkers on Exoplanets”

“The Lyman alpha Universe: XXV IAP Annual Colloquium” 6-10 julio, París, Francia

Cepa J. “OSIRIS: Surveying the Lyman- α Universe from $z = 4$ to $z = 2$ ”

Rodríguez-Espinosa J.M. “The $z = 3.1$ Ly α Emission line galaxy properties”

“31st International Cosmic Rays Conference” 7-15 julio, Lódz, Polonia

Gaug M. “Observation of GRBs with the MAGIC telescope”

Gaug M. “Observation of GRB080430 with MAGIC”

“12th Marcel Grossman Meeting” 12-18 julio, París, Francia

Génova-Santos R. “The QUIJOTE-CMB Experiment”

“Distribution of Mass in the Milky Way Galaxy” 13-17 julio, Leiden, Países Bajos

López-Corredoira M. “Canis Major overdensity and Monoceros ring explained in terms of pure Milky Way structure”

Hammersley P.L. “The inner Galaxy, bulge, and bar”

“SZ@Bonn 2009: A Multiwavelength Look at Galaxy Clusters” 15-17 julio, Bonn, Alemania

Flores I. “Diffuse Sunyaev-Zeldovich effect in superclusters of galaxies using gasdynamical simulations”

Génova-Santos R. “Multi-frequency observations of the SZ effect in the Corona Borealis Supercluster”

“New Technologies for Probing the Diversity of Brown Dwarfs and Exoplanets” 20-24 julio, Shanghai, China

Rodler F., Martín E.L., Zapatero-Osorio M.R. et al. “Towards low mass planets: NAHUAL”

Perger M. “A UKIDSS-based search for low-mass objects and small stellar clumps in off-cloud parts of young star-forming regions”

Valdivielso L., Martín E.L., Sparza P. “Gas cell development for infrared spectral calibration”

Lodieu N. “Brown Dwarfs in wide-field near-infrared survey”

“V Escuela Colombiana de Astrofísica” 27-31 julio, Bogotá, Colombia

Muller F. “A survey of nearby AGN: Nuclear gas disks and outflows”

“XXXIX Young European Radio Astronomers Conference” 29-31 julio, Oporto, Portugal

Sánchez-Gallego J.R. “Stars, gas and dust: assessing the fuel for star formation in nearby galaxies”

“SPIE Optics+Photonics: Optical Engineering+Applications” 2-6 agosto, San Diego, California, EEUU

Rodríguez-Ramos L.F., Martín-Hernando Y., Díaz J.J., Piqueras J., Rodríguez-Ramos J.M. “The plenoptic camera as a wavefront sensor for the European Solar Telescope (EST)”

Díaz J.J., Dávila-González A., Rodríguez-Ramos L.F., Rodríguez-Ramos J.M., Martín-Hernando Y., Piqueras-Meseguer J. “Performance of a modal zone wavefront recovery algorithm (Hudgin) implemented on FPGAs for its use in ELTs”

“XXVII IAU General Assembly” (S262-S267), 3-14 agosto, Río de Janeiro, Brasil

“JD3: Neutron Stars - Timing in Extreme Environments”

Durant M. “Fast X-ray/Optical cross correlations for X-ray binaries: trends between objects and epochs”

Durant M. “An accretion disc temperature profile: phase-resolved ULTRASPEC observations of the pulsar 4U 1822-371”

“IAU Symp. 262: Stellar Populations – Planning for the Next Decade”

García de la Rosa I. “The star formation histories of fossil group galaxies”

Trujillo I. “Mild velocity dispersion evolution of spheroid-like massive galaxies since redshift 2”

Ferre A. “Superdense massive galaxies in the nearby Universe”

Sánchez-Blaquez P. “Stellar population and chemical evolution of disc galaxies”

López-Sanjuan C. “The evolution of passive galaxies since $z = 1$: major mergers vs secular processes”

Tapia-Peralta M.T. “Galaxy disc heating as a result of minor mergers”

Bakos J. “Probing the origin of the stellar populations in the outskirts of late-type spiral galaxies: a panchromatic perspective”

Cenarro J. “Blue straggler stars rejuvenating the integrated spectra of globular clusters”

Vazdekis A. “Evolutionary Stellar populations synthesis with MILES”

Koleva M. “Metallicity gradients in dwarf elliptical galaxies”

Méndez-Abreu J. “How do the bulge of galaxies form? A stellar population study of ~1500 bulges in the nearby universe”

de Lorenzo Cáceres A. “A SAURON view of double-barred galaxies”

“IAU Symp. 263: Icy Bodies in the Solar System”

MEMORIA
IAC 2009

307

Licandro J. et al. "Are the main belt comets, comets?"

Pinilla-Alonso N., Licandro J. et al. "Haumea's buddies: The concern of water-ice surfaces in the TNb"

Campins H. et al. (Incluye Licandro J.) "Confirming water ice on the surface of asteroid 24 Themis"

Melita M.D., Duffard R., Williams I., Jones D., Licandro J., Ortiz J.L. "Lightcurves of 21 Trojan asteroids"

"JD5: Modelling the Milky Way in the Era of Gaia"

Garzón, F., López-Corredoira M. "Dynamical interactions of two associated galactic bars"

"IAU Symp. 265: Chemical Abundances in the Universe: Connecting First Stars to Planets"

Delgado-Mena E., Israelian G. et al. "Light elements in stars with exoplanets"

"IAU Symp. 266: Star Clusters Basic Galactic Building Blocks Throughout Time and Space"

Riaz B. "A multi-wavelength study of the young open cluster NGC6823"

Lagos P., Telles E., Carrasco E.R. "Superstar clusters in HII galaxies"

Evans C. J. et al. (Incluye Simón-Díaz S., Herrero A.) "The VLT-FLAMES Tarantula Survey"

"SpS7: Young Stars, Brown Dwarfs, and Protoplanetary Disks"

Bouy H. "A detailed look into the core of a young massive cluster"

Bouy H. "Kinematics of Upper Scorpius very low mass members"

"SpS8: The Galactic Plane, in depth and across the spectrum"

López-Corredoira M. "Red clump giant stars as tracers of Galactic structure"

Corradi R.L.M. "The populations of planetary nebulae and related stages of stellar evolution in the Milky Way"

"SpS9: Marking the 400th Anniversary of Kepler's Astronomia nova"

Mahoney T.M. "The mindset of uniform circular motion"

"AOGS 2009" 11-15 agosto, Singapur

Collados M. "European Solar Telescope: Progress Status"

"11th IAGA Scientific Assembly" 23-30 agosto, Sopron, Hungría

Sánchez-Almeida J. "Discovery of the vortex flows predicted by the models of solar convection"

"Kepler's Heritage in the Space Age" 24-27 agosto, Praga, República Checa

Mahoney T. "The slow death of the circle"

"SPIE Europe Remote Sensing for Environmental Monitoring, GIS Applications, and Geology IX" 31 agosto-3 septiembre, Berlín, Alemania

García-Lorenzo B., Castro-Almazán J.A., Eff-Darwich A., Muñoz-Tuñón C., Pinilla-Alonso N., Rodríguez-Espinosa J.M., Romero I. "Precipitable water vapour content above the Roque de los Muchachos Observatory from GPS estimations" SPIE **7475**, 42

MEMORIA
2009 IAC
308

"IAU Symp. 267: Co-evolution of Central Black Holes and Galaxies"

Müller F. "Outflows of low and high ionized gas in nearby AGN"

"JD10: 3D views on Cool Stellar Atmospheres: Theory meets Observation"

Sampoorna M. "Modeling the Second Solar Spectrum: an empirical approach"

Sicard M. et al. (Incluye Muñoz-Tuñón C., Fuensalida J.J.) "Aerosol stratification characterization of an astronomical site by means of a backscatter lidar at the Roque de los Muchachos Observatory" SPIE, **7475**, 74750P

García-Lorenzo B., Eff-Darwich A., Fuensalida J.J., Castro-Almazán J.A. "Estimation of adaptive optics parameters from wind speed: results for the Teide Observatory" SPIE **7476**, 11

Eff-Darwich A., García-Lorenzo B., Pérez-Darias J.C., González A., Fernández J., González P.J. "Characterization of the distribution of water vapour for DInSAR studies on the volcanic island of Tenerife, Canary Islands" SPIE **7478**, 3

García-Lorenzo B., Fuensalida J.J., Castro-Almazán J.A., Rodríguez-Hernández M.A.C. "Statistical behaviour of atmospheric turbulence at the Teide Observatory". SPIE **7478**, 10

Eff-Darwich A., García-Lorenzo B., Rodríguez-Losada J.A., Hernández-Gutiérrez L.E., de La Nuez J., Romero-Ruiz M.C. "Monitoring of geological activity on astronomical sites of the Canary Islands, Hawaii, and Chile". SPIE **7478**, 52

"The Milky Way and the Local Group - Now and in the Gaia Era" 31 agosto-4 septiembre, Heidelberg, Alemania

Aparicio A., Hidalgo S. "IAC-POP: finding the star formation history of resolved galaxies"

Monelli M. "The ACS LCID project: Star formation histories of isolated galaxies in the Local Group"

Rodríguez-Hidalgo S. "Star formation history gradients in dwarf galaxies of the local group"

Marín-Franch A. "The ages of the Milky Way way globular clusters and the formation of the halo"

Meschin I.P., Gallart C., Aparicio A., Carrera R., Monelli M., Hidalgo S., Stetson P. "Stellar populations gradients in the LMC"

Gallart C. "High-Precision Star Formation Histories of Local Group Galaxies"

"Chromospheric Structure and Dynamic: From Old Wisdom to New Insights" 1-4 septiembre, Nuevo Mexico, EEUU

Kuckein C., Centeno R., Martínez-Pillet V., Casini R., Manso R., Shimizu T. "On the Magnetic Field Strength of Active Region"

Asensio Ramos A., Trujillo-Bueno J. "On the 3D Structure of the Magnetic Field in Regions of Emerging Flux"

Stepan J., Trujillo-Bueno J. "On the sensitivity of the H α scattering polarization to chromospheric magnetism"

"AstroPhotonica Europa FP7 Kickoff Workshop (FP7 WP3)" 1-3 septiembre, Durham, Reino Unido

Labadie L. "Wave guiding capabilities in the mid-infrared"

"Workshop of young researchers in Astronomy and Astrophysics", 2-4 septiembre, Budapest, Hungría

Bakos J. "Probing the stellar populations in the outskirts of spiral galaxies"

"Recipes for Making Brownies: Theory vs. observations" 9-11 septiembre, Noordwijk, Países Bajos

Lodieu N., Hambly N. "Is the IMF Universal?. Latest results from the UKIDSS Galactic Clusters Survey"

Valdivielso L., Martín E.L., Bouy H. "Protoplanetary discs of isolated VLMOs discovered in the IPHAS Surrey"

Zapatero-Osorio M.R. "Surveys for brown dwarfs - IR Imaging"

Perger M. "80s in Taurus"

Peña-Ramírez K.Y. "Searching for T-type, free-floating super Jupiters in the σ -Orionis Cluster"

**MEMORIA
IAC 2009**

309

**“Pathways towards Habitable Planets”
14-18 septiembre, Barcelona**

Pallé E. “Exoplanets and earth sciences”

Pallé E. “The transmission spectrum of the Earth from lunar eclipse observations: The pale red dot”

Femenía B. “Revisiting impact of ELT diameter size and wavelength choice in the context of exoplanet detections with ELTs”

García Muñoz A., Pallé E., Martín E.L. “Modeling the atmospheres of Earth-like planets”

Montañés-Rodríguez P., Pallé E. “Earthshine observations: a summary”

Rodler F., del Burgo C., Martín E.L. “Detecting planets around Very Cool stars at near infrared wavelengths with the radial velocity technique”

**“Nearby Dwarf Galaxies” 14-18
septiembre, Nizhnij Arkhyz, Rusia**

Drozdovsky I. “Local Cosmology from isolated Dwarf Galaxies”

“UK E-ELT Science Workshop II: Stellar Populations with the European ELT” 17-18 septiembre, Cambridge, Reino Unido

Sánchez-Blazquez P. “Stellar population studies using planetary nebulae”

Sánchez-Blazquez P. “Abundance determinations in the outskirts of galaxies”

MEMORIA
2009 IAC
310

Trujillo I. “The inner 10 pc of M31 and M33: what drives the formation of supermassive blackholes?”

Cenarro J. “A spectroscopic Survey of Globular Clusters in Coma: Early Galaxy Formation and Dark Matter content”

“SOHO-23: Understanding a Peculiar Solar Minimum. 21-25 septiembre, Maine, EEUU

Salabert D., García R.A., Pallé P.L., Jiménez-Reyes S.J. “Frequency shifts of low-degree p-modes during Solar Cycle 23 and its extended minimum”

“Jornada ESO 2009: Ciencia con los Observatorios de ESO” 22 septiembre, Madrid

Israelian “Mini solar type stars with UVES”

“Chandra’s First Decade of Discovery” 22-25 septiembre, Boston, Massachusetts, EEUU

Servillat M. et al. (Incluye R. Cornelisse) “A multiwavelength study of the globular cluster NGC 2808 with Chandra, XMM-Newton, HST and ATCA observations”

“ASTRID: Scientific and Technological Challenges in the Development of Astronomical Instrumentation: ALMA and E-ELT” 23-25 septiembre, Madrid

Rodler F. “Towards low-mass planets in the habitable zone”

Balcells M. “The role of 4m telescopes in the era of EELT: future instrumentation for the WHT”

“EMSS 2009 - 21th European Modeling & Simulation Symposium” 23-25 septiembre, Puerto de la Cruz, Tenerife

Sosa-Cabrera D., Fuentes F.J. “Modeling and Simulation of an Ultra-Stable Cryostat for Nahual”

Pérez-Menor J.M., López-Ruiz J.C., López-Ramos P. “Telescope Instrument Simulator Modeling Framework for Control System Development Support”

“3rd UniverseNet School: Particle Astrophysics and Cosmology” 28 septiembre-2 octubre, Barcelona

Diago A. “AMS-02 Experiment”

“Gaia: the Galaxy in a petabyte” 30 septiembre-3 octubre, Mahón, Menorca

Garzón F. "Galactic Structure"

Martínez-Delgado D. "Satellites and tidal streams"

Gallart C. "Stellar populations in the Local Group"

"19th Astronomical Data Analysis Software and Systems (ADASS)" 4-8 octubre, Sapporo, Japón

Ederoclite A. "The GTC/OSIRIS data reduction systems"

"DPS41 2009" 4-9 octubre, Puerto Rico

García-Muñoz A., Mills F.P., Slanger T.G., Piccioni G., Drossart P. "Visible/NIR nightglow on Venus as seen by VIRTIS/Venus Express"

Mills F.P., García Muñoz A., Yung Y., Allen, Piccioni G., Drossart P. "Oxygen chemistry and airglow in Venus' atmosphere"

Campins H., Hargrove K., Howell E.S., Kelley M.S., Licandro J., Mothé-Diniz T., Ziffer J., Fernandez Y., Pinilla-Alonso N. "Confirming Water Ice on the Surface of Asteroid 24 Themis"

Ziffer J., Campins H., Licandro J., Walker M., Deshpande R. "Rotational Variability of Asteroid 490 Veritas in the Near-Infrared"

Tozzi G.P., Boehnhardt H., Licandro J., Patriarchi P., Schulz R., Stüwe J., Vincent J. "Multiwavelength Observations Of Comet 67p/Churyumov-Gerasimenko During Its Approach To Perihelion"

"Detectors for Astronomy" 12-16 octubre, Garching, Alemania

Collados M. "Detectors in high-resolution ground based observatories"

"Science with large Solar Telescopes: First EAST-ATST Workshop in Solar Physics" 14-16 octubre, Freiburg, Alemania

Socas-Navarro H. "spectro-Polarimetry in the Era of Large Solar Telescopes"

Asensio-Ramos A. "Compressed sensing for next generation instruments"

Collados M. "European Solar Telescope: progress status"

Khomenko E. "Fast or slow MHD waves propagating in sunspots?"

Beck C. "A chromospheric dark-cored fibril in Ca II IR spectra"

Calcines A., López R., Grivel C., Collados M. "Concepts for a Visible and an Infrared High Resolution Multi-wavelength Multi-Slit Spectrographs for EST"

Volkmer R., Bettonvil F., Berrilli F., Cavaller L., Collados M., Eisenträger P., Fischer D., Manni F., Scheiffelen T., Süß M. "EST Optomechanics—Preliminary considerations"

Soltau D., Sánchez-Capuchino J., Berkefeld T. "Design Considerations for the EST AO system"

"Towards Other Earths: Perspectives and Limitations in the ELT Era" 19-23 octubre, Oporto, Portugal

Pallé E., Zapatero-Osorio M.R., García-Muñoz A. "Characterizing the atmospheres of transiting rocky planets within the habitable zones"

Pallé E., Zapatero-Osorio M.R., Barrera R., Montañes-Rodríguez P., Martín E.L. "The transmission spectrum of Earth"

"Hunting for the Dark: The Hidden Side of Galaxy Formation" 19-23 octubre, Malta

Trujillo I. "Probing the origin of stellar disk truncations: gas density and dynamics"

Tapia M.T. "Heating and thickening of the galactic disk and the evolution in mass of the galaxy component triggered by minor mergers"

Carballo-Bello J.A., Martínez-Delgado D., Sollima A. "Searching for tidal remnants in the Milky Way: Photometric survey of globular clusters"

MEMORIA
IAC 2009

311

Bakos J. "Probing the origin of the stellar population in the outskirts of late-type spiral galaxies: A panchromatic perspective"

Martínez-Valpuesta I. "Appearance of Barred Galaxies at Early and Late Stages of its evolution en Hunting for the dark: the hidden side of galaxy formation"

"3rd Solaire Network Meeting and FLUX Emergence Workshop 2009" 2-6 noviembre, Puerto de La Cruz, Tenerife

Martínez-González M.J. "Linking the quiet photosphere and chromosphere with small magnetic loops"

Kuckein C. "Magnetic field strength and topology of active region filaments"

Felipe T. "Magneto-acoustic waves in sunspots: first results from a new 3D nonlinear magnetohydrodynamic code"

Rapazzo F., Velli M. "The Parker problem for coronal heating: magnetically dominated MHD turbulence in a low-beta environment"

Fabbian D. "Deriving precise chemical abundances: spectral line formation in 3D atmospheric models"

"IAU Symp. 268: Light Elements in the Universe" 9-13 noviembre, Ginebra, Suiza

Delgado-Mena E., Israelian G. et al. "New analysis of Li and Be in stars with orbiting planets"

MEMORIA 2009 IAC "Mathematics and Astronomy: A Joint Long Journey", 23-27 noviembre, Madrid

312 Martínez-Pillet V. "The SUNRISE 2009 Flight"

"Observation, Characterisation and Evolution Of Habitable Exoplanets And Their Host Stars. ESF Exploratory Workshop" 29 noviembre-1 diciembre, Bairisch Kölldorf, Austria

Pallé E. "ESA Cosmic Vision besides"

"Missing Baryons, Accretion, and Feedback in Galaxies" 30 noviembre-2 diciembre, Sydney, Australia

Drozdovsky I. "The mean baryonic properties and evolution of the Local Universe"

"2009 AGU Fall Meeting" 14-18 diciembre, San Francisco, California, EEUU

Rappazzo A., Velli M. "Shell to shell energy fluxes versus force-free magnetic fields configurations in coronal heating field-lines tangling models"

Rappazzo A., Velli M. "Weak Magnetohydrodynamic Turbulence and Coronal Heating and Accelerations"

COMUNICACIONES A CONGRESOS NACIONALES

"Año Internacional de la Astronomía en España" 19 febrero, Cuenca

Belmonte J.A. "Diez mil años de Astronomía"

"XII Ciclo de Conferencias: Presente y Futuro de la Ciencia y la Tecnología" 3-31 marzo, Málaga

Martínez Delgado D. "Canibalismo galáctico en el Universo local"

Rodríguez Espinosa. J.M. "Formación estelar violenta en el Universo"

"II Congreso de Estudiantes de la Facultad de Físicas (II COEFFIS 2009)" 27 marzo, La Laguna, Tenerife

Belmonte J.A. "De Lascaux a Corot Exo-7b: Diez milenios de Astronomía"

"Ciencia con el E-ELT en el Hemisferio Norte" 16-17 abril, Madrid

Sánchez-Almeida J. "The most metal poor galaxies"

Sánchez-Blazquez P. “Stellar population gradients in coma galaxies”

Béjar V.J.S. “Evolution of the mass-luminosity relationship for BDs and superjupiter”

Rebolo R. “Stars and Planets”

Beckman J.E. “Medio intergaláctico: enriquecimiento de metales”

Zapatero-Osorio M.R. “Evolution of exoplanetary Systems”

Licandro J. “TNOs in the ELT-era”

Gallart C. “Formation and evolution of galaxy disks, bulges, and Stellar cluster Systems”

Pérez-Fournon I. “Surveys extragalácticos”

Herrero A. “Massive star formation in M31 and M33”

García-Hernández D.A., Manchado A. “AGB stars in Local Group Galaxies”

Cenarro J. “Globular clusters in coma”

Pallé E. “Exoplanet Characterizations during transits”

“Encuentro Español sobre Exploración del Sistema Solar” 4-5 junio, Salobreña, Granada

Licandro J. “Investigación en el Sistema Solar en el IAC”

“Exploración y Estudio del Espacio” 6-9 julio, La Granja, Segovia

Vázquez M. “Meteorología Espacial (Viviendo con una estrella)”

Vázquez M. “Exoplanetas: ¿Una nueva revolución copernicana?”

Martínez-Pillet V. “El conocimiento del Sol: qué nos falta – Solar Orbiter”

“Estallidos with IFUS” 17-19 junio, Granada

López-Martín L., Mesa-Delgado A., Esteban C., García-Rojas J., Luridiana V. “Properties of the ionized gas in HH objects in Orion”

López-Martín L. “Observing and reducing IFU”

“Astronomía, Arqueología i Cultura en el Mediterrani Antic” 6-10 julio, Tarragona

Belmonte J.A. “El Egipto antiguo”

Belmonte J.A. “La astronomía al servicio del Islam”

Esteban C. “El mundo ibérico”

“IV Jornadas Canarias de Astronomía en Lanzarote” 10-11 julio, Lanzarote

Rebolo R. “La investigación sobre el fondo cósmico de microondas en el Instituto de Astrofísica de Canarias”

“III Workshop de Telescopios Robóticos en España (ASTROCAM)” 7-8 septiembre, Madrid

Serra-Ricart M. “Estado del Arte de los Telescopios Robóticos Divulgativos en España”

“XXXII Bienal de Física” 7-11 septiembre, Ciudad Real

Rodríguez-Espinosa J.M. “Feedback in the AGN population of the Extended Groth Strip”

“IX Reunión Nacional de Óptica” 14-17 septiembre, Orense

Insausti M., Garzón F., Rasilla J.L. “Caracterización óptica de redes de difracción holográficas de fase volumétricas en el infrarrojo y en criogenia”

MEMORIA
IAC 2009

313

“II Reunión Española de Física Solar y Heliosférica” 16-18 septiembre, Palma de Mallorca

Fabbian D. “3D MHD simulations and spectral line formation calculations: solar and stellar abundances”

Asensio-Ramos A. "Compressed Sensing for Polarimetry"

Beck C. "A chromospheric dark-cored filament in Ca II IR 854.2 nm spectra"

Collados M "EST: Un proyecto en marcha"

Felipe García T. "Magneto-Acoustic Waves in Sunspots: First Results from 3D Nonlinear Numerical Simulations"

Khomenko E. "Theoretical modelling of propagation of magneto-acoustic waves in magnetic regions below sunspots"

Kuckein C. "On the Magnetic Field Strength of Active Region Filaments"

Manso-Sainz R. "¿Está polarizada la Corona ultravioleta?"

Martínez-González M.J. "Pequeños arcos magnéticos en el Sol en calma"

Martínez-Pillet V. "SUNRISE y el primer vuelo polar"

Moreno-Insertis F. "La interacción de granulos con el flujo magnético emergente"

Puschmann K "Energy transfer and electrical current vector in penumbral filaments"

Pallé P.L., Salabert D., García R., Jiménez-Reyes S. "The "Onset" of solar cycle 24. What global acoustic modes are telling"

Socas-Navarro H. "El espinoso problema de la abundancia solar de oxígeno"

MEMORIA
2009 IAC

314

Trujillo-Bueno J. "Chromospheric magnetic fields: observations, methods and interpretation"

Vázquez-Abeledo M. "The Sun Recorded through the History"

Vázquez-Abeledo M. "Auroras boreales observadas en las Islas Canarias"

"I Congreso Pro-Am: Colaboración Profesionales-Amateurs en investigación astronómica" 20-23 noviembre, Córdoba

Rodríguez-Gil P. "Estados de acreción suspendida en sistemas SW Sex"

Carballo-Bello J.A., Martínez-Delgado D., Fliri J. "Arqueología Galáctica para astrónomos amateurs: Estrellas RR Lyrae como trazadores de la formación galáctica"

Rodríguez-Espinosa J.M. "La divulgación y la enseñanza de la Astronomía claves para el futuro"

ARTÍCULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES SIN ÁRBITRO Y COMUNICACIONES CORTAS

de Ugarte Postigo A., Gorosabel J., Knapen J.H., Sánchez-Gallego J.R., Stiles P. "GRB 090113: observations from NOT"
GRB Coordinates Network, Cir. Serv., **8810**, 1.

Gaug M., Antonelli L.A., Bastieri D., Becerra-González J., et al. (2008) "GRB090102: MAGIC telescope GeV observation"
GRB Coordinates Network, Cir. Serv., **8816**, 1.

Becerra-González J., Gaug M. et al. (2008) "GRB090113: MAGIC telescope GeV observation"
GRB Coordinates Network, Cir. Serv., **8867**, 1.

Belmonte J.A. "From the Maya to the Inca and beyond"
World Heritage, **54**, 18.

Belmonte Avilés J.A. "Astronomía cultural: nuestro lugar en el Cosmos"
Revista Española de Física **23**, 2, 2.

Ramos Almeida C., Packham C. "Mid-IR Observations of Seyfert Galaxies"
Gemini Focus, **39**, 19.

Cano J.L., Tribak A., Hoyland R., Mediavilla A., Artal E. "Full Band Waveguide Turnstile Junction Orthomode Transducer with Phase Matched Outputs"

International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering 2009.

Griffin, M. et al. (Incluye Pérez-Fournon) "The SPIRE Instrument"

EAS Publications Series 34.

Castro-Tirado, A. J.; de Ugarte Postigo, A.; Gorosabel, J.; Guziy, S.; Jelinek, M.; Kubanek, P.; Perez-Ramirez, D.; Mirabal, N.; Llorente, A.; Castro Ceron, J. M.; Alvarez, C.; Cepa, J. "GRB 090709A: deep optical observation with the 10.4m GTC"

GRB Coordinates Network 9655.

Licandro J., Campins H. "Are the main belt cometcomets, Estrela D'Alva, the morningstar"

IAU GA Journal, 3.

Gil-Hutton R., Licandro J. "Minor Planet Observations (829 Complejo Astronomico El Leoncito)

Minor Planet Circular, 64758.

de Ugarte Postigo A., Castro-Tirado A.J., Gorosabel J., Jelinek M., Guziy S., Cabrera-Lavers A., García D., Gómez G., Bergond G., Pérez-Ramírez D., Cuniffe R., Kubanek P. "GRB 091202: GTC & CAHA optical/nIR afterglow candidate"

GCN Circular 10247.

ARTÍCULOS EN REVISTAS NACIONALES

Belmonte J.A. "La arqueoastronomía en Europa: la singularidad del caso español"

Universidad Complutense de Madrid, Complutum, Volumen Especial 20, 2, 55.

Esteban C. "La astronomía cultural ¿es interdisciplinar? Reflexiones de un astrofísico en Arqueoastronomía"

Universidad Complutense de Madrid, Complutum, Volumen Especial 20, 2, 68.

Belmonte J.A. "El origen de nuestra visión del Cosmos: la investigación Arqueoastronómica"

Ciencia Hoy, p. 18.

Belmonte J.A. "Astronomía cultural: nuestro lugar en el Cosmos"

Revista Española de Física 23, 2, 2.

Belmonte J.A. "Sobre la orientación de los templos del antiguo Egipto: resultados de la Misión Hispanoegipcia de Arqueoastronomía"

120 Años de arqueología Española en Egipto Ed. M.C. Pérez Die, p.120. Ministerio de Cultura, Madrid

Roca-Cortés T. "Astronomía, ¿para qué?"

Números Revista de Didáctica de las Matemáticas, 72, p. 7, diciembre.

Márquez Rodríguez I. "Cuando calienta el Sol"

Números, Revista de Didáctica de las Matemáticas, 72, p. 47, diciembre.

Cepa J. "HERSCHEL: el telescopio que surgió del frío para espiar los secretos del Universo"

Astronomía, 114.

Pallé E. "La vida en la tierra se puede detectar desde el espacio"

El País, 31 agosto 2009.

Esteban C. "2009 un año de Astronomía"

Semanario Valle de Elda, 2615, 20.

Muñoz-Tuñón C. "Sitios para observar el cielo"

El País, 31 julio 2009.

Herrero A., García M., Simón-Díaz S. "Estrellas masivas: Una cuestión de masa"

Revista Española de Física, 23.

LIBROS Y CAPÍTULOS DE LIBROS

MEMORIA IAC 2009

315

"The Sun Recorded through History: Scientific Data Extracted from Historical Documents"

Eds. J.M. Vaquero, M. Vázquez. *Astrophysics and Space Science Library*, 361.

“Cosmic Magnetic Fields: from Planets, to Stars and Galaxies”
Eds. Strassmeier K.G., Kosovichev A.G., Beckman J.E. Cambridge University Press (ISBN 978-0-521-88990-2).

“Cosmology across Cultures”
Eds. Rubiño-Martín J.A., Belmonte J.A., Prada F., Alberdi ASP Conf. Ser. **409**.

“In Search of Cosmic Order: selected essays on Egyptian Archaeoastronomy”
Eds. Belmonte J.A., Shaltout M. Supreme Council of Antiquities Press, El Cairo.

Reyes M., Sodnik Z., Comerón A. “Optical ground station: Requirements and design, bidireccional link model and performance”
Ed. H. Hemmati. Near-Earth Laser Communications, pg 271.

Shaltout M., Belmonte J.A. “Introduction: under ancient Egyptian skies”
Search of Cosmic Order: selected essays on Egyptian Archaeoastronomy, p. 11. Ed. Supreme Council of Antiquities Press, El Cairo.

Belmonte J.A. “The Egyptian calendar: keeping Ma’at on Earth”
Search of Cosmic Order: selected essays on Egyptian Archaeoastronomy, p. 75. Ed. Supreme Council of Antiquities Press, El Cairo.

Lull J., Belmonte J.A. “The constellations of ancient Egypt”
Search of Cosmic Order: selected essays on Egyptian Archaeoastronomy, p. 155. Ed. Supreme Council of Antiquities Press, El Cairo.

Belmonte J.A., Molinero Polo M., Miranda N. “Unveiling Shesat: new insights into the Stretching of the cord ceremony”
Search of Cosmic Order: selected essays on Egyptian Archaeoastronomy, p. 195. Ed. Supreme Council of Antiquities Press, El Cairo.

Belmonte J.A., Shaltout M., Fekri M. “Astronomy, landscape and symbolism: a study of the orientation of ancient Egyptian temples”

Search of Cosmic Order: selected essays on Egyptian Archaeoastronomy, p. 213. Ed. Supreme Council of Antiquities Press, El Cairo.

González García A.C., Belmonte J.A., Shaltout M. “The orientation of R. tombs in ancient Egypt”
Search of Cosmic Order: selected essays on Egyptian Archaeoastronomy, p. 285. Ed. Supreme Council of Antiquities Press, El Cairo.

Magli G., Belmonte J.A. “Pyramids and stars: facts, conjectures and starry tales”
Search of Cosmic Order: selected essays on Egyptian Archaeoastronomy, p. 305. Ed. Supreme Council of Antiquities Press, El Cairo.

Esteban C. “El gran silencio. La paradoja de Fermi y las visitas ET en el pasaso” Vida en el Universo. Del mito a la Ciencia
Fundación Anomalía. Santander.

Muñoz-Tuñón C., Tenorio-Tagle G. “Estallidos de Formacion de Estrellas y la Física de Supervientos Galácticos”
Revista Española de Física - Vol. Monográfico.

TESIS

Gutiérrez Albores L. “Un estudio del presupuesto energético de zonas de formación de estrellas masivas en galaxias cercanas”
Director: Prof. John E. Beckman.

de León Cruz J.M. “Caracterización mineralógica de asteroides cercanos a la Tierra”
Directores: Dres. Javier Licandro y Miquel Serra Ricart.

Pinilla Alonso N. “Propiedades superficiales de los planetas enanos del cinturón transneptuniano”
Directores: Dres. Javier Licandro y Humberto Campins.

Bernard E. “Poblaciones de estrellas variables en galaxias enanas del grupo local:

dependencia de factores ambientales”
Directores: Dres. Carma Gallart y Antonio Aparicio Juan.

Azzollini Felipe J.R. “Morfología de la formación estelar en galaxias $A_{z < -1}$ ”
Director: Prof. John E. Beckman.

Di Cesare M.A. “Calibración espectrofotométrica del GTC”
Directores: Dres. José M. Rodríguez Espinosa y Peter L. Hammerley.

Israel Matute Troncoso “Evolución de núcleos activos de galaxias en el infrarrojo”
Director: Dr. Fabio La Franca (Univ. de Padua, Italia).

Sánchez Janssen R. “Morfología y formación estelar de las galaxias en cúmulos cercanos”
Directores: Dres. Alfonso López Aguerra y Casiana Muñoz-Tuñón.

Ramos Almeida C. “Actividad nuclear y formación estelar en galaxias”
Directores: Dres. José M. Rodríguez Espinosa y José A. Acosta Pulido.

Viironen K.E. “Nuevas nebulosas planetarias en el plano de la Galaxia”
Directores: Dres. Antonio Mampaso Recio y Romano Corradi.

López San Juan C. “Fusiones de galaxias a distancias cosmológicas”
Directores: Dres. Marc Balcells Comas y Mercedes Prieto Muñoz.

de Fátima Domínguez Palmero L. “Evolución cosmológica de bulbos galácticos”
Directores: Dres. Marc Balcells Comas y Mercedes Prieto Muñoz.

Sainz Dalda A. “Decaimiento de flujo magnético en el Sol: manchas, MMFs Y ERs”
Director: Dr. Valentín Martínez Pillet.

Rabus M. “Estudios de planetas extrasolares por el método de tránsitos”
Directores: Dres. Juan A. Belmonte Avilés y Hans Deeg.

Montenegro Montes F.M. “Cuásares emisores en radio con líneas de absorción anchas”
Directores: Dres. Ismael Pérez-Fournon, Karl-Heins Mack (Inst. de Radioastronomía - Univ. de Bolonia, Italia) y José I. González Serrano (Inst. de Física Univ. de Cantabria).

Costado Dios T. “Búsqueda de evidencias de aceleración de hadrones en remanentes de supernova”
Directores: Dres. Ramón J. García López y Carlos Delgado Méndez (CIEMAT, Madrid).

Martínez Delgado I. “Impacto de la formación estelar en galaxias compactas azules”
Directoras: Dras. Casiana Muñoz-Tuñón y Luz Marina Cairos Barreto.

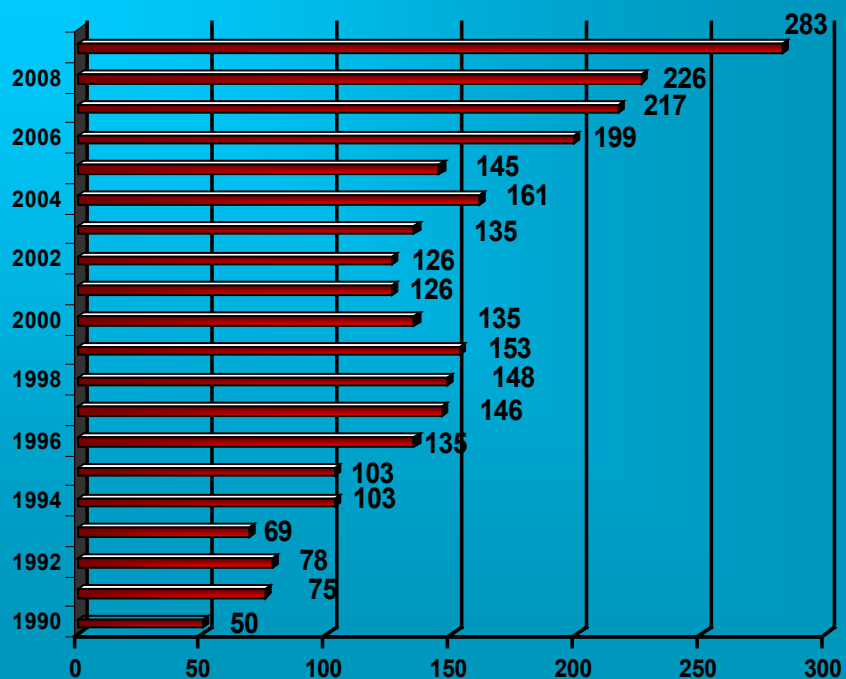
Buenrostro Leiter V. “La evolución de galaxias de disco: ¿naturaleza o creación?”
Directores: Prof. John E. Beckman y Dr. Emilio Casuso Romate.

Vázquez Ramió H. “Observación de la convección en estrellas de tipo solar”
Directores: Prof. Teodoro Roca Cortes y Dra. Clara Régulo Rodríguez.

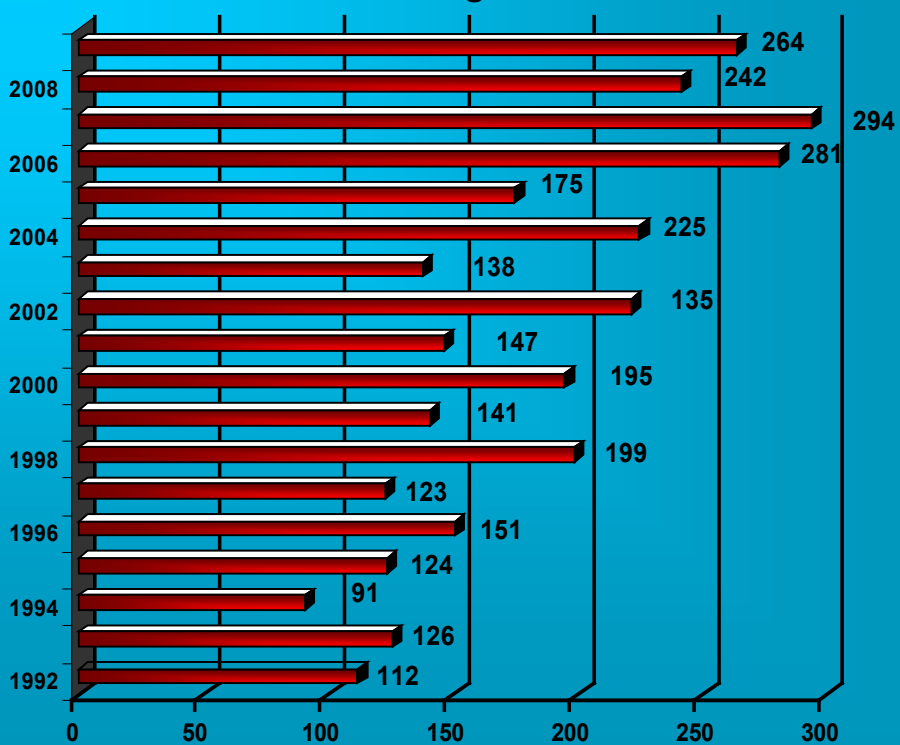
RESUMEN

ARIA	283	Artículos en revistas internacionales con árbitro.
IR	24	Invited Reviews (Conferencias invitadas).
CI	264	Comunicaciones a Congresos Internacionales.
CN	50	Comunicaciones a Congresos Nacionales.
ARIS	12	Artículos en revistas internacionales sin árbitro y comunicaciones cortas.
ARN	12	Artículos en revistas nacionales.
L	14	Libros y capítulos de libros.
T	19	Tesis doctorales.

Artículos en revistas internacionales con árbitros



Comunicaciones a congresos internacionales



REUNIONES CIENTÍFICAS

“215th AAS Meeting”
Washington, EEUU. Enero.

“213th AAS Meeting”
Long Beach, California, EEUU. Enero.

“HGSFP Winter School 2008/09”
Oberbergur, Austria. Enero.

“2nd SOLAIRE Network Meeting”
Catania, Italia. Enero.

“Opening Ceremony of the International Year
of the Astronomy”
París, Francia. Enero.

“IAU Symp. 260: The Role of Astronomy in
Society and Culture”
París, Francia. Enero.

“VII Workshop Estallidos de Formación
Estelar en Galaxias”
Madrid. Enero.

“RoPACS Kick-off Meeting”
Madrid. Enero.

“Solar-Extrasolar Planet Formation Meeting”
California, EEUU. Enero.

“First CoRot International Symposium: From
Stars to Habitable Planets”
París, Francia. Febrero.

“RIA Workshop: Impact of ALMA on the
Spanish Extragalactic Astronomy”
Granada. Febrero.

“Legacies of the Macquarie/AAO/Strasbourg
H α Planetary Nebula Project”
Sydney, Australia. Febrero.

“AKARI, a Light to Illuminate the Misty
Universe”
Tokyo, Japón. Febrero.

“Año Internacional de la Astronomía en
España”
Cuenca. Febrero.

“SPECTRA: II Escuela Andina de
Espectroscopía”
Lima, Perú. Marzo.

“XII Ciclo de Conferencias: Presente y Futuro
de la Ciencia y la Tecnología”
Málaga. Marzo.

“Starlight Reserves and World Heritage:
Scientific, Cultural and Environmental
Values”
Costa Calma, Fuerteventura. Marzo.

“2nd RAVET Project Meeting”
Valencia. Marzo.

“Wild Stars in the Old West II: The 14th
North American Workshop on Cataclysmic
Variables and Related Objects”
Tucson, Arizona, EEUU. Marzo.

“2009 EARA workshop: From Disks to
Planets: Learning from Starlight”
Leiden, Países Bajos. Marzo.

“Second SONG Workshop: Asteroseismology
and Exoplanet search with a Network of
1m-Telescopes”
Aarhus, Dinamarca. Marzo.

“Beyond JWST: The Next Steps in UV-
Optical-NIR Space Astronomy”
Baltimore, Maryland, EEUU. Marzo.

“II Congreso de Estudiantes de la Facultad
de Físicas (II COEFFIS 2009)”
La Laguna, Tenerife. Marzo.

“5th UC Irvine Center for Cosmology
Workshop. Intermediate-Mass Black Holes:
From First Light to Galactic Nuclei”
Irvine, California, EEUU. Abril.

“Ciencia con el E-ELT en el Hemisferio Norte”
Madrid. Abril.

“JENAM 2009: European Week of Astronomy
and Space Science”
Hatfield, Reino Unido. Abril.

**MEMORIA
IAC 2009**

319

“ISSI AsteroFLAG Workshop”
Bern, Suiza. Abril.

“Missions for Exoplanets: 2010-2020”
Pasadena, California, EEUU. Abril.

“Legacy Survey Workshop”
Almería. Abril.

“1st IAA Planetary Defense Conference:
Protecting Earth from Asteroids”
Granada. Abril.

“16th Young Scientists’ Conference on
Astronomy and Space Physics”
Kiev, Ucrania. Mayo.

“LIII Congresso Nazionale della Società
Astronomica Italiana- SAIT 2009. L’universo
Quattro Secoli dopo Galileo”
Pisa, Italia. Mayo.

“The Giant Branches”
Leiden, Países Bajos. Mayo.

“Bolidos and Meteorite Falls conference”
Praga, República Checa. Mayo.

“Galaxies in Isolation: Exploring Nature vs.
Nurture”
Granada. Mayo.

“3rd HELAS Local Helioseismology Workshop”
Berlín, Alemania. Mayo.

“Diagnostics spectropolarimétriques:
observations et processus microscopiques”
Meudon, Francia. Mayo.

“Subaru/Gemini Science Conference”
Kyoto, Japón. Mayo.

**MEMORIA
2009 IAC**

320

“International Symposium Marco Polo and
other Small Body Sample Return Missions”
París, Francia. Mayo.

“Tidal Dwarf Galaxies: Ghosts from Structure
Formation”
Bad Honnef, Alemania. Mayo.

“Frascati Workshop 2009: Multifrequency
Behaviour of High Energy Cosmic Sources”
Vulcano, Italia. Mayo.

“6th Science NAHUAL Meeting: Setting the
Scene”
Sintra, Portugal. Mayo-junio.

“Stellar Pulsation, Challenges for Theory
and Observation”
Santa Fe, México. Mayo-junio.

“Encuentro Español sobre Exploración del
Sistema Solar”
Salobreña, Granada. Junio.

“214th AAS Meeting”
Pasadena, California, EEUU. Junio.

“MAD and Beyond: Science with Multi-
Conjugate Adaptive Optics Instruments”
Garching, Alemania. Junio.

“Binary en Binaries: Key to comprehension
of the Universe”
Brno, República Checa. Junio.

“Unveiling the Mass: Extracting And
Interpreting Galaxy Masses, and a
Celebration of Vera Rubin’s Career”
Kingston, Ontario, Canadá. Junio.

“Physics of Galactic Nuclei”
Tegernsee, Alemania. Junio.

“Estallidos with IFUS”
Granada. Junio.

“1st AO4ELT Conference on Adaptive Optics
for Extremely Large Telescopes”
París, Francia. Junio.

“Accretion and Ejection in AGN: A Global
View?”
Como, Italia. Junio.

“Biosignatures on Exoplanets: The Identity
of Life”
Mulhouse, Francia. Junio.

“1st AO4ELT Conference”
París, Francia. Junio.

“Dwarf Galaxies en Galaxy Metabolism:
Galaxy Evolution near and far”
Sydney, Australia. Junio.

“Harvesting the Desert: The Universe between Redshift 1 and 3”
Marsella, Francia. Junio-julio.

“The Path to CMBPol - Upcoming measurements of CMB Polarization”
Chicago, Illinois, EEUU. Julio.

“SPICA Workshop: The Space Infrared Telescope for Cosmology & Astrophysics Revealing the “Origins of Planets and Galaxies”
Oxford, Reino Unido. Julio.

“ArAS VIII Annual Meeting”
Byurakan, Armenia. Julio

“Exploración y Estudio del Espacio”
La Granja, Segovia. Julio.

“Astronomia, Arqueologia i Cultura en el Mediterrani Antic”
Tarragona. Julio.

“The Lyman alpha Universe: XXV IAP Annual Colloquium”
París, Francia. Julio.

“31st International Cosmic Rays Conference”
Lódz, Polonia. Julio.

“IV Jornadas Canarias de. Astronomía en Lanzarote”
Lanzarote. Julio.

“12th Marcel Grossman Meeting”
París, Francia. Julio.

“Distribution of Mass in the Milky Way Galaxy”
Leiden, Países Bajos. Julio.

“SZ@Bonn 2009: A Multiwavelength Look at Galaxy Clusters”
Bonn, Alemania. Julio.

“New Technologies for Probing the Diversity of Brown Dwarfs and Exoplanets”
Shanghai, China. Julio.

“V Escuela Colombiana de Astrofísica”
Bogotá, Colombia. Julio.

“XXXIX Young European Radio Astronomers Conference”
Oporto, Portugal. Julio.

“SPIE Optics+Photonics: Optical Engineering+Applications”
San Diego, California, EEUU. Agosto.

“JD3: Neutron Stars - Timing in Extrema Environments”
Río de Janeiro, Brasil. Agosto.

“IAU Symp. 262: Stellar Populations – Planning for the Next Decade”
Río de Janeiro, Brasil. Agosto.

“IAU Symp. 263: Icy Bodies in the Solar System”
Río de Janeiro, Brasil. Agosto.

“JD5: Modelling the Milky Way in the Era of Gaia”
Río de Janeiro, Brasil. Agosto.

“IAU Symp. 265: Chemical Abundances in the Universe: Connecting First Stars to Planets”
Río de Janeiro, Brasil. Agosto.

“IAU Symp. 266: Star Clusters Basic Galactic Building Blocks Throughout Time and Space”
Río de Janeiro, Brasil. Agosto.

“IAU Symp. 267: “Co-evolution of Central Black Holes and Galaxies”
Río de Janeiro, Brasil. Agosto.

“JD10: 3D views on Cool Stellar Atmospheres: Theory meets Observation”
Río de Janeiro, Brasil. Agosto.

“SpS7: Young Stars, Brown Dwarfs and Protoplanetary Disks”
Río de Janeiro, Brasil. Agosto.

“SpS8: The Galactic Plane, in depth and across the spectrum”
Río de Janeiro, Brasil. Agosto.

“SpS9: Marking the 400th Anniversary of Kepler’s Astronomia nova”
Río de Janeiro, Brasil. Agosto.

**MEMORIA
IAC 2009**

321

“AOGS 2009”
Singapur. Agosto.

“11th IAGA Scientific Assembly”
Sopron, Hungría. Agosto.

“SPIE Europe Remote Sensing for
Environmental Monitoring, GIS Applications,
and Geology IX”
Berlín, Alemania. Agosto-septiembre.

“The Milky Way and the Local Group - Now
and in the Gaia Era”
Heidelberg, Alemania. Agosto-septiembre.

“Chromospheric Structure and Dynamic:
From Old Wisdom to New Insights”
Nuevo Mexico, EEUU. Septiembre.

“AstroPhotonica Europa FP7 Kickoff
Workshop (FP7 WP3)”
Durham, Reino Unido. Septiembre.

“Workshop of young researchers in
Astronomy and Astrophysics”
Budapest, Hungría. Septiembre.

“III Workshop de Telescopios Robóticos en
España (ASTROCAM)”
Madrid. Septiembre.

“XXXII Bienal de Física”
Ciudad Real. Septiembre.

“Recipes for Making Brownies: Theory vs.
observations”
Noordwijk, Países Bajos. Septiembre.

“IX Reunión Nacional de Óptica”
Orense. Septiembre.

“Pathways towards Habitable Planets”
Barcelona. Septiembre.

MEMORIA
2009 IAC
322 “Nearby Dwarf Galaxies”
Nizhnij Arkhyz, Rusia. Septiembre.

“II Reunión Española de Física Solar y
Heliosférica”
Palma de Mallorca. Septiembre.

“UK E-ELT Science Workshop II: Stellar
Populations with the European ELT”
Cambridge, Reino Unido. Septiembre.

“SOHO-23: Understanding a Peculiar Solar
Minimum”
Maine, EEUU. Septiembre.

“Jornada ESO 2009: Ciencia con los
Observatorios de ESO”
Madrid. Septiembre.

“Chandra’s First Decade of Discovery”
Boston, Massachusetts, EEUU. Septiembre.

“ASTRID: Scientific and Technological
Challenges in the Development of
Astronomical Instrumentation: ALMA and
E-ELT”
Madrid. Septiembre.

“EMSS 2009 - 21th European Modeling &
Simulation Symposium”
Puerto de la Cruz, Tenerife. Septiembre.

“3rd UniverseNetSchool: Particle Astrophysics
and Cosmology”
Barcelona. Septiembre-octubre.

“Gaia: the Galaxy in a petabyte”
Mahón, Menorca. Septiembre-octubre.

“19th Astronomical Data Analysis Software
and Systems (ADASS)”
Sapporo, Japón. Octubre.

“DPS41 2009”
Puerto Rico. Octubre.

“Detectors for Astronomy”
Garching, Alemania. Octubre.

“Science with large Solar Telescopes: First
EAST-ATST Workshop in Solar Physics”
Freiburgo, Alemania. Octubre.

“Towards Other Earths: Perspectives and
Limitations in the ELT Era”
Oporto, Portugal. Octubre.

“Hunting for the Dark: The Hidden Side of
Galaxy Formation”
Malta. Octubre.

“3rd SOLAIRE Network Meeting and FLUX
Emergence Workshop 2009”
Puerto de La Cruz, Tenerife. Noviembre.

“IAU Symp. 268: Light Elements in the Universe”
Ginebra, Suiza. Noviembre.

“I Congreso Pro-Am: Colaboración Profesionales-Amateurs en investigación astronómica”
Córdoba. Noviembre.

“Mathematics and Astronomy: A Joint Long Journey”
Madrid. Noviembre.

“Observation, Characterisation and Evolution Of Habitable Exoplanets And Their Host Stars. ESF Exploratory Workshop”
Bairisch Kölldorf, Austria. Noviembre-diciembre.

“Missing Baryons, Accretion, and Feedback in Galaxies”
Sydney, Australia. Noviembre-diciembre.

“2009 AGU Fall Meeting”
San Francisco, California, EEUU. Diciembre.

TALLER INTERNACIONAL Y REUNIÓN DE EXPERTOS “RESERVAS STARLIGHT Y PATRIMONIO MUNDIAL: LA CIENCIA, LA CULTURA Y LOS VALORES PARA EL MEDIO AMBIENTE



El Taller Internacional y reunión de expertos “Reservas Starlight y Patrimonio Mundial: la Ciencia, la Cultura y Valores para el Medio Ambiente”, fue organizada por el Cabildo de Fuerteventura en cooperación con el Centro UNESCO del Patrimonio Mundial, Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), y la UAI (Unión Astronómica Internacional) y tuvo lugar en la Isla de Fuerteventura, los días 10 y 11 de marzo y al que asistieron 32 participantes y expertos de 10 países.

Los participantes fueron representantes de organizaciones privadas, empresas, industria del turismo, organizaciones no gubernamentales, organismos científicos y centros de investigación, así como organizaciones internacionales como las Naciones Unidas Organización Mundial del Turismo (OMT), la Unión Astronómica Internacional (UAI), el Hombre de la UNESCO y la Biosfera (MAB) y el Centro del Patrimonio Mundial de la UNESCO.

Esta reunión forma parte del ciclo de las actividades de la UNESCO-Patrimonio de la Humanidad “Astronomía y Patrimonio Mundial: a través del tiempo y los continentes”, lanzado en el marco de la Iniciativa del Patrimonio Mundial en Astronomía Patrimonio durante la celebración del Año Internacional de la Astronomía, AIA-IYA2009.

El objetivo general era discutir los problemas de identificación de categorías específicas de los espacios naturales, skylscapes, paisajes nocturnos culturales y sitios excepcionales para la observación astronómica, como “reservas de las estrellas” por sus posibles nominaciones en la Lista del Patrimonio Mundial. En la reunión se hicieron una serie de presentaciones y discusiones en profundidad sobre las cuestiones del patrimonio de la Astronomía y su conservación, la contaminación lumínica y las áreas protegidas, así como el concepto de “reserva de las estrellas “ y se reconoció la fuerte conexión que existe entre el patrimonio cultural de la Astronomía y el patrimonio natural del oscuro cielo nocturno.

Se señaló que, aunque la luz estelar, como tal, no está en peligro, la capacidad humana de ver la luz estelar está cada vez más amenazada, debido a la contaminación lumínica y la contaminación del aire. Starlight, en este contexto, es un recurso inestimable humano y natural; Starlight incluye la visión de primera mano de los objetos celestes, los meteoritos, las auroras, los eclipses, los fenómenos de la noche, y la visión del cosmos que a menudo se basa en los niveles de luz natural.

SIMPOSIO “CIENCIA CON GRANDES TELESCOPIOS”

Tras la inauguración oficial del Gran Telescopio CANARIAS (GTC) y organizado por el Instituto de Astrofísica de Canarias y GRANTECAN S.A. tuvo lugar en el Hotel Taburiente (Los Cancajos, La Palma), los días 25 y 26 de julio, el simposio titulado “Ciencia con telescopios de 8-10 m en la era de los telescopios supergigantes y los telescopios espaciales”

La organización del simposio ha reunido a una élite de astrónomos con el fin de discutir y presentar su visión sobre cuál será la Astronomía que podrá llevarse a cabo con los actuales telescopios gigantes y los futuros telescopios extremadamente grandes.

Actualmente operan varios telescopios de clase 8-10 m; el último de ellos que ha empezado a producir datos ha sido el Gran Telescopio CANARIAS (GTC). Mientras tanto, la próxima generación de telescopios supergigantes se diseña en Europa y Estados Unidos.

Entre otros temas, también se debatirá sobre el futuro profesional de los jóvenes astrónomos que deberán enfrentarse a la dificultad que supone acceder a estos telescopios dada la alta competitividad, y evaluar las implicaciones de la escasez de tiempo de observación disponible para la comunidad astronómica en general.

Entre los conferenciantes se encontraba Pedro Álvarez, director de GRANTECAN S.A., Mathew Greenhouse (NASA) o Bruno Leibundgut (ESO). El programa incluyó una visita al recién inaugurado telescopio GTC.

III ENCUENTRO DE LA RED INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN SOLAR E INTERPLANETARIA SOLAIRE

Investigadores en Física Solar e Interplanetaria se reunieron, del 2 al 6 de noviembre en el Puerto de la Cruz (Tenerife), para celebrar el tercer encuentro de la red de investigación y entrenamiento de investigadores SOLAIRE (*Solar Atmospheric and Interplanetary Research Network*, Red de Investigación de la Atmósfera Solar e Interplanetaria), liderado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).



Arcos de campo magnético en la corona solar captados por el satélite TRACE. © NASA/LMSAL

Los dos encuentros anteriores tuvieron lugar en Lovaina (Bélgica) en 2007 y en Catania (Italia) en 2008. El objetivo de estas reuniones es fomentar la colaboración entre los nodos de la red y auspiciar el debate entre especialistas sobre los muchos problemas pendientes de resolver relativos a la física del Sol.

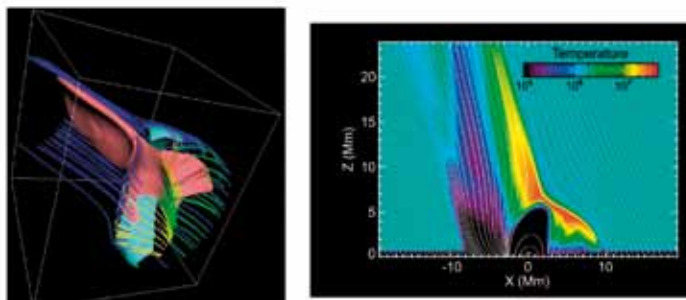
MEMORIA
2009 IAC

324 En esta ocasión, se ha hecho coincidir la reunión de SOLAIRE con la edición 2009 del *Flux Emergence Workshop*, un congreso anual sobre la física de los procesos de emergencia de flujo magnético; y, también, con unas jornadas para investigadores jóvenes de la red SOLAIRE.

Fernando Moreno-Insertis, investigador del IAC, Catedrático de la Universidad de La Laguna y coordinador general de la Red SOLAIRE, considera que es “*fundamental fomentar la colaboración a nivel europeo con vistas a resolver los arduos problemas que plantea la comprensión del Sol*”. También destaca la importancia de formar nuevas generaciones de investigadores para que puedan sacar partido de las excepcionales oportunidades tecnológicas que aportan los observatorios terrestres, la exploración desde el espacio y el avance imparable de las instalaciones de supercomputación.

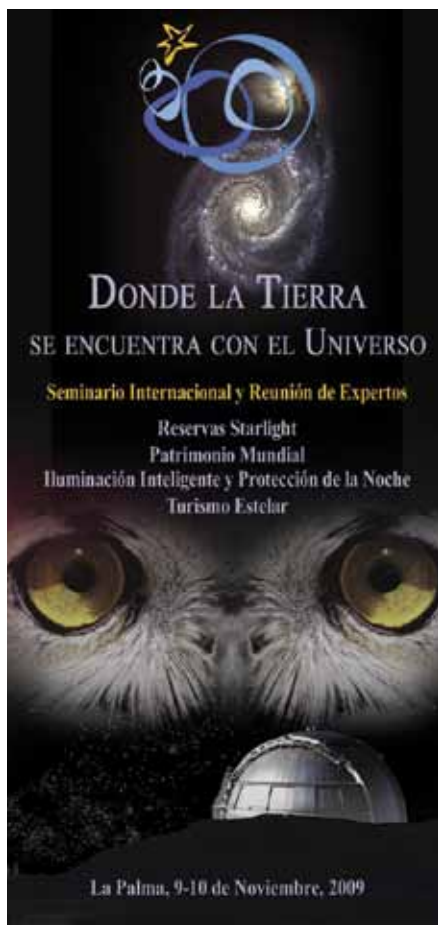
La red SOLAIRE ha sido aprobada y financiada por la Comisión Europea y es la primera red de estas características dirigida por un centro de investigación español, propone un marco de colaboración y discusión para el avance del conocimiento sobre el magnetismo en el Sol; y pone el acento en la movilidad de los 160 investigadores participantes entre los trece centros que la integran.

Además del IAC, forman parte de la red SOLAIRE la Universidad de St. Andrews (USTAN), la Universidad Católica de Lovaina (KUL), el Instituto Niels Bohr-Universidad de Copenhague (NBI), el Instituto Max-Planck de Investigación del Sistema Solar (MPS), la Universidad de Oslo (UIO), el Observatorio de París-Meudon (OPM), la Universidad de Bochum (RUB), la Universidad de Glasgow (GLAS), la Universidad de Catania (UCT), la Universidad de Utrecht (UU), la Universidad Eötvös de Budapest (ELTE) y el *Fluid Gravity Engineering Ltd* (FGE).



Simulación numérica realizada por la red SOLAIRE de la eyección de un chorro de materia a alta velocidad y temperatura (10 millones de grados) en la corona solar. © IAC/NBI

SEMINARIO INTERNACIONAL Y ENCUENTRO DE EXPERTOS “DONDE LA TIERRA SE ENCUENTRA CON EL UNIVERSO”



Entre los días 9 y 10 de noviembre, y organizado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), y gracias al patrocinio del Programa SEPTENIO del Gobierno de Canarias, se celebró en el Hotel Hotasa Taburiente Playa, en la Isla de La Palma, un seminario internacional y encuentro de expertos con el título “Donde la Tierra se encuentra con el Universo”.

El acto formó parte del ciclo de actividades “Astronomía y Patrimonio Mundial: a través del tiempo y de los continentes” que desarrolla la UNESCO, en el contexto de la Iniciativa “Astronomía y Patrimonio Mundial” con ocasión del 2009 Año Internacional de la Astronomía. Expertos de 10 países se dieron cita en la Isla con el fin de determinar criterios y elaborar propuestas para futuras nominaciones a la Lista del Patrimonio Mundial en relación a los sitios excepcionales y escasos en el mundo para la observación astronómica.

Las conclusiones se integrarán en el Estudio Temático sobre Patrimonio de la Astronomía que bajo la coordinación del ICOMOS y la UAI (Unión Astronómica Internacional) será presentado al Comité del Patrimonio Mundial en julio de 2010. En el encuentro se analizaron las nuevas propuestas de reservas Starlight y los criterios de protección del cielo nocturno en relación a la conservación de la naturaleza y la protección de especies sensibles que se desarrollan bajo coordinación de la IUCN (Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza).

**MEMORIA
IAC 2009**

325

Otro gran objetivo del encuentro fue promover, antes de la finalización del Año Internacional de la Astronomía, toda una serie de acciones orientadas a la lucha contra la contaminación lumínica y la adopción de sistemas de iluminación inteligente que permitan salvaguardar la calidad de los cielos nocturnos como un derecho cultural, científico y medioambiental de la humanidad.

El encuentro contó además con la colaboración del Cabildo de la Palma y Reserva de Biosfera de La Palma, y con el soporte del Programa MaB de la UNESCO, la Unión Astronómica Internacional y la Organización Mundial del Turismo.

I CONGRESO PRO-AM: COLABORACIÓN PROFESIONALES- AMATEURS EN INVESTIGACIÓN ASTRONÓMICA

Del 20 al 23 de noviembre tuvo lugar, en la Universidad de Córdoba, el “I Congreso Pro-Am: Colaboración Profesionales-Amateurs en investigación astronómica”, un encuentro que, por primera vez, reúne a astrónomos profesionales y no profesionales españoles y cuyo objetivo principal fue conocer el potencial observacional de los astrónomos aficionados españoles y ofrecerles la oportunidad de participar en proyectos de investigación científica competitivos en colaboración con astrónomos profesionales.



Organizado por la Sociedad Española de Astronomía (SEA), en colaboración con la Universidad de Córdoba, el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC), Consolider-Ingenio GTC y el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN).

Al acto inaugural asistieron Manuel Torralbo Rodríguez, Vicerrector de Comunicación y Coordinación Institucional de la Universidad de Córdoba; Emilio Alfaro, investigador del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) y Presidente de la Sociedad Española de Astronomía (SEA); Manuel Sáez Cano, Profesor de Física de la Universidad de Córdoba, y David Martínez Delgado, investigador del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), Presidentes del Comité Local Organizador y del Comité Científico Asesor del Congreso respectivamente.

MEMORIA 2009 IAC Francisco Sánchez, fundador y Director del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) impartió la conferencia inaugural.

326 En las tres últimas décadas la Astronomía española ha sufrido un cambio drástico, desde ocupar una posición meramente anecdótica en el contexto internacional, hasta convertirse en el octavo país del mundo en producción de artículos astronómicos y el décimo en citas. En esta transformación ha tenido mucho que ver la instalación en España, mediante convenios internacionales, de una red de telescopios que abarcan todos los rangos (del visible al radio, pasando por el infrarrojo). Este crecimiento generó en su momento un gran interés dentro de la sociedad española, lo que ha favorecido la formación de una populosa comunidad de astrónomos aficionados con una clara vocación observacional que ahora cuenta con un amplio parque de instrumentos.

No sólo la Astrofotografía se ha visto beneficiada de estos avances, ya que se han obtenido imágenes cuya calidad es equiparable y, en algunos casos supera, a las obtenidas hasta ese momento por observatorios profesionales, sino que, gracias a los avances tecnológicos y a su mayor accesibilidad, los grupos de astrónomos *amateur* (son numerosos los que han obtenido ayuda local o autónoma para construir observatorios y conducir proyectos científicos) han tenido la oportunidad de participar, en colaboración con astrónomos profesionales, en proyectos de investigación científica competitivos. Cada vez son más numerosos los grupos de investigación españoles que colaboran con sociedades de aficionados en el desarrollo de programas científicos que producen resultados de alto impacto.

**SEMINARIO ESPECIAL SOBRE
“SCIENCE WITH THE 8-10 M TELESCOPES IN THE ERA OF THE ELTS AND
THE JWST”
 (“CIENCIA CON LOS TELESCOPIOS DE 8-10 M EN LA ERA DE LOS ELT’S Y
EL JWST”)**

El Instituto de Astrofísica de Canarias - con el patrocinio la Red de Infraestructuras de Astrofísica (RIA), la Fundación Ramón Areces y el Grupo Santander (mediante los Encuentros Astrofísicos “Blas Cabrera”) - organizó un Seminario Especial, en el marco de la Inauguración del Gran Telescopio Canarias GTC, sobre “Science with the 8-10 m telescopes in the era of the ELT’s and the JWST”, los días 25 y 26 de julio en el Hotel H10 Taburiente Playa en los Cancajos (Breña Baja, La Palma).



En este Seminario, que duró día y medio, se buscó hacer un avance de la ciencia que realizarán los grandes telescopios de clase 8-10 m en la próxima década, en relación con la entrada en funcionamiento del nuevo

telescopio espacial (James Webb Space Telescope JWST, sucesor del telescopio espacial Hubble) y los telescopios gigantes de clase 30-40 m (Extremely Large Telescopes ELT’s).

Entre los asistentes al Seminario, más de cien astrofísicos de todo el mundo, se encontraban los directores de los 14 grandes proyectos de telescopios y proyectos espaciales.

En el Seminario tuvo lugar un debate sobre las sinergias y complementariedades entre la impresionante colección de grandes telescopios ópticos e infrarrojos que están ya en funcionamiento, y de ellos, con estos nuevos proyectos frontera. La idea es que este análisis sirva también, para optimizar la planificación de la instrumentación de los grandes telescopios actuales y, además, fomentar la colaboración entre ellos.

Las conferencias impartidas y las conclusiones del debate se han editado por el IAC y han sido publicadas por la Fundación Ramón Areces.

TIEMPO DE OBSERVACIÓN FUERA DE CANARIAS

NOMBRE	FECHA	OBSERVATORIO	INSTALACION
HERVE BOUY	5-8/1 7-11/7	ESO, Cerro Paranal (Chile) Lick Observatory (California, EEUU)	Telescopio VLT Telescopio 3 m
MANUEL NUÑEZ DIAZ	1-6/2 17-23/12	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio 3,5 m
GARIK ISRAELIAN	9-16/2 30/4-16/5	SAO (Rusia)	Telescopio 1,2 y 2m
NICOLAS LODIEU	11-12/2 4-9/5	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería) Obs. Cerro Las Campanas (Chile)	Telescopio 2,2 m Telescopio MAGALLANES
FLORIAN RODLER	11-13/2 26-29/7	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería) Lick Observatory (California, EEUU)	Telescopio 3,5 m Telescopio 3 m
JULIO A. CARBALLO BELLO	16-21/2 4-16/11	ESO, La Silla (Chile)	Telescopio 2,2 m
JAIRO MENDEZ ABREU	16-17/4	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio 3,5 m
ALFONSO LOPEZ AGUERRI	19-21/4	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio 3,5 m
ALESSANDRO EDEROCCLITE	16-24/5 24-26/6	ESO, La Silla (Chile) ESO, Cerro Paranal (Chile)	Telescopio NTT Telescopio VLT
REMON CORNELISSE	21/6	ESO, Cerro Paranal (Chile)	Telescopio VLT
RICARDO PEREZ MIGUEL SANCHEZ	21-26/7	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio 2,2 m
ANGEL BONGIOVANNI	22-25/7	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio 2,2 m
CHRISTOPH KUCKEIN	2-17/8	Obs. Sacramento Peak, National Solar Obs. (Colorado, EEUU)	Telescopio DST
KERTTU VIIRONEN	10-15/8	Kit Peak National Obs. (Arizona, EEUU)	Telescopio 2,5 m
CRISTINA ZURITA	6-8/9	Obs. Astronómico Nacional de San Pedro Mártir (México)	Telescopio 2,1 m
CESAR ESTEBAN	11/9	Obs. de Mauna Kea (Hawai, EEUU)	Telescopio SUBARU
JOSE R. SANCHEZ GALLEGO	3-19/11	Obs. de Mauna Kea (Hawai, EEUU)	Telescopio JCMT
MANUEL PERGER	10-12/11	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio 2,2 m
JORGE GARCIA ROJAS	14-22/11	Obs. Cerro Las Campanas (Chile)	Telescopio MAGALLANES
EDUARDO MARTIN GUERRERO	25/11-3/12	Obs. Astronómico Nacional de San Pedro Mártir (México)	Telescopio 2,1 m
CARLA PEÑA RAMIREZ	7-10/12	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio 3,5 m
BRUNO FEMENIA NICOLAS LODIEU	8-13/12	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio 2,2 m

DISTINCIONES



Premio “Importante” 2009 del Diario Información de Alicante

Estos premios, que concede el Diario Información de Alicante, están dirigidos a reconocer el trabajo o la trayectoria desarrollada por personas, colectivos y entidades con arraigo en la provincia de Alicante.

Entre los galardonados de la presente edición, el astrofísico alicantino Valentín Martínez Pillet, investigador del Instituto de Astrofísica de Canarias, por lanzar con éxito al espacio, desde Suecia, un magnetógrafo para estudiar el Sol, dentro de la misión Sunrise (“Amanecer”), una colaboración de la DLR (Agencia Espacial alemana), del Programa Nacional del Espacio y de la NASA. El acto de entrega de premios tuvo lugar el 4 de marzo en la sede central del periódico en Alicante.



Título de Hijo Adoptivo de la Isla de Tenerife

El Cabildo de Tenerife ha otorgado el título de “Hijo Adoptivo de la Isla de Tenerife” a Francisco Sánchez Martínez, director y fundador del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).

El acto tuvo lugar el día 11 de noviembre, en el salón noble de la corporación y en él estuvieron presentes personalidades políticas, sociales, del mundo empresarial, además de familiares y amigos.

RECURSOS HUMANOS

A. Ruigómez.

M.R. Galván González, C. García de Sola y L. Manadé.

PERSONAL FUNCIONARIO

Ofertas Empleo Público

Durante 2009, la plantilla del IAC ha sufrido la baja en su plantilla de dos investigadores, Dr. Eduardo Martín Guerrero de Escalante y Dra. María Rosa Zapatero Osorio, ambos de nivel 26 e Investigadores Titulares de OPIS (Organismos Públicos de Investigación), al obtener una plaza de Profesor de Investigación y de Investigadora Científica, respectivamente, ambas plazas del CSIC y con destino en el Centro de Astrobiología-CSIC (Madrid). Asimismo el Dr. Marc Balcells Comas, Investigador Titular, nivel 27 está en situación de excedencia voluntaria.

En noviembre de 2009 tomaron posesión como funcionarios de carrera, de la Escala de Investigadores Titulares de OPIS de la OEP 2008 dos investigadores con nivel 26, Dres. Carlos Allende Prieto y Tariq Shahaz.

Durante 2009 el Ministerio de Ciencia e Innovación convoca una plaza con destino en el IAC correspondientes a la Escala de Investigadores Titulares de OPIS, correspondiente a la Oferta Pública de Empleo de 2009, pendiente de la toma de posesión.

PERSONAL LABORAL

MEMORIA
2009 IAC

Oferta empleo Público 2009

330 2 puestos de trabajo, correspondientes, a los contratos de interinidad por vacante existentes en el IAC ambos puestos dentro de Convenio.

Finalizados los procesos selectivos y adjudicados los puestos de trabajo con las siguientes categorías profesionales:

Fuera de Convenio

- 1 Gerente de Investigación
- 2 Jefes de Departamento (Óptica y Servicios informáticos)
- 2 Ingenieros (Instrumentación)
- 3 Ingenieros (Gabinete de Dirección)
- 1 Titulado Superior (Prevención de Riesgos Laborales)

Dentro de Convenio

- 2 Encargados de Taller
- 2 Maestros de Taller
- 1 Jefe Administrativo
- 2 Subjefes Administrativos

En proceso selectivo a 31 de diciembre:

Fuera de Convenio

- 1 Responsable Gestión Económica/Financiera
- 1 Ingeniero (Supercomputación)
- 1 Ingeniero (Informática de Gestión)
- 1 Ingeniero (Servicios Informáticos Investigación)

En proceso durante 2009 y publicada la convocatoria del proceso selectivo:

Dentro de Convenio

- 1 Jefe de Taller
- 1 Técnico de Sistemas Jr.
- 1 Jefe Administrativo
- 1 Subjefe Administrativo

Ha sido gestionada casi toda la OEP 2008 y 2009, habiendo finalizado la mayoría de los procesos selectivos. Durante 2010, finalizará toda la gestión de la OEP 2008 y 2009 de laborales, actualmente en marcha 5 procesos selectivos y pendiente de convocatoria, dos puestos de Ingenieros Senior.

FORMACIÓN

Becas

Becas de formación

En 2009 se convocaron las siguientes becas de formación:

- 8 becas de verano dirigidas a estudiantes universitarios, que estén cursando los últimos cursos de la carrera para su formación en la investigación astrofísica.
- 4 becas de verano para la formación en desarrollo tecnológico dirigidas a estudiantes universitarios de titulaciones superiores, que estén cursando los últimos cursos de la carrera o sean recién titulados.
- 1 beca dirigida a licenciados recientes, para su formación en el uso de telescopios dedicados a la enseñanza especializada
- 1 beca dirigida a licenciados recientes, para su formación en el uso, calibración y mantenimiento de componentes ópticos e instrumentos dedicados a la enseñanza de la instrumentación astrofísica
- 1 beca dirigida a estudiantes de Astrofísica, para su formación en el uso de los programas informáticos utilizados en las prácticas de Astrofísica.

Becas de personal investigador en formación.- Programa de Astrofísicos Residentes del IAC

- 6 becas del Programa de Becas Predoctorales para la formación de personal investigador, en el Marco del programa de formación de Astrofísicos Residentes.

Cursos

Cursos de formación para el personal

El INAP, aprobó una subvención al IAC para formación continua de 66.794,20 €. Se gestionó el Plan de Formación 2009 del cual quedaron sin realizar 4 cursos, que no fue posible impartir debido a diversas causas.

Las acciones excluidas del Plan de Formación INAP tuvieron prioridad en su realización con fondos propios del IAC para la Formación Continua. Asimismo los cursos no realizados en 2009, adquieren prioridad en su programación para el ejercicio 2010, bien subvencionados por el INAP o con los mencionados fondos del IAC.

En 2009 se impartieron los siguientes cursos:

- Oracle Fusion Middleware 11g: Build Applications with ADF
- Systems Engineering for Technology-Based Projects & Product Developments
- Mac OS X Support Essentials v10.5
- Excel Avanzado II (2 ediciones)
- Oracle Fusion Middleware 11g: Build Java EE Applications - LVC
- Gestión de Proyectos
- Estatuto del Empleado Público
- La Ley de Extranjería para estudiantes e investigadores
- ALTIUM DESIGNER Winter 09
- Homologación de soldadores
- ProEngineer Wildfire 4 avanzado
- Mathcad 14.0
- Instalaciones eléctricas de Baja Tensión (online)
- Prevención de riesgos laborales (nivel básico)
- Curso de primeros auxilios avanzado.
- Conducción en condiciones peligrosas
- Prevención y extinción de incendios.

Los miembros de la *Comisión Paritaria de Formación Continua* son: M. Ávila, J.M. Ramos y A. Ruigómez (CD); C. Alvarez y F. Tenegi (CE).

MEMORIA
IAC 2009

331

ACCIÓN SOCIAL

Se continuó el Plan de Acción Social 2009.

El presupuesto para Ayudas del Plan de Acción Social para 2009 fue de 80.000 €, con el siguiente desglose:

- Ayuda guardería/ciclo infantil (de 0 a 3 años) - 12.000 €
- Ayuda material escolar (de 3 años a COU/FP) - 20.000 €
- Ayuda dentista y tratamientos bucodentales - 25.000 €
- Ayuda óptica - 16.400 €
- Ayuda calzado ortopédico y audífonos - 2.500 €
- Ayuda para estudios: matrícula universitaria y formación profesional - 2.000 €
- Ayuda por jubilación al personal del IAC - 300 €
- Ayuda para cuidado mayores de 70 años y minusválidas – 1.800 €
- Seguro de accidentes, préstamos y anticipos

Los miembros de la *Comisión Paritaria de Acción Social* son: S. Delgado, A. Lamata y J. Licandro (CD); C. Morell, L. Pérez e I. Plasencia (CE).

PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Durante 2009, se ha realizado las siguientes actividades en materia de Prevención de Riesgos Laborales:

Organización e integración de la prevención

Integración

Tras la inclusión en la OEP 2008 y creación posterior del puesto de trabajo por la CECIR a mediados de 2008, en octubre de 2009, tras el correspondiente proceso selectivo, es contratada como personal laboral fijo, Dña. Miriam Rosa Galván González, Titulada Superior en PRL, como técnica de PRL del IAC (empleada pública designada).

Como paso inmediato se procede a la estructuración de la PRL en el IAC, adoptándose dos medidas importantes:

- Creación y aprobación de la Unidad de Prevención del IAC (CD 06/11/2009), dependiente de Recursos Humanos.
- Creación y aprobación del equipo técnico de PRL.

Objeto: El Plan de Prevención de Riesgos Laborales del IAC y su declaración política del IAC establece en su inicio establece que *“La Dirección del Instituto de Astrofísica de Canarias, consciente de que el apartado 2 del artículo 14 de la ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales obliga al IAC a garantizar la seguridad y la salud de los empleados a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo y de terceras personas que puedan permanecer en sus instalaciones. Por otra parte, el artículo 14 de la precitada Ley obliga a integrar la prevención de riesgos laborales en el sistema general de gestión del IAC, tanto en el conjunto de sus actividades como en todos los niveles jerárquicos del mismo, a través de la implantación y aplicación de un plan de prevención de riesgos laborales”.*

El objeto, por tanto, es la integración de la prevención de riesgos laborales en el sistema general de gestión del IAC, tanto en el conjunto de sus actividades como en todos los niveles jerárquicos del mismo, a través de la implantación y aplicación del plan y sistema de gestión de prevención de riesgos laborales.

Integrantes: Conforme a lo previsto en el “Procedimiento de Funciones y Responsabilidades en PRL” del IAC, el Equipo Técnico en PRL, estará integrado por los Responsables Operativos y Técnicos como encargados de impulsar, coordinar y controlar el sistema de gestión de la prevención y en su área de influencia/responsabilidad, la asunción y ejecución de las acciones preventivas que se determinen en los procedimientos para alcanzar los objetivos y metas fijados: Jefe de Producción, Responsable de Gestión Económica y Presupuestaria, Responsable de Recursos Humanos, Gerentes, Administradores de los Observatorios, Jefes de Departamento, el Responsable del Servicio Informáticos Comunes. Además formará parte el Jefe de las Instalaciones Telescópicas y la Titulada Superior de PRL.

Funciones y responsabilidades. Tratarán de los siguientes asuntos:

- Inversiones en PRL.
- Propuestas y seguimientos de la planificación y de objetivos.
- Puesta en común y análisis de accidentes e incidentes y medidas correctivas adoptadas e implantadas.
- Seguimiento y comprobación de la eficiencia de las medidas correctoras y preventivas adoptadas.
- Medidas adoptadas e implantadas derivadas de auditorías, tanto externas como internas e inspecciones externas.
- Propuesta de nuevos proyectos en PRL.
- Colaboración y participación con la unidad de prevención para la elaboración de la Propuesta anual del programa de PRL.
- Puesta en común y análisis de la evolución estadística de la accidentabilidad.
- Propuestas al Comité de Seguridad y Salud.
- Seguimiento de la ejecución de las evaluaciones de riesgos y puesta en común de las medidas preventivas y correctoras.
- Informes sobre resultados de mediciones de condiciones higiénicas, auditorías e inspecciones.
- Actividades preventivas a realizar como: Formación, Plan de Emergencia, inspecciones, observaciones de seguridad, adaptaciones de los puestos de trabajo, etc.
- Temas varios relacionados con la PRL y propuestos por los miembros.

Esas dos acciones conllevaron la modificación, adaptación y actualización del documento del sistema de gestión de PRL "PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES DEL IAC", así como el de "FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES EN PRL EN EL IAC" el cual ya contemplaba "TRABAJADOR DESIGNADO" ambos de noviembre de 2004 actualmente en borrador, pendiente de aprobación.

Se mantuvieron diversas reuniones con el Área de Instrumentación, con el Servicio de Prevención Ajeno en relación al mercado CE en la fabricación de instrumentación científica para los telescopios, a fin de ser tenido en cuenta en el desarrollo de los proyectos instrumentales desde su fase de diseño.

Gestión del cambio

De la revisión de puestos e instalaciones y sus modificaciones se realizan las correspondientes ER y/o notas de prevención por parte del SPA. Destacar en 2009 visitas a DIMM, DIMM-A, MASS-DIMM, WEB, QUIJOTE, EARTHSHINE, GONG, IAC-80, TCS, CALP, ORM, OT.

Inicio de la revisión de las evaluaciones de todos los puestos con el nuevo programa del SPA que incluye, entre otras novedades, preguntas específicas sobre riesgos psicosociales.

Comunicación

Se crea la lista de correo electrónico: uprl@iac.es, para que cualquier trabajador pueda contactar con la Unidad de Prevención de Riesgos Laborales.

Se crea la página interna de la Unidad de Prevención de Riesgos Laborales.

Se crea una hoja de cálculo para el seguimiento de las acciones y actuaciones derivadas de las evaluaciones de riesgos y notas de prevención, así como el mantenimiento de los datos relativos a seguridad y salud del personal

Consulta y participación

Consulta y participación

Durante el año 2009 se han realizado 6 reuniones del Comité de Seguridad y Salud, se han aprobado las actas de 5 reuniones de las seis habidas a lo largo del año quedando una pendiente de aprobación en la próxima reunión. Se procede a la designación de nuevos cargos en el mismo tal como manda el reglamento interno. Se ha incorporado a este Comité como asistente, con voz pero sin voto, la Técnico de PRL.

La subcomisión creada en 2008 para la elaboración del Protocolo de acoso ha estado trabajando durante el año 2009 en la realización de este protocolo y a finales de

este mismo año, se pasa a comentarios por ambas partes del comité de seguridad y salud.

La subcomisión creada en 2008 para la elaboración del procedimiento de vehículos entrega sus resultados y se aprueban en CSS de 6 de febrero de 2009.

Evaluación y planificación

Estrategia de evaluación

Se llevan a cabo a lo largo de todo el año algunas de las revisiones de las Evaluaciones de Riesgo, así como de algunas instalaciones usuarias. Se han recibido del SPA 11 ER y 4 notas de prevención.

Asimismo se ha incorporado en esta revisión de puestos, una evaluación de Riesgos psicosociales.

Planificación

Por parte del SPA se entrega la programación de las actividades anuales.

A finales de año se crea un documento para el control de las medidas preventivas y correctoras con el fin de priorizar, agilizar y supervisar estas acciones. Este documento será la herramienta básica de trabajo del equipo técnico de PRL.

Formación e información

Información y formación

A lo largo del año se dieron los siguientes cursos y charlas y con el número de asistentes:

- 334 - PRL básico: 29
- Divulgación Plan de Emergencia Sede Central: 149
- Espacios confinados: 3
- Gestión de emergencias: 13
- Charla Gripe A: 69
- Jornada intervención en emergencias: 8

- Manejo Ranger N2: 33
- Manipulación gases: 3
- Plan de emergencia. Criterios de actuación: 7
- Plataformas elevadoras: 7
- PRL manejo de maquinaria: 1
- Primeros auxilios: 4
- PVD+ manipulación de cargas: 109
- Riesgos psicosociales: 128
- Seguridad vial: 57
- Seguridad en operaciones de mantenimiento: 1
- Conducción 4x4: 1
- Trabajo nocturno, turno y alta montaña: 41
- Trabajos en altura: 8
- Riesgos y medidas preventivas en el puesto de soldador
- Riesgos y medidas preventivas en trabajos eléctricos
- Riesgos y medidas preventivas operadores de carretillas elevadoras
- Riesgos y medidas preventivas operadores de puente grúa

Medidas de emergencia e investigación de daños a la salud

Medidas de emergencia

Se actualizan los planes de emergencia existentes y se aprueba uno nuevo relativo al CALP.

Se realizan simulacros de emergencia en el CALP y la Residencia del ORM, con resultados satisfactorios, y se evalúa el resultado a la finalización de los mismos en reuniones de mandos, técnicos de prevención (ajeno e interno), delegados de prevención y observadores de la que se derivan actuaciones de mejora a corto y medio plazo.

Investigación de daños a la salud

Se llevan a cabo las investigaciones de los accidentes ocurridos en el periodo. 2 vuelcos y dos torceduras.

Vigilancia de la salud

Vigilancia de la salud

Número	Tipo de reconocimiento
87	Periódico
8	Inicial
2	Retorno al trabajo
1	Embarazadas
1	T.E.S.

Los miembros del *Comité de Seguridad y Salud* son: J. Calvo, I. Fernández, L. Manadé, C. Martín Galán y G. Pescador (CD); A. Bacallado, I. Corona, J.J. González, S. López González-Coviella y L. Pérez (CE).

IGUALDAD

En 2009, se aprobó el autodiagnóstico de Igualdad, con las propuestas de mejora para incluir en el futuro Plan de Igualdad. El mismo fue presentado en diferentes sesiones al personal del IAC. En todas las sesiones se procedió a la lectura de la Política para la Igualdad efectiva entre hombres y mujeres suscrita por la Dirección y el Comité de Empresa.

En el último trimestre del año tuvo lugar la primera sesión formativa de igualdad, la cual se impartió en el Museo de la Ciencia y el Cosmos. Fue impartida por María Pilar Matud, profesora del Departamento de Psicología de la Universidad de La Laguna: "Sensibilización al tema de la igualdad de género".

Los miembros del *Comisión Paritaria de Igualdad* son: M. Gómez y A. Ruigómez (CD); I. Montilla y E. Zatón (CE).

CONCIERTO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN PARA LA FORMACIÓN EN CENTROS DE TRABAJO

Durante el 2009 se firmaron conciertos específicos para la formación en centros de trabajo, que permitieron que cinco estudiantes realizaran su periodo de prácticas en el IAC.

Se incorporaron al Taller de Mecánica:

- L.C. Ruiz Karthaus, del IES Oscar Domínguez.
- J.J. Pacheco Rodríguez, del IES Virgen de Candelaria.
- V. de Leon González, del IES Oscar Domínguez.

Se incorporó al Taller de Electrónica:

- J. Rios Pacheco, del IES Telesforo Bravo

Se incorporó al Servicio Informáticos Específico (SIE) del Área de Instrumentación:

- D. García Asencio, del IES César Manrique.

Las experiencias, al igual que en años anteriores han sido muy positivas.

PERSONAL

El personal del IAC refleja la estructura consorcial del Instituto. Para especificar su procedencia, junto a cada una de las personas figuran unas referencias, cuya clave puede encontrarse al final de este apartado.

DIRECCIÓN

Director

* Francisco Sánchez Martínez (ULL)

Secretaría

M. Mónica Gutiérrez Hernández (CL)

M. Nieves Viloslada Dionis (CL)

Robert Campbell Warden (CL)

GABINETE DE DIRECCIÓN

Jefe del Gabinete

Luis A. Martínez Sáez (CL)

Secretaría

Ana M. Quevedo González (CL)

Jefa de Ediciones

Carmen del Puerto Varela (CL)

Soporte

Concepción Anguita Fontecha (CL)

Inés Bonet Márquez (CL)

Laura Calero Hernández (CL)

Alfred Rosenberg González (CL)

SUBDIRECCIÓN

Subdirector

* Carlos Martínez Roger (PO)

RECURSOS HUMANOS

Responsable

Alfonso Ruigómez Momeñe (CL)

Gestión Administrativa

Carmen García de Sola Moyano (CL)

Unidad de Prevención de Riesgos Laborales

Rosa Miriam Galván González (CL)

Luis Manadé Borges (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)

Ingenieros

Sebastián Jiménez Reyes (CLT)
Montserrat Regas Casanovas (CLT)
Anselmo C. Sosa Méndez (CL)

SERVICIOS INFORMÁTICOS COMUNES (SIC)

Jefe

* Antonio Jiménez Mancebo (PO)

Responsable técnico

Carlos A. Martín Galán (CL)

Secretaría

M. Adela Rivas Fortuna (CL)

GRUPO DE SISTEMAS Y COMUNICACIÓN (GSC)

Ingenieros

Antonio J. Díaz China (CL)

Jorge Goya Pérez (CL)

Justo Luna López (CL)

Francisco Orta Soler (CL)

Diego M. Sierra González (CL)

Estrella Zátón Martín (CL)

GRUPO DE DESARROLLO Y WEB (GDW)

Ingenieros

Susana Delgado Marante (CL)

Ricardo Díaz Campos (CL)

Carlos Westendorp Plaza (CL)

Técnico

Manuel Ramos Aguilar (CL)

GRUPO DE OPERACIONES Y CENTRO DE ATENCIÓN AL USUARIO (GOP + CAU)

Técnicos

Irene Corona Hernández (CL)

Aurelio A. Gutiérrez Padrón (CL)

Joaquín Gutiérrez Rodríguez (CL)

Francisco J. López Molina (CL)

Juan Javier Rodríguez Expósito (CLT)

Víctor Plasencia Darías (CL)

Isabel M. Plasencia García (CL)

ÁREA DE INVESTIGACIÓN

Coordinador

* Arturo Manchado Torres (CSIC)

Gerente

Irene Fernández Fuarrós (CL)

Secretaría

Judith de Araoz Vigil (CL)
Eva Patricia Bejarano Padrón (CL)
Tatiana Cecilia Karthaus Londo (CL)

SERVICIOS INFORMÁTICOS ESPECÍFICOS (SIE)

Jefe

Nicola Caon (CLT)

Soporte

Ángel M. de Vicente Garrido (CLT) Jorge Andrés Pérez Prieto (CLT)

OPERACIONES TELESCÓPICAS

Jefe

Alejandro Oscoz Abad (CL)

Astrónomo de Soporte

Rafael D. Barrena Delgado (CLT) Cristina Zurita Espinosa (CLT)
M. Pilar Montañez Rodríguez (CLT)

Observadores

Luis Miguel Chinarro Fuentes (CL) Antonio Pimienta de la Rosa (CL)
Santiago López González-Coviella (CL)

Operadores

Noelia de Armas Gutiérrez (CLT) Juan Ernesto Ribot Hernández (CLT)
Esteban Curras Rivera (CLT) Sergio Rodríguez Llano (CLT)
Miguel Chioare Díaz Martín (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) José Rojas Peña (CLT)
Julio Castro Almazán (CLT) Antonia M. Varela Pérez (CL)

MEMORIA
IAC 2009

PERSONAL INVESTIGADOR

Astrofísicos

- | | |
|---|---------------------------------------|
| * José Antonio Acosta Pulido (V) | * Carlos Lázaro Hernando (ULL) |
| * Carlos Allende Prieto (PO) | * Antonio Mampaso Recio (PO) |
| * Antonio Aparicio Juan (ULL) | * Valentín Martínez Pillet (PO) |
| * M. Jesús Arévalo Morales (ULL) | * Evencio Mediavilla Gradolph (ULL) |
| * John E. Beckman (CSIC) | * Fernando Moreno Insertis (ULL) |
| * Juan A. Belmonte Avilés (PO) | * Casiana Muñoz-Tuñón (PO) |
| * Juan E. Betancort Rijo (ULL) | * Pere Lluís Pallé Manzano (PO) |
| * José Antonio Bonet Navarro (PO) | * Ismael Pérez Fournon (ULL) |
| * Jorge Casares Velázquez (PO) | * Fernando Pérez Hernández (ULL) |
| * Jordi Cepa Nogué (ULL) | * Almudena Prieto Escudero (PO) |
| * Manuel Collados Vera (ULL) | * Mercedes Prieto Muñoz (ULL) |
| * Romano Corradi (PO) | * Rafael Rebollo López (CSIC) |
| * Hans Deeg (PO) | * Clara Régulo Rodríguez (ULL) |
| * M. Carmen Gallart Gallart (PO) | * Teodoro Roca Cortés (ULL) |
| * Ignacio García de la Rosa (PO) | * José Miguel Rodríguez Espinosa (PO) |
| * Francisco Garzón López (ULL) | * Basilio Ruiz Cobo (ULL) |
| * Jesús González de Buitrago Díaz (ULL) | * Jorge F. Sánchez Almeida (PO) |
| * Ignacio González Martínez-Pais (ULL) | Tariq Shahbaz (PO) |
| * Carlos M. Gutiérrez de la Cruz (PO) | * Héctor Socas Navarro (PO) |
| * Artemio Herrero Davó (ULL) | * Javier Trujillo Bueno (CSIC) |
| * Garik Israelian (PO) | Alejandro Vazdekis Vazdekis (PO) |
| * Jesús Jiménez Fuensalida (PO) | * Manuel Vázquez Abeledo (PO) |
| * Johan Knapen (PO) | |

Becarios y contratados

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| Andrés Asensio Ramos (CLT) | Lucas Labadie (CLT) |
| Christian Beck (CLT) | Patricio Andrés Lagos Lizana (CLT) |
| Ángel M. Bongiovanni Pérez (CLT) | Javier Licandro Goldaracena (CLT) |
| Ricardo Jesús Carrera Jiménez (CLT) | Nicolás Cedric Lodieu (CLT) |
| Nieves Dolores Castro Rodríguez (CLT) | José Alfonso López Aguerra (CLT) |
| Antonio Cava (CLT) | Martín López Corredoira (CLT) |
| Remon Cornelisse (CLT) | Luis López Martín (CLT) |
| Orlaah Creevev (CLT) | Valentina Luridiana (CLT) |
| Carmen de Martino (CLT) | Sampoorna Malali (CLT) |
| Igor Drozdovskiy (CLT) | Rafael Manso Sainz (CLT) |
| Alessandro Ederoclite (CLT) | Antonio Mañín Franch (CLT) |
| Massimiliano Esposito (CLT) | David Martínez Delgado (CLT) |
| Damian Fabbian (CLT) | M. Jesús Martínez González (CLT) |
| Jesús Falcón Barroso (CLT) | Jairo Méndez Abreu (CLT) |
| Bruno Femenía Castilla (CLT) | Matteo Monelli (CLT) |
| Patrizia Ferrero (CLT) | Frank Müller Sánchez (CLT) |
| Jürgen Fliri (CLT) | Monica Orienti (CLT) |
| Juan Font Serra (CLT) | Enric Pallé Baço (CLT) |
| M. Mercedes Franqueira Pérez (CLT) | Ana M. Pérez García (CLT) |
| Miriam García García (CLT) | Jonathan Germain Pochon (CLT) |
| Domingo Aníbal García Hernández (CLT) | Klaus Pushman (CLT) |
| Begoña García Lorenzo (CLT) | Antonio Franco Rappazzo (CLT) |
| Lorenzo García Muñoz (CLT) | Florian Rodler (CLT) |
| Jorge García Rojas (CLT) | José Alberto Rubiño Martín (CLT) |
| Ricardo Tanausú Génova Santos (CLT) | David Raphael Salabert (CLT) |
| Corrado Giammanco (CLT) | Víctor Sánchez Béjar (CLT) |
| Félix Gracia Temich (CLT) | Patricia Sánchez Blázquez (CLT) |
| Peter Laurence Hammersley (CLT) | Miguel Ángel Sánchez Conde (CLT) |
| Angela Hempel (CLT) | Sergio Simón Díaz (CLT) |
| Sebastián Hidalgo Rodríguez (CLT) | Antonio Sollima (CLT) |
| Sergi Hildebrandt Rafels (CLT) | Jiri Stepan (CLT) |
| Susana Iglesias Groth (CLT) | Brandon West Tingley (CLT) |
| Olena Khomenko (CLT) | Ignacio Trujillo Cabrera (CLT) |
| Mina V. Koleva (CLT) | Loffi Yelles Chaouche (CLT) |

Afiliados

Carlos A. Álvarez Iglesias (V)
Marc Ballcels Comas (V)
Antonio Luis Cabrera Lavers (V)
Lucio Crivellari (V)
David García Álvarez (V)
Bettina Gerken (V)
Gabriel Gómez Velarde (V)

José Miguel González Pérez (V)
Daniel Reverte Paya (V)
Pablo Rodríguez Gil (V)
Miquel Santander García (V)
Riccardo Scarpa (V)
Ovidiu Vaduvescu (V)

Colaboradores

Emilio Casuso Romate (V)
Guido Ceppatelli (V)
Antonio Eff-Darwich Peña (V)

Alejandro García Gil (V)
Inés Márquez Rodríguez (V)
José Manuel Rodríguez Ramos (V)

ÁREA DE ENSEÑANZA

Coordinador

* César Esteban López (ULL)

Secretaría

M. Lourdes González Pérez (CL)

ASTROFÍSICOS RESIDENTES

Residentes 2º IAC

Julio A. Carballo Bello (AR)	Tobías Felipe García (AR)
Sebastián Comerón Limbourg (AR)	Inés Flores Cacho (AR)
Jesús M. Corral Santana (AR)	Adal Mesa Delgado (AR)

Residentes 1º IAC

Judith Bakos (AR)	Eduardo Guerras Valera (AR)
Josefa Becerra González (AR)	Christoph Kuckein (AR)
Elisa Delgado Mena (AR)	M. Trinidad Tapia Peral (AR)

Beca 2º IAC

Edgar Samuel Carlín Ramírez (AR)	Mireia Montes Quiles (AR)
Anna Ferré Mateu (AR)	Karla Yulién Peña Ramírez (AR)
Carlos Hugo López Carballo (AR)	José Ramón Sánchez Gallego (AR)

Beca 1º IAC

Manuel Díaz Alfaro (AR)	Agnieszka Rys (AR)
Ana Belén Morales Luis (AR)	M. Esther Sanromá Ramos (AR)
Iván Oteo Gómez (AR)	

Constellations

Manuel Perger (CLT)

UE RocPACS

Andriy Gorobets (CLT)	Felipe Murgas Alcaino (CLT)
Parviainen Hannu (CLT)	

Becarios y colaboradores

David Abreu Rodríguez (V)	Robert Juncosa Serrano (V)
José Manuel Almenara Villa (V)	Maritza Arlene Lara López (V)
Gabriel Bihain (V)	Ingrid Patricia Meschin (V)
Norberto Castro Rodríguez (V)	Noemí Miranda Cáceres (V)
José Luis Cervantes Rodríguez (V)	Manuel Felipe Núñez Díaz (V)
Adriana de Lorenzo Cáceres Rodríguez (V)	Carmen Pilar Padilla Torres (V)
Andrés del Pino Molina (V)	Irene Pintos Castro (V)
Alicia Diago Ortega (V)	Mirjana Povic (V)
Carolina Domínguez Cerdeña (V)	Sebastián Andrés Ramírez Alegría (V)
Rosa M. Domínguez Quintero (V)	Nayra Rodríguez Eugenio (V)
Miriam Fernández Lorenzo (V)	Sara Rueda Saiz (V)
Juan A. Fernández Ontiveros (V)	Carolina Sabín San Julian (V)
Carlos González Fernández (V)	M. Luisa Valdivieso Casas (V)

ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN

Coordinador

* Ramón J. García López (ULL)

Secretaría

M. Natividad García Mena (CL)

Rocío Mesa Martínez (CL)

M. Pilar Rivero López (CLT)

M. Elena Torres Delgado (CL)

INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA

Jefe

Luis Fernando Rodríguez Ramos (CL)

Ingenieros

Ezequiel Ballesteros Ramírez (CL)

Haresh Mangharam Chulani (CL)

José Miguel Delgado Hernández (CL)

José Javier Díaz García (CL)

Fernando Gago Rodríguez (CL)

Roger Hoyland (CL)

Enrique Joven Álvarez (CL)

Yolanda Martín Hernando (CLT)

Miguel Núñez Cagigal (CLT)

Teodora A. Viera Curbelo (CL)

DEPARTAMENTO DE MECÁNICA

Jefe

Vicente Sánchez de la Rosa (CL)

Ingenieros

Patricia Fernández Izquierdo (CLT)

Elvio Hernández Suárez (CL)

Angel Mato Martínez (CLT)

José Peñate Castro (CLT)

Lorenzo Peraza Cano (CL)

Daño Sosa Cabrera (CLT)

Samuel Santana Sschudi (CLT)

Fabio Tenegi Sanginés (CL)

Nauzet Vega Reyes (CLT)

DEPARTAMENTO DE ÓPTICA

Ingenieros

Ariadna Zares Calcines Rosario (CLT)

Ana Belén Fragoso López (CL)

Maidier Insausti Mugica (CLT)

Roberto López López (CL)

Iciar Montilla García (CLT)

Jorge Sánchez-Capuchino Revuelta (CLT)

José Luis Rasilla Piñeiro (CL)

Héctor Vázquez Ramió (CLT)

DEPARTAMENTO DE SOFTWARE

Jefe

Carlos Martín Díaz (CL)

Ingenieros

Marta del C. Aguiar González (CL)

M. Francisca Gómez Reñasco (CL)

Pablo López Ramos (CL)

José Carlos López Ruiz (CL)

José Marco de la Rosa (CLT)

Heidy Moreno Arce (CL)

Esperanza Páez Mañá (CL)

José María Pérez Menor (CLT)

Ruth M. Rodríguez Ramallo (CLT)

Josefina Rosich Minguell (CLT)

Jacinto Javier Vaz Cedillo (CLT)

MEMORIA
IAC 2009

343

PROYECTOS

Jefe

Marcos Reyes García-Talavera (CL)

Gestores

Ángel Alonso Sánchez (CLT) Christine Danielle Grivel-Gelly (CLT)
Manuel Amate Plasencia (CL) José Miguel Herreros Linares (CL)
Carmen M. Barreto Cabrera (CL) Jesús Patrón Recio (CL)
Víctor M. González Escalera (CL) M. del Rosario Pérez de Taoro (CLT)

PRODUCCIÓN

Jefe

Juan Calvo Tovar (CL)

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)
Pelayo García Álvarez (CLT)

SERVICIOS INFORMÁTICOS ESPECÍFICOS (SIE)

Héctor D. Rodríguez Rodríguez (CL)

TALLER DE ELECTRÓNICA

Técnicos

Roberto Barreto Rodríguez (CL) Ángel L. Morales Ayllón (CL)
Agustín R. Casanova Suárez (CL) José Ramón Olives Mora (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) Iriome Gutiérrez Galván (CLT)
Higinio Gabino Pérez (CL) Cristóbal Morell Delgado (CL)
Jesús F. García López (CL) Ricardo Negrín Martín (CL)
Esteban González Díaz (CL)

Almacén

León Pérez Jacinto del Castillo (CL)

ADMINISTRACIÓN DE LOS SERVICIOS GENERALES

Administrador

* Rafael Aray de la Rosa (PO)

Secretaría

Diana C. Paredes Martín (CL)

OFICINA TÉCNICA PARA LA PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL CIELO (OTPC)

Jefe

Francisco Javier Díaz Castro (CL)

Técnico

J. Federico de la Paz Gómez (CL)

GERENCIA ADMINISTRATIVA

Gerente

Luisa Margarita Ávila Miranda (CL)

GESTIÓN PRESUPUESTARIA

Jefe Departamento

Dionisio Pérez de la Rosa (CLT)

Ruth Fernández Ribera (CL)

Sonia Fumero de Sande (CL)

A. Delia García Méndez (CL)

Nieves S. García Pérez (CL)

M. José González Díaz (CL)

Yolanda Zamora Expósito (CL)

TESORERÍA

Lydia de Araoz Vigil (CL)

Nieves Fátima Ferraz Gutiérrez (CL)

José M. Rodríguez Acosta (CL)

PERSONAL

L. Olivia Hernández Tadeo (CL)

Ana M. Lamata Martínez (CLT)

M. Belén Rodríguez González (CL)

CONTRATACIÓN ADMINISTRATIVA

Carmen Aloys García Suárez (CL)

COMPRAS

Rosa M. González Gómez (CLT)

DIETAS Y VIAJES

M. del Carmen De Luca López (CL)

**MEMORIA
IAC 2009**

345

GERENCIA OPERACIONAL

Gerente

Germán R. Pescador Rodríguez (CL)

MANTENIMIENTO GENERAL

Jefe

Sergio Medina Morales (CL)

Técnico

Ramón Hernández Mendoza (CL)

Conductores

Cándido Álvarez García (CL)

Juan Manuel Martín Pérez (CL)

DELINEACIÓN GENERAL

* Ramón Castro Carballo (CSIC)

TELEFONISTA/RECEPCIONISTA

M. Eulalia Alsina Casals (CL)

OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)

Administrador

Miquel Serra Ricart (CL)

Gestión Administrativa

F. Javier Cosme Morán (CL)

Operador

Daniel López Prieto (CLT)

Mantenimiento

Ignacio del Rosario Pérez (CL)

M. Angel Ginovés Bethencourt (CL)

Ramón R. Díaz Díaz (CL)

Rafael A. Ramos Medina (CL)

Técnicos en prácticas

Ariel Martín Marrero (CLT)

David V. Prieto Sarri (CLT)

Martín David Luis Fernández (CLT)

OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)

Administrador

Juan Carlos Pérez Arencibia (CL)

Gestión Administrativa

M. Montserrat Alejandre Siscart (CLT)

Nieves Gloria Pérez Pérez (CL)

Ana Luisa Lozano Pérez (CL)

Mantenimiento

Joaquín Arce Costa (CL)

Jesús M. Mendoza González (CL)

Jorge Gmelch Ramos (CL)

Alfredo Pérez Concepción (CL)

Técnicos en prácticas

Ubay Dorta Guerra (CLT)

Aytami Peñate Rodríguez (CLT)

Conductor

José Adelto Hernández Sánchez (CL)

DISTRUBUCIÓN Y PROCEDENCIA DEL PERSONAL DEL IAC

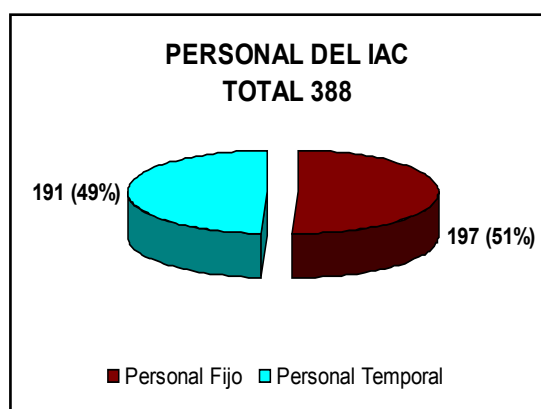
(a 31-12-2009)

	PO	CL	CLT	ULL	CSIC	AR	V	TOTAL
Astrofísicos	24	3	71	20	4		20	142
Técnicos	1	90	43	1	1			136
Administrativos	1	52	4					57
Doctorandos			4			23	26	53
TOTAL	26	145	122	21	5	23	46	388

	PO	ULL	CSIC	OTROS	TOTAL
PERSONAL FUNCIONARIO *	26	21	5	1	53
PERSONAL NO FUNCIONARIO				335	335
TOTAL	27	22	5	340	388

PERSONAL FIJO	197
PERSONAL TEMPORAL	191
TOTAL	388

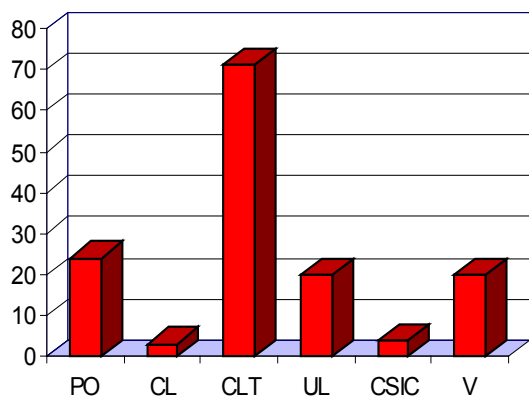
- * = Personal Funcionario
- PO = Plantilla Orgánica del IAC
- CL = Contrato Laboral
- CLT = Contrato Laboral Temporal
- ULL = Universidad de La Laguna
- CSIC = Consejo Superior de Investigaciones Científicas
- AR = Astrofísicos Residentes
- V = Varios (becas, colaboradores, etc.)



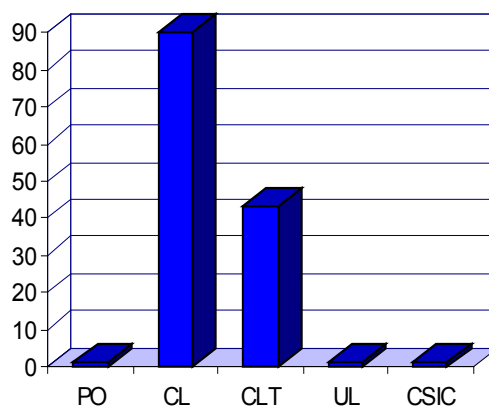
**MEMORIA
IAC 2009**

347

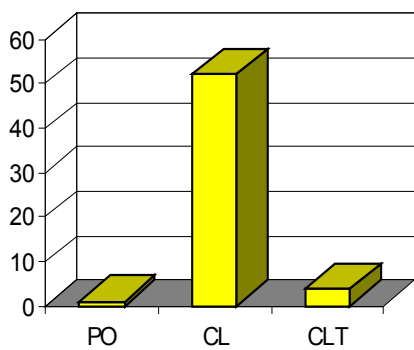
ASTROFÍSICOS



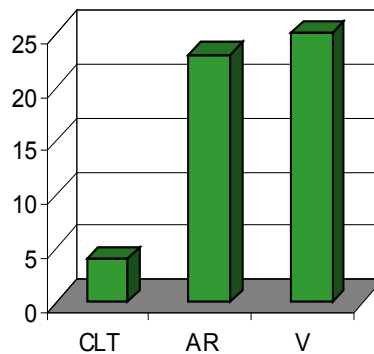
TÉCNICOS



ADMINISTRATIVOS



DOCTORANDOS

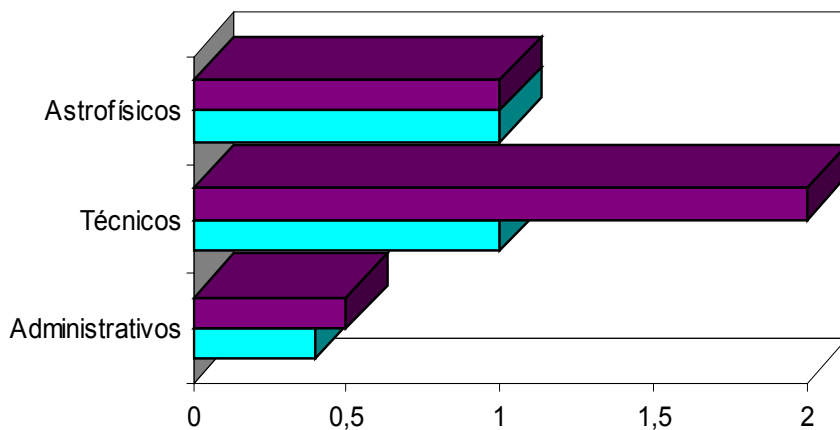


RELACIÓN

Astrofísicos: Técnicos: Administrativos

MEMORIA
2009 IAC

348



■ ideal: 1:2:0,5
■ actual: 1:1:0,4

DIRECCIONES Y TELÉFONOS

INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS (IAC)

C/ Vía Láctea s/n
E-38205 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 (OT) (TENERIFE)

Teléfono: (34) 922-329100
Fax: (34) 922-329117
E-mail: teide@iac.es
Web: <http://www.iac.es/ot>



CENTRO DE ASTROFÍSICA DE LA PALMA (CALP) (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>
Sala de vídeo-conferencias



OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM) (LA PALMA)

Apartado de Correos 303
E-38700 SANTA CRUZ DE LA PALMA
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922-405500
Fax: (34) 922-405501
E-mail: adminorm@iac.es
Web: <http://www.iac.es/orm>
Sala de vídeo-conferencias





INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS

C/Vía Láctea s/n - 38205 La Laguna - (Tenerife) - España - Tfno: (34)922605200 - <http://www.iac.es>