MEMORIA IAC - 2001

Indice general

3 - PRESENTACION
4 - CONSORCIO PUBLICO IAC
6 - OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)
7 - OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)
8 - COMISION PARA LA ASIGNACION DE TIEMPO (CAT)
10 - ACUERDOS
13 - GRAN TELESCOPIO CANARIAS
21 - AREA DE INVESTIGACION
23 - Estructura del Universo y Cosmología
28 - Estructura de las galaxias y su evolución
47 - Estructura de las estrellas y su evolución
55 - Materia Interestelar
61 - El Sol
70 - El Sistema Solar
73 - Optica Atmosférica
76 - Alta resolución espacial
79 - Diseño y construcción de telescopios
82 - Instrumentación óptica
87 - Instrumentación infrarroja
91 - Astrofísica desde el espacio
98 - AREA DE INSTRUMENTACION
99 - Ingeniería
104 - Producción
108 - Acciones de apoyo tecnológico
112 - Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI)
117 - AREA DE ENSEÑANZA
117 - Cursos de doctorado
118 - Seminarios
119 - Coloquios
119 - Becas
121 - XIII Escuela de Invierno: "Cosmoquímica: el crisol de los elementos"
123 - ADMINISTRACION DE SERVICIOS GENERALES
123 - Instituto de Astrofísica
124 - Observatorio del Teide
124 - Observatorio del Roque de los Muchachos
125 - Centro Común de Astrofísica de La Palma
126 - Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo (OTPC)
127 - Ejecución del Presupuesto 2001
128 - GABINETE DE DIRECCION
128 - Ediciones
130 - Web
131 - Comunicación y divulgación
140 - SERVICIOS INFORMATICOS COMUNES (SIC)
141 - BIBLIOTECA
142 - PUBLICACIONES CIENTIFICAS
142 - Artículos en revistas internacionales con árbitros
147 - Artículos de revisión invitados (Invited Reviews)
148 - Comunicaciones a congresos internacionales
153 - Comunicaciones a congresos nacionales
154 - Artículos en revistas internacionales sin árbitros y comunicaciones cortas
154 - Artículos en revistas nacionales
154 - Publicaciones del IAC
155 - Libros
156 - Tesis doctorales
156 - Tesinas
157 - REUNIONES CIENTIFICAS
161 - TIEMPO DE OBSERVACION FUERA DE CANARIAS
162 - DISTINCIONES
164 - VISITANTES
169 - ORGANIZACION Y RECURSOS HUMANOS
172 - PERSONAL
183 - DIRECCIONES Y TELEFONOS

PRESENTACION

Como se refleja en esta Memoria anual, el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) ha continuado durante el año 2001 trabajando en las direcciones que marcan su ley Fundacional, con notable éxito en muchos casos. Pero para que un centro de investigación cumpla su objetivo primordial -la producción de nuevo conocimiento científico- , es preciso mantener permanentemente una actitud crítica. De ahí que, durante bastantes meses, haya reflexionado un grupo estratégico sobre la calidad de la investigación en el IAC, cuyos análisis y recomendaciones serán tenidos en cuenta en la gestión de la política científica del Instituto.

Cabe destacar el reto tecnológico que está suponiendo el diseño, desarrollo y fabricación de instrumentos tan necesarios para la observación astrofísica como LIRIS, OSIRIS y EMIR, así como los proyectos espaciales HERSCHEL y PLANCK. En el marco de este último se ha diseñado en el IAC un innovador conmutador de fase de 180º que tiene importantes aplicaciones en el campo de las telecomunicaciones y que ya cuenta con solicitud de patente nacional e internacional. Debemos felicitarnos también por el espaldarazo a la tecnología desarrollada en el IAC que supone haber establecido, con éxito, desde la OGS del Observatoiro del Teide, el enlace por láser con el satélite de comunicaciones "ARTEMIS".

En este año hemos seguido recibiendo importantes visitas, entre ellas la del Comisario Europeo Philippe Busquin al Instituto y sus Observatorios, como muestra del interés de la Unión Europea en estas instalaciones científicas, que sigue creciendo en socios -Bélgica firmó los Acuerdos Internacionales de Astrofísica- y en telescopios.

Pero no todo son éxitos ni éstos se consiguen sin un gran esfuerzo. El IAC continúa teniendo graves problemas de personal, pues más del 60% del mismo sigue sin tener puesto fijo. Además, el presupuesto aprobado para el año siguiente ha bajado, como consecuencia de haberse roto, de facto, el pacto económico consorcial. En estas condiciones resulta muy difícil la gestión de un centro tan dinámico y tan internacionalizado como es el IAC.

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 Ciencia y Tecnología), la Comunidad Autónoma de Canarias, la Universidad de La Laguna y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

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

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. El Ministerio de Educación y Cultura, por su parte, no sólo contribuye con el mayor porcentaje al presupuesto del Instituto, sino que, además, lo proyecta en la Comunidad Científica nacional e internacional.

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

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

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

El IAC lo integran:

EL INSTITUTO DE ASTROFISICA (La Laguna - Tenerife)
EL OBSERVATORIO DEL TEIDE (Izaña - Tenerife)
EL OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (Garafía - La Palma)

Se estructura en áreas:

Investigación
Instrumentación
Enseñanza
Administración de Servicios Generales

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

En virtud del Real decreto 696/2000, de 12 de mayo, por el que se establece la estructura orgánica básica del nuevo **Ministerio de Ciencia y Tecnología**, el Instituto de Astrofísica de Canarias se relacionará administrativamente con el Departamento a través de la **Secretaría de Estado de Política Científica y Tecnológica**, que asume las competencias en materia de investigación científica y desarrollo tecnológico (que correspondían a la Secretaría de Estado de Educación, Universidades, Investigación y Desarrollo y a la Oficina de Ciencia y Tecnología, así como las atribuidas a la Dirección General de Industria y Tecnología).

Organos Directivos

		Nº Reuniones
CONSEJO RECTOR		**1**
PRESIDENTE	Ministra de Ciencia y Tecnología	
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

		Nº Reuniones
COMISION ASESORA DE INVESTIGACION (CAI)		
COMITE DE DIRECCION (CD)		**36**
	Consejo de Investigadores	**2**
	Comisión de Investigación	**23**
	Comisión de Enseñanza	**14**
	Comité de la Biblioteca	**2**
COMITE CIENTIFICO INTERNACIONAL (CCI)		**2**
SUBCOMITES	Finanzas	**2**
	Operación del Obs. del Roque de los Muchachos	**2**
	Operación del Obs. del Teide	**2**
	Calidad Astronómica del Cielo	
COMISION PARA LA ASIGNACION DE TIEMPO (CAT)		
	Telescopios nocturnos (sala nocturna)	**2**
	Telescopios solares (sala diurna)	**1**

OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)

- Superficie: 50 hectáreas
- Altitud: 2.390 m.
- Situación: Isla de Tenerife (Islas Canarias/España)
- Longitud: 16º30'35" Oeste
- Latitud: 28º18'00" Norte

Diámetro (cm)	INSTRUMENTO	PROPIETARIO	Operativo (año)
30	Telescopio STARE	HAO Boulder (EEUU)	2001
40	Telescopio solar Newton al Vacío (VNT)	Inst. Kiepenheuer-IAC (A-E)	1972
45	Telescopio solar Gregory Coudé (GCT)	Univ. Gotinga (A)	1986
50	Telescopio reflector	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)	1998
100	Telescopio Estación Optica Terrestre (OGS)	IAC-ESA (E-Intern.)	1998
155	Telescopio infrarrojo Carlos Sánchez (TCS)	IAC (E)	1972
	- Radiotelescopios de doble antena:		
	10, 15 y 33 GHz (microondas)	IAC-Univ. Manchester (E-RU)	1984-89-91
	- Interferómetro 33 GHz	IAC-Univ. Manchester (E-RU)	1997
	- Experimento COSMOSOMAS:		
	10 y 15 GHz	IAC (E)	1998
	- Experimento milimétrico TOM	Inst. TESRE Bolonia (IT)	1998
	- Red interferométrica de 14 antenas (VSA)	Univ. Cambridge-Univ. Manchester-IAC (RU-E)	1999
	Laboratorio solar:	IAC (E)	1987
	- Espectrofotómetros por *scattering* resonante:		
	MARK-I	Univ. Birmingham (RU)	1976
	IRIS-T	Univ. Niza (FR)	1989
	ECHO-T	HAO Boulder (EEUU)	1999
	- Fotómetros:		
	TON (CCD)	Univ. Tsing-Hua (Taiwán)	1993
	LOI	ESA-IAC (Intern.-E)	1994
	- Tacómetro de Fourier GONG	NSO (EEUU)	1994

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

SERVICIOS

- 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.
- Alojamientos: Residencia con 24 plazas.
- 6 Vehículos adscritos a las instalaciones telescópicas.
- 4 Vehículos todo-terreno.
- Energía: 3 centros de transformación con 660 KVA y 3 grupos electrógenos con 295 KVA.
- Centro de visitantes: Aforo 43 personas.
- Otras instalaciones: Zona de servicios, Garajes y Cuarto de Máquinas.

OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)

- **Superficie: 189 hectáreas**
- Altitud: 2.396 m.
- Situación: Isla de La Palma (Islas Canarias/España)
- Longitud: 17º52'34" Oeste
- Latitud: 28º45'34" Norte

Diámetro (cm)	INSTRUMENTO	PROPIETARIO	Operativo (año)
18	Telescopio Meridiano de Carlsberg (CMT)	Univ. Copenhague-IOA-ROA (D-RU-E)	1984
20	Monitor de *seeing* (DIMM)	IAC-Univ. Niza (E-FR)	1984
45	Telescopio solar Abierto Holandés (DOT)	NFRA (PB)	1997
100	Refractor solar (VRT) *(ampliación 50-100 cm)*	R. Academia de Ciencias (S)	1982
60	Telescopio óptico	R. Academia de Ciencias (S)	1982
100	Telescopio Jacobus Kapteyn (JKT)	PPARC (RU-PB-P-IR)	1984
120	Telescopio Mercator	Univ. Leuven (B)	2002
200	Telescopio de Liverpool (LJMU)	Univ. John Moore Liverpool (RU)	2003
250	Telescopio Isaac Newton (INT)	PPARC (RU-PB)	1984
256	Telescopio Nórdico (NOT)	Fundación NOT (D-FI-N-S)	1989
350	Telescopio Nacional Galileo (TNG)	INAF (IT)	1998
420	Telescopio William Herschel (WHT)	PPARC (RU-PD)	1907
1.135	Gran Telescopio CANARIAS (GTC)	GRANTECAN (E-EEUU-M)	2004
1.700	Observatorio de rayos cósmicos MAGIC	Colaboración MAGIC (A-E)	2002
	Observatorio de rayos cósmicos HEGRA	Univ. Kiel (A) Inst. Max-Planck Munich (A) Inst. Max-Planck Heidelberg (A) Univ. Wuppertal (A) Univ. Hamburgo (A) Univ. Complutense de Madrid (E) Inst. Física Yerevan (AR)	1988

A= Alemania; AR= Armenia B= Bélgica; D= Dinamarca; E= España;
EEUU= Estados Unidos; FI= Finlandia; FR=Francia; IR= Irlanda; IT= Italia;
M= México; N= Noruega; PB= Países Bajos; P= Portugal; RU= Reino Unido; S= Suecia

SERVICIOS

- 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 Mbits de velocidad.
- Alojamientos: Residencia con 29 habitaciones (24 individuales y 5 dobles); Anexo con 30 habitaciones (9 individuales y 21 dobles).
- 3 Vehículos todo-terreno y 1 turismo.
- 1 Camión (quitanieve y contraincendios).
- 1 Vehículo ambulancia.
- 4 Helipuertos.
- 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.

COMISION PARA LA ASIGNACION DE TIEMPO (CAT)

en los Observatorios del IAC

Entre los objetivos del IAC figura "promover la investigación astrofísica". 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), de la que van formando parte toda la comunidad astrofísica española. Las normas sobre su composición y funcionamiento son fijadas por el Consejo Rector del IAC. 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.

El CAT en la sala nocturna, para los telescopios nocturnos, se reunió en dos ocasiones: los días 21, 22 y 23 de mayo y los días 19, 20 y 21 de noviembre. Asistieron a las reuniones:

21, 22 y 23 de mayo	**19, 20 y 21 de noviembre**
- *Evencio Mediavilla*, del IAC, como Presidente. - *Félix Mirabel*, del Centre d´Estudes de Saclay (Francia), propuesto por el Comité Científico Internacional. - *Jesús Martín-Pintado*, del Obs. Astronómico Nacional (Madrid). - *Jesús Gallego,* de la Univ. Complutense de Madrid. - *Ramón Canal*, de la Univ. de Barcelona. - *Rafael Rebolo*, del IAC.	- *Evencio Mediavilla*, del IAC, como Presidente. - *Félix Mirabel,* del Centre d´Etudes de Saclay (Francia), propuesto por el Comité Científico Internacional. - *José I. González Serrano*, de la Univ.de Cantabria. - *Jesús Martín-Pintado,* del Obs. Astronómico Nacional (Madrid). - *Ramón Canal*, de la Univ. de Barcelona. - *Marc Balcells,* del IAC.

El CAT, en su sala diurna distribuyó el tiempo de observación de los telescopios solares en su reunión del 14 de febrero. Asistieron a la reunión:

- *José Antonio Bonet*, del IAC, como Presidente.
- *Pere Lluis Pallé*, del IAC.
- *José Luis Ballester*, de la Univ. de Palma de Mallorca.

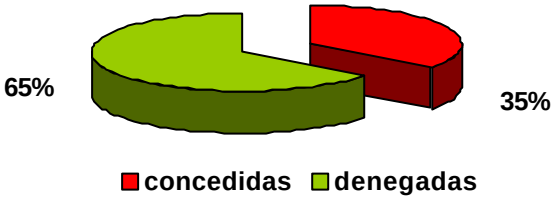
NOTA: Las resoluciones del CAT, con las propuestas seleccionadas, aparecen detallados en la siguiente direcciones electrónicas:

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

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

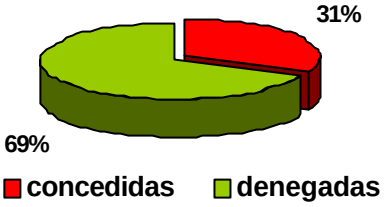
FACTORES DE SOBREPETICION
PARA EL TIEMPO ESPAÑOL
EN LOS TELESCOPIOS NOCTURNOS
DEL OT Y ORM

165 noches solicitadas en el telescopio WHT (ORM)



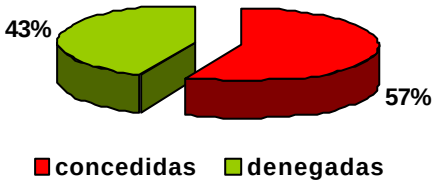
Factor de sobrepetición: 2,8 (280%)

201 noches solicitadas en el telescopio INT (ORM)



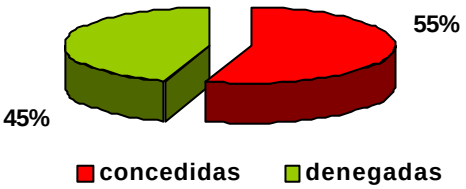
Factor de sobrepetición: 3,2 (320%)

95,5 noches solicitadas en el telescopio NOT (ORM)



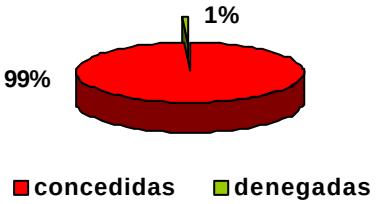
Factor de sobrepetición 1,8 (180 %)

107,5 noches solicitadas en el telescopio JKT (ORM)



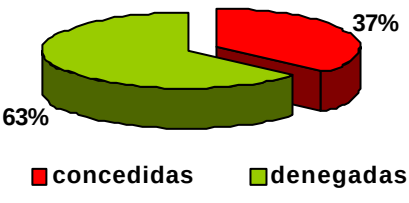
Factor de sobrepetición 1,8 (180%)

365 noches solicitadas en el telescopio TCS (OT)



Factor de sobrepetición 1 (100%)

138,5 noches solicitadas en el telescopio TNG (OT)



Factor de sobrepetición 2,7 (270%)

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

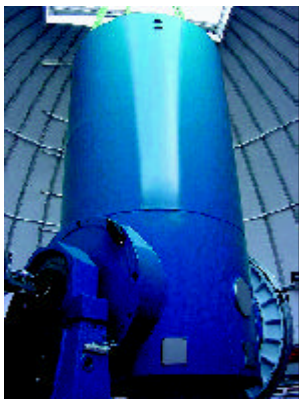
ACUERDOS

BELGICA SE ADHIERE A LOS ACUERDOS INTERNACIONALES EN MATERIA DE ASTROFISICA

En un acto que tuvo lugar el día 14 de febrero, en el Ministerio de Asuntos Exteriores, en Madrid, Bélgica se adhirió formalmente a los Acuerdos Internacionales en materia de Astrofísica, condición necesaria para poder instalar telescopios en los Observatorios del IAC. Este país ya contaba con un telescopio en los observatorios canarios: el telescopio Mons, de 50 cm de diámetro, propiedad de la Universidad de Mons e instalado en el OT en 1972. Hoy se dedica a trabajos fotográficos y de fotometría de estrellas variables, además de ser utilizado por los estudiantes de Astrofísica de la Universidad de La Laguna para realizar sus prácticas.

Representantes belgas y españoles en la firma del acuerdo de adhesión de Bélgica.

Más recientemente, se ha instalado y ya ha entrado en funcionamiento en el ORM (La Palma) el telescopio MERCATOR, de 1,2 m, perteneciente a la Universidad Católica de Lovaina. Este telescopio, que tuvo su primera luz el día 16 de enero de 2001, se destinará principalmente a proyectos que requieran observaciones prolongadas, como astrosismología, o flexibilidad para observar sucesos repentinos, como explosiones de supernovas o erupciones de rayos gamma o rayos X.



Telescopio Mercator, intalado en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma)

RENOVACION DEL ACUERDO CON EARA

El IAC firmó la renovación del acuerdo por el que se adhería a la Asociación Europea para la Investigación en Astronomía (E*uropean Association for Research in Astronomy, EARA*), que se formó para fomentar y facilitar la colaboración en investigación astrofísica entre importantes centros de astronomía europea. EARA está formada por el Instituto de Astronomía de Cambridge (Reino Unido), el Instituto de Astrofísica de París (Francia), el Observatorio de Leiden (Países Bajos) y el Instituto Max-Planck de Ciencias Extraterrestres de Garching (Alemania).

El acuerdo promueve el intercambio de investigadores, las visitas de estudiantes y profesores de sus centros, la realización de tesis doctorales en diversos centros y la celebración de reuniones científicas. Estas reuniones, los *EARA Workshops*, crean un entorno especialmente pensado para que los doctorandos y postdocs debatan sobre los temas en los que investigan, siendo con frecuencia cauce para establecer colaboraciones y proyectos conjuntos.

ACUERDO DE COLABORACION PARA LA CREACION DEL GRUPO EUROPEO DE INVESTIGACION (GDRE)

El IAC ha firmado con el Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), la Universidad de Cambridge, la Universidad de Leiden y la Sociedad Max-Planck para el Fomento de las Ciencias, un acuerdo de colaboración para la creación del GDRE (Grupo Europeo de Investigación), con el fin de promover la colaboración en investigación en todas aquellas áreas que sean de interés para las cinco instituciones miembros del grupo.

ACUERDO PARA LA PARTICIPACION EN EL CONSORCIO PACS

Acuerdo para participar en la construcción y operación del PACS *(Photodetector Array Camera and Spectrometer),* instrumento que formará parte del Herschel Space Observatory (HSO) de la Agencia Europea del Espacio. El IAC se suma así al grupo de 14 instituciones de 6 países europeos que ya formaban parte de este Consorcio.

ACUERDO CON LA UNIVERSIDAD DE LUND

Acuerdo de cooperación con la Universidad de Lund (Suecia) para el diseño de un super gran telescopio de 50 m, denominado "Euro-50". El Departamento de Física y el Instituto de Investigación Larmor de la Universidad Nacional de Irlanda en Galway y el Departamento de Astronomía de la Universidad de Turku (Finlandia) se han sumado a esta colaboración formando "Euro-50 Board". Estas instituciones han decidido combinar sus experiencias y esfuerzos para diseñar y construir un telescopio óptico e infrarrojo de 50 m, que podría estar operativo en 2011, si se consiguen los apoyos necesarios.

RENOVACION DEL ACUERDO DE COOPERACION CON IBERIA

El Director del IAC, Francisco Sánchez, y el Gerente Comercial de la Compañía IBERIA para Canarias Occidental, Manuel Hernández Sigut, acompañado de la Jefa de la Unidad de Ventas Directas de dicha empresa, María Rosa García Domínguez, firmaron, el pasado 30 de abril, la renovación del acuerdo por el cual Iberia concede al IAC descuentos del 40% sobre tarifas completas y del 20% sobre tarifas promocionales publicadas hasta un importe de 10 millones de pesetas, así como facilidades especiales para congresos que organice el Instituto.

Por su parte, el IAC se compromete a promocionar la compañía Iberia en sus diferentes boletines y publicaciones, figurando Iberia como patrocinador y transportista oficial de los congresos o reuniones científicas que se celebren organizados por el IAC durante la vigencia del acuerdo.

ACUERDO CON LA UNIVERSIDAD DE SAINT ANDREWS (USTAN)

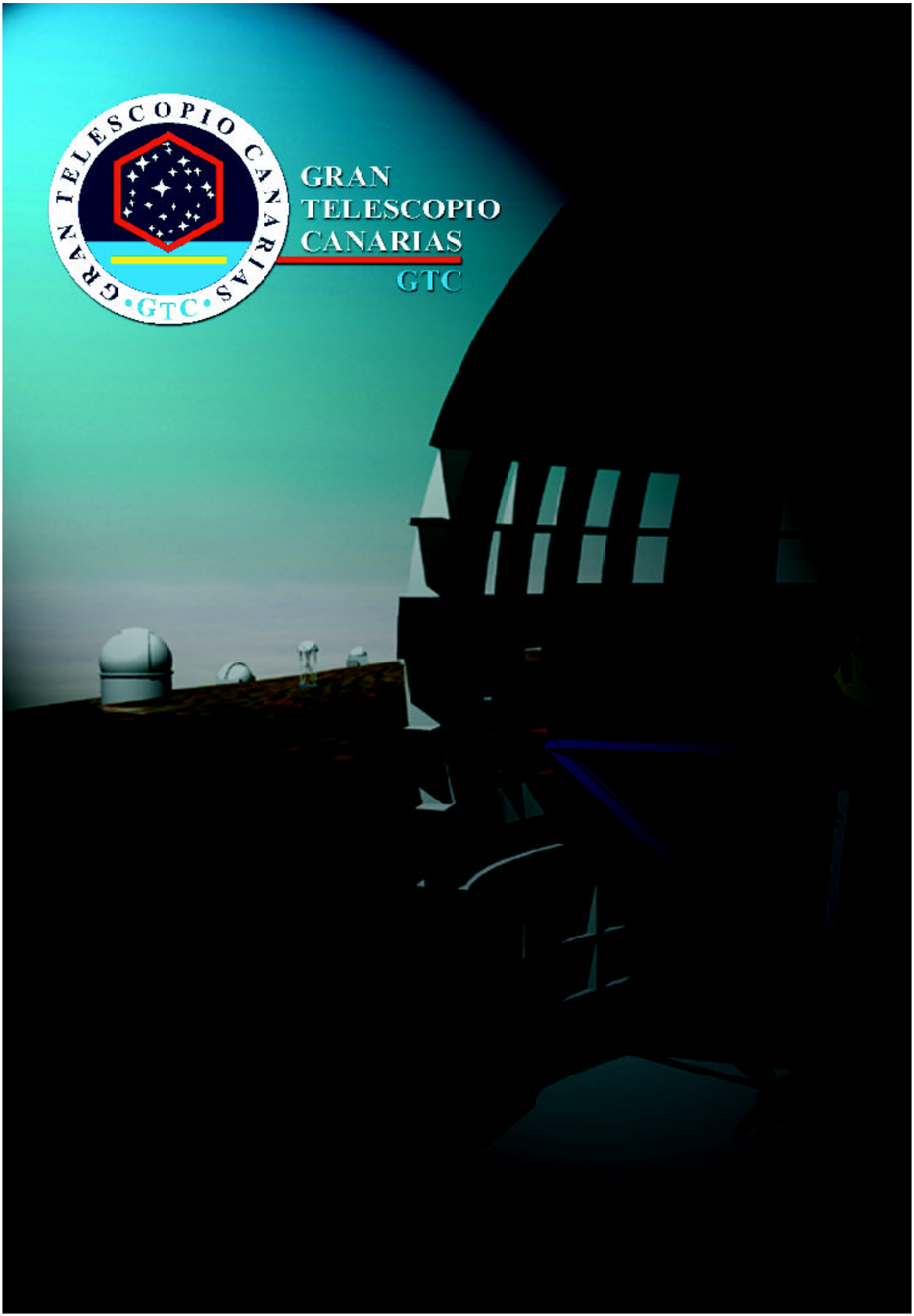
Acuerdo con la Universidad de Saint Andrews (USTAN), del Reino Unido, para entrar a formar parte de la red de formación de investigadores denominada "Plasma Astrophysics: Theory, Observations and Numerics of Heating Flares and Winds", en el marco del programa de formación "Improving the Human Research Potential and the Socio-Economic Knowledge Base".

CONCIERTOS ESPECIFICOS DE COLABORACION PARA LA REALIZACION DE PRACTICAS PROFESIONALES DOCENTES EN ALTERNANCIA

Se cumple el octavo año consecutivo de la serie de Conciertos Específicos de Colaboración que el IAC ha suscrito con la Dirección General de Ordenación e Innovación Educativa de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias.

En virtud de estos conciertos, el Instituto acogió este año a tres alumnos para su formación en el IAC como centro de trabajo.

Francisco Sánchez, Director del IAC, y Manuel Hernández Sigut, Gerente Comercial de IBERIA para Canarias Occidental.


GRAN TELESCOPIO CANARIAS
GTC
GRAN TELESCOPIO CANARIAS
GTC

Presentación en Madrid del Gran Telescopio CANARIAS

Con objeto de que la sociedad española conociera mejor el Proyecto GRAN TELESCOPIO CANARIAS (GTC) -el primer proyecto de "gran ciencia" liderado por España-, el Ministerio de Ciencia y Tecnología y el Gobierno de Canarias, partícipes de la sociedad GRANTECAN, empresa pública que construye este telescopio, presidieron conjuntamente un Acto de Presentación en Madrid de este proyecto. Esta presentación tuvo lugar el 19 de abril, en el Salón de Actos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), organizado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).

Presentación del proyecto GTC en el Salón de Actos del CSIC, presidida por la Ministra de Ciencia y Tecnología, Anna Birulés, el Presidente del Gobierno Autónomo de Canarias, Román Rodríguez, el Seceretario de Estado de Política Científica y Tecnológica, Ramon Marimon, el Presidente del CSIC, Rolf Tarrach, y el Director del IAC, Francisco Sánchez.

EL GRAN TELESCOPIO CANARIAS EN EL "PUNTO DE MIRA"

También la Astrofísica avanza gracias al pasado. Es una ciencia que estudia el origen del cosmos indagando en aquello que, distante en el tiempo y el espacio, llega a nosotros y nos desvela la historia, por ejemplo, del nacimiento de una estrella, de una galaxia o, incluso, del propio Universo. Esta es la meta del proyecto "Gran Telescopio CANARIAS" (GTC), a cuya presentación en sociedad, desarrollada el 19 de abril, asistieron más de 500 invitados. Promovido por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), este telescopio, que verá su primera luz en el año 2003, será por sus prestaciones uno de los más avanzados del mundo. Su espejo primario segmentado, de 10,4 metros de diámetro, permitirá dar un gran paso en el estudio del Universo.

Desarrollado en el Salón de Actos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), en Madrid, y presidido por la Ministra de Ciencia y Tecnología, **Anna M. Birulés i Bertran,** el Acto de Presentación del GTC fue convocado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y el Gobierno Autónomo de Canarias -ambos socios de la empresa pública GRANTECAN, que construye el telescopio- y organizado por el IAC.

La finalidad de este acto fue la de acercar a la sociedad española el primer proyecto de "gran ciencia" liderado por España. Con este fin se desarrollaron dos sesiones, el propio acto de presentación por la tarde y, previamente –en la mañana del mismo día 19-, una rueda de prensa para facilitar a los medios de comunicación la documentación necesaria y, posteriormente, atender las preguntas de los periodistas. En este encuentro estuvieron presentes **Ramon Marimon i Suñol**, Secretario de Estado de Política Científica y Tecnológica y Presidente del Consejo de Administración de la empresa pública GRANTECAN; **Urbano Medina Hernández**, Director General de Universidades e Investigación del Gobierno de Canarias; **Francisco Sánchez Martínez**, Director General del IAC; **Pedro Álvarez Martín**, Director General de GRANTECAN; **Vicente Gómez Domínguez**, Director General del Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) y **José Miguel Rodríguez Espinosa**, Director Científico del GTC.

En la rueda de prensa, **Ramon Marimon** señaló que estamos ante "una iniciativa emblemática que va a marcar el antes y el después de la investigación científica y tecnológica en España". Una afirmación que subrayó **Francisco Sánchez** al incidir en que "ahora sabemos que desde la Tierra podemos realizar investigaciones que antes requerían salir al espacio".

PARTICIPACION INTERNACIONAL

Francisco Sánchez también hizo referencia a la desconfianza inicial de algunos países que dudaban del éxito del proyecto: "Al principio había reticencias para involucrarse, porque no creían que fuésemos capaces de hacerlo. Pero España decidió con juicio arrancar sola el proyecto y ahora, cuando ven que lo hemos conseguido, nuestros colegas pugnan por poder participar". De momento ya se cuenta con la firma del Instituto Nacional de Astrofísica, Optica y Electrónica (INAOE) de México y el Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM), además de los preacuerdos firmados con la Universidad de Florida (firmados definitivamente el 31 de julio). Todas estas instituciones están ya implicadas en el diseño y la construcción de instrumentación para el telescopio. Según **Pedro Alvarez**, en este momento el porcentaje de participación internacional significa un 10 %, "con la posibilidad de alcanzar pronto un 15% si la Universidad de Florida formaliza el preacuerdo existente", y se sigue avanzando en las conversaciones con otros países. **Ramon Marimon** destacó la importancia de que ésta sea "la primera

vez" que Estados Unidos tome parte en una iniciativa científica y tecnológica española, sin olvidar que "con el GTC Canarias pasa a ser la gran referencia científica para la astrofísica española e internacional" y "sitúa a España en la primera línea mundial de la investigación astrofísica".

Actualmente están implicadas en la construcción del GTC un gran número de empresas europeas y, en concreto, un 63 % se está llevando a cabo por empresas españolas. Tal y como afirmó la Ministra de Ciencia y Tecnología, **Anna M. Birulés i Bertran**, en la presentación oficial del proyecto, -en la tarde del 19 de abril- es una "demostración de que los españoles podemos hacer instalaciones de gran ciencia de alcance internacional uniendo a nuestros investigadores y tecnólogos" y añadió que el proyecto es un "ejemplo paradigmático de la simbiosis que puede existir entre la investigación básica, la generación de capacidades tecnológicas y la movilización de nuestras empresas en su apuesta por generar nuevos desarrollos e innovaciones al comprometerse en la construcción de estas nuevas iniciativas".

En la presidencia del acto de presentación estuvieron también **Rolf Tarrach Siegel**, Presidente del CSIC, **Román Rodríguez Rodríguez**, Presidente del Gobierno Autónomo de Canarias, **Ramon Marimon i Suñol,** y **Francisco Sánchez**.

El acto en sí contó con la proyección de un vídeo de presentación y varias intervenciones a cargo de responsables relacionados con el proyecto: **Pedro Alvarez Martín**, como Director General de la sociedad GRANTECAN, en su charla "Desafíos del GTC", hizo una introducción sobre los escollos que debe superar un proyecto de esta envergadura a lo largo de su desarrollo. **Vicente Gómez Domínguez**, Director General del Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI), en su conferencia titulada "Implicación de las empresas españolas", destacó la importancia de la participación de empresas de nuestro país en el proyecto. Por su parte, en la charla "Ciencia con el GTC", **José Miguel Rodríguez Espinosa**, Director Científico del GTC, explicó cuáles serán los trabajos que se desarrollarán con el Gran Telescopio CANARIAS. "España en la Astronomía del siglo XXI" fue el título de la última conferencia, ofrecida por **Francisco Sánchez Martínez** como Director General del IAC y Secretario del Consejo de Administración de GRANTECAN, quien situó el gran avance e importante papel que ha desempeñado nuestro país en los últimos años dentro de la Astrofísica y proyectó las ventajas estratégicas de España en el nuevo siglo.

Tras la presentación, tanto los miembros de la mesa como los invitados al acto (personalidades destacadas del ámbito científico, empresarial y político, además de los medios de comunicación) pudieron conversar acerca de los contenidos de la presentación y valorar el impacto de la misma en la sociedad. El mundo empresarial y la comunidad científica, especialmente la relacionada con la Astrofísica y la Física en general, tuvieron una presencia significativa en este acto -entre los invitados se encontraban los representantes de las empresas contratadas por GRANTECAN así como miembros de la Real Academia de Ciencias, de la Sociedad Española de Astronomía y del Comité Científico Asesor del GTC- que aprovecharon la ocasión para intercambiar impresiones.

La gran asistencia de invitados, que abarrotó la sala, y el incondicional apoyo de los representantes de todas las entidades implicadas, fue una clara demostración del interés suscitado por este proyecto en la sociedad española. Se ha puesto de manifiesto que el mundo de la ciencia y la tecnología, así como la investigación y sus productos, aplicables a campos diversos como las telecomunicaciones o la medicina, pueden suscitar un gran interés entre la opinión pública, dejando patente que, como afirmaba **Francisco Sánchez**, "el objetivo de la Astronomía es científico y cultural, pero también estimula el desarrollo tecnológico de la sociedad" haciendo que, con proyectos como éste, evolucionemos a través del estudio de nuestro propio origen y avancemos gracias al pasado.

GRAN TELESCOPIO CANARIAS (GTC)

TODOS LOS SUBSISTEMAS DEL GTC ESTAN CONTRATADOS Y SE ENCUENTRAN EN FASE DE DISEÑO DE DETALLE. ALGUNOS DE ELLOS ESTAN YA EN FABRICACION

Siguiendo el plan previsto por el Proyecto, en el año 2001 se encuentran contratados la totalidad de los subsistemas que forman el telescopio GTC, estando ya comprometido más del 85% del presupuesto.

Se ha continuado con la ejecución de la obra civil, se ha iniciado el montaje de la cúpula en el ORM y se ha finalizado la fabricación de la estructura metálica del telescopio.

También se ha suministrado los bloques de ZERODUR™ que formarán los segmentos del espejo primario y se ha iniciado el pulido de los mismos.

La empresa **ACS** (Madrid), bajo la Dirección Facultativa de la empresa **LV Salamanca Ingenieros** (Madrid) y el Control de Calidad de la empresa **CEP Ibérica** (Madrid) y **Boureau Veritas** (Madrid), ha continuado a lo largo del año la realización de la obra civil en el ORM. El edificio principal del telescopio esta casi finalizado para permitir el montaje de la cúpula, y se ha "cubierto aguas" de los dos edificios secundarios: el edificio anexo y el auxiliar. También se ha iniciado el montaje de las instalaciones auxiliares del telescopio (eléctrica, aire acondicionado, sistema de refrigeración, anti-incendios, etc.). La ejecución de estas obras ha continuado retrasándose sobre el calendario previsto como en el pasado año y ha comenzado a afectar a la planificación global del Proyecto.

La **UTE GMU**, formada por las empresas **GHESA** (Madrid), **Moncainsa** (Las Palmas de Gran Canaria) y **URSSA** (Vitoria), realizó el montaje y pruebas en factoría de la cúpula así como su desmontaje y transporte e inició el montaje de la misma en el ORM. El montaje y pruebas en factoría permitió optimizar el proceso de montaje y detectar y corregir defectos de diseño y fabricación fácilmente corregibles por la proximidad a los talleres de fabricación. Los problemas detectados en el movimiento de las compuertas de observación y de la pantalla antiviento se han analizado y serán corregidos en el montaje final. También en estos trabajos se han acumulado diversos retrasos sobre el calendario previsto en el montaje y pruebas en factoría aunque se han resuelto múltiples problemas antes del montaje final en el ORM. El montaje final ya se ha iniciado y se espera que finalice a principios del 2002.

La **UTE SG**, formada por las empresas **SCHWART-HAUTMONT** (Tarragona) y **GHESA** (Madrid), ha finalizado la construcción y montaje de la estructura metálica del telescopio en factoría e iniciado sus pruebas. Estas pruebas incluyen una precisa metrología de la estructura y las características de los movimientos de altura del telescopio. Todo el sistema de movimiento en acimut se fabrica de forma separada para poder ser integrado en el ORM independientemente de las pruebas y traslado del resto de la estructura. La instalación del telescopio en el ORM se demorará con motivo de los retrasos en la finalización de la obra civil y el montaje de la cúpula. La empresa alemana **SCHOTT**, ubicada en Mainz,

Vista general (julio 2001) de la estructura mecánica del telescopio que se está fabricando y montando en la factoria de Shwartz-Hautmont, en Tarragona.

Francfort (Alemania), ha suministrado ya 39 de los 42 bloques de ZERODUR™ contratados, cumpliendo con su calendario previsto. Los tres segmentos restantes se recibirán en los primeros meses del 2002.

La empresa **SAGEM** (Francia) ha reconvertido su factoría, donde se pulieron los grandes espejos de 8 m para los proyectos VLT y Gemini, para el pulido masivo de los segmentos del telescopio GTC con modernos robots de pulido y una nueva planta de pulido iónico. También ha puesto en marcha el sistema de medida interferométrica de los segmentos y ha iniciado el proceso de pulido de los primeros segmentos. La puesta en marcha de esta factoría ha consumido más tiempo del previsto, lo que ha supuesto un retraso en la planificación acordada de entrega de segmentos al telescopio.

SAGEM (Francia) ha encontrado grandes dificultades en la fabricación del sustrato de berilio para el espejo secundario. Su suministrador **AXSYS/Brush Wellman** (EEUU) ha fracasado por tres veces consecutivas en consolidar el bloque de berilio necesario para su posteriormente mecanizado. Este hecho ha generado gran preocupación en el equipo del Proyecto, que ya ha iniciado el estudio de otras alternativas para la fabricación de este espejo, como pueden ser el ZERODUR™ o el carburo de silicio. El continuo fracaso de **AXSYS/Brush Welman** y el riesgo detectado en esta fabricación introduce un importante retraso en la planificación global del Proyecto, aunque se están estudiando alternativas de emergencia para evitarlo.

La empresa **Construcciones Españolas de Sistemas Aeronáuticos (CESA)** (Madrid) ha realizado el diseño y fabricación del sistema de soporte pasivo de los segmentos del espejo primario y ha finalizado el diseño de los accionamientos lineales de los segmentos. En este año, ha suministrado las primeras sub-celdas de los segmentos y mecanismos de sujeción de los mismos. También se ha iniciado la fabricación de las unidades de cualificación de los accionamientos lineales.

En este año 2001 se adjudicó a la **UTE IDS**, formada por las empresas **ImasDe Canarias y SERVIPORT** (Las Palmas de Gran Canaria), el contrato para el diseño y fabricación de los sensores de borde que permitirán detectar la posición relativa de los segmentos entre sí con precisión de algunos manómetros. El diseño ya se ha realizado y se han comenzado a fabricar las unidades de cualificación.

La empresa **Nuevas Tecnologías Espaciales (NTE)** (Barcelona) ha finalizado el diseño de detalle de los mecanismos del espejo secundario y ha iniciado ya su fabricación. Estos mecanismos permitirán al telescopio múltiples funcionalidades, entre las que destacan: la corrección de vibraciones, el apuntado fino, el enfoque del telescopio, el alineado con el espejo primario, etc. Este sistema llegará al ORM a finales del año 2002.

La empresa **AMOS** (Bélgica) ha finalizado el diseño de detalle del espejo terciario y ha iniciado ya su fabricación. Este espejo, de forma ovalada y dimensiones de 1 x 1,5 m es el encargado de dirigir el haz de luz procedente del espejo secundario a los diferentes focos Nasmyth o Cassegrain doblados del telescopio, o retraerse para permitir el paso del haz de luz hacia en foco Cassegrain principal. Este espejo llegará al ORM a finales del 2002 con un ligero retraso sobre el calendario previsto.

También se adjudicó a la empresa **AMOS** (Bélgica) el contrato para la realización del diseño de detalle, fabricación e integración de los dos subsistemas de calibración, adquisición y guiado para cada uno de los focos Nasmyth del telescopio. Estos subsistemas serán instalados en el telescopio en los meses de diciembre de 2002 y febrero de 2003, respectivamente.

La empresa **VTD** (Alemania) ha realizado el diseño y fabricación de la cámara de recubrimientos ópticos. A finales de año, cumpliendo con el calendario previsto, se han realizado con plena satisfacción las pruebas en factoría. Actualmente se está a la espera de que **ACS** finalice la ejecución de la obra civil para poder proceder a su montaje en el ORM.

La **Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)** ha realizado el diseño de detalle y ha comenzado ya la fabricación del instrumento de pruebas. Este instrumento es una cámara dotada de un detector CCD en el rango visible y diversas funcionalidades que permitirá probar y poner en funcionamiento el telescopio. Su entrega en el ORM está prevista para finales de 2002.

El desarrollo del sistema de control del telescopio GTC continúa su desarrollo en el seno de la Oficina del Proyecto. Se han desarrollado ya las dos primeras versiones de este complejo paquete de software y está siendo utilizado por los diferentes contratistas que están desarrollando subsistemas de GTC. La **Universidad Complutense de Madrid (UCM)** ha sido contratada para la realización de algunas partes de este sistema de control correspondientes al tratamiento de los datos procedentes de los instrumentos del GTC: subsistema de calibración, adquisición y guiado y cámara de pruebas.

PRIMERA GENERACION DE INSTRUMENTOS

OSIRIS es un instrumento científico para el rango visible del espectro con capacidad de imagen con filtros sintonizables y espectroscopía multiobjeto. Su ejecución está liderada por el IAC, que encabeza un amplio consorcio internacional en el que destaca la participación del Instituto de Astrofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM). Este año ha realizado la revisión de diseño preliminar y está en fase de diseño de detalle. **OSIRIS** será el primer instrumento científico que se instale y comience a operar en el GTC.

CanariCam es un instrumento científico para el rango del infrarrojo medio del espectro con capacidad de imagen y espectroscopía. Su ejecución está liderada por la Universidad de Florida (EEUU). Basado en el diseño del instrumento T-RECS para el Proyecto Gemini, se pretende dotar de capacidades de gran interés como son la polarimetría y la coronografía. Será el segundo instrumento que se instale en el GTC y comenzará a operar a partir del Día Uno.

ELMER es un instrumento científico desarrollado en el seno de la Oficina del Proyecto. Con este instrumento se pretende asegurar la realización de pruebas científicas del telescopio y el inicio de su explotación científica en el caso de que los instrumentos de primera generación sufran algún retraso en su desarrollo. **ELMER** tendrá capacidades de imagen y espectroscopía en el rango del espectro visible con un campo de visión reducido para simplificar su ejecución.

NUEVOS DESARROLLOS PARA EL GTC

EMIR será el tercer instrumento del GTC. Es un instrumento científico en el infrarrojo próximo con capacidad de imagen y espectroscopía multiobjeto. En su ejecución participa un amplio consorcio internacional liderado por el IAC.

EMIR ha sido rediseñado desde su concepto inicial para asegurar su viabilidad y se está realizando el diseño preliminar. La revisión de este diseño está prevista para principios del año 2003. Se pretende que el instrumento esté operativo en el GTC para el año 2006.

Durante este año se ha realizado el diseño conceptual de un sistema de óptica adaptativa para el GTC. Se pretende que este sistema esté operativo en el GTC en el año 2006, junto con un instrumento científico específico que explote las nuevas prestaciones con las que este sistema va a dotar al telescopio.

Estado de la cúpula en noviembre de 2001.

LAS NEGOCIACIONES SOBRE LA PARTICIPACION EN EL PROYECTO

En este año 2001 se han firmado los acuerdos formales de participación en el Proyecto por parte de instituciones de México y Estados Unidos.

MEXICO FIRMA LOS ACUERDOS DE PARTICIPACION EN EL GTC

El 31 de julio se firmaron, en la sede central del IAC (La Laguna) los acuerdos en virtud de los cuales esta institución y la empresa pública GRANTECAN, que gestiona la construcción del Gran Telescopio CANARIAS GTC, afianzan sus relaciones de intercambio y colaboración con el **Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM)** y el **Instituto de Astronomía, Optica y Electrónica (INAOE)**, financiados por el **Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología (CONACYT)** del Gobierno mexicano.

En virtud de los acuerdos firmados con **GRANTECAN**, las instituciones mexicanas implicadas participan en el Proyecto del GTC aportando un 5% del presupuesto y de otras actuaciones e inversiones preparatorias previas a su explotación. Como contrapartida, obtendrán un 5% del tiempo de observación del GTC y contribuirán, también con un 5%, a los gastos de operación del telescopio, incluyendo, además, intercambio de tiempo de observación entre el GTC y el Gran Telescopio Milimétrico (GTM) que se está construyendo en Cerro la Negra (México).

Protocolo con el IAC

Simultáneamente, con el fin de fomentar y afianzar el intercambio científico y tecnológico entre estas instituciones mexicanas y el IAC, se firmó un Protocolo de Cooperación Astrofísica con el INAOE y el IA-UNAM. Este acuerdo incluye programas de intercambio de postdocs y tecnólogos y, además, programas de colaboración en futuros proyectos instrumentales.

Instantanea de la firma entre la institución mexicana y el IAC, el 31 de julio en La Laguna.

LA FUNDACION PARA LA INVESTIGACION DE LA UNIVERSIDAD DE FLORIDA FIRMA LOS ACUERDOS DE PARTICIPACION EN EL GTC

El 17 de octubre, en el Ministerio de Ciencia y Tecnología, en Madrid, con la presencia de la Ministra de Ciencia y Tecnología, la Fundación para la Investigación de la Universidad de Florida S.A. (*University of Florida Research Foundation S.A., UFRF*) formalizó los acuerdos de participación, que implican, al igual que en el caso de las instituciones mexicanas, que ya habían hecho efectiva su participación en el mes de julio, la aportación del 5% del presupuesto y de otras actuaciones e inversiones preparatorias previas a su explotación. Como contrapartida, obtendrán un 5% del tiempo de observación del GTC y contribuirán, también con un 5%, a los gastos de operación del telescopio.

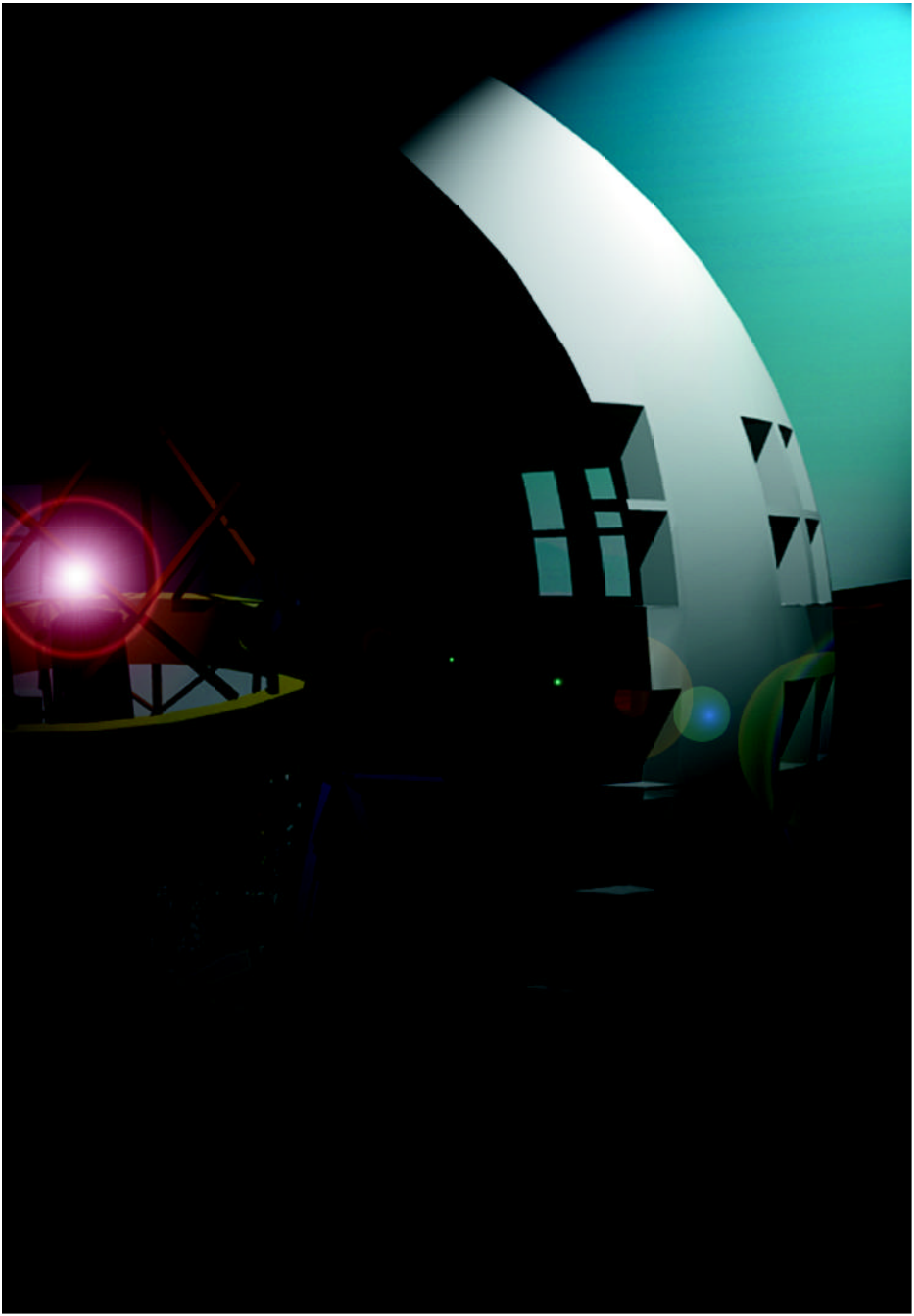
Protocolo con el IAC

Simultáneamente, con el fin de fomentar y afianzar el intercambio científico y tecnológico entre esta institución estadounidense y el IAC, se firmó un Protocolo de Cooperación Astrofísica en los mismos términos que con las instituciones mexicanas.

Instantanea de la firma de los acuerdos entre esta institución estadounidense y el IAC, el 17 de octubre, en el Ministerio de Ciencia y Tecnología en Madrid.

Comité de Seguimiento de Utilización de GTC

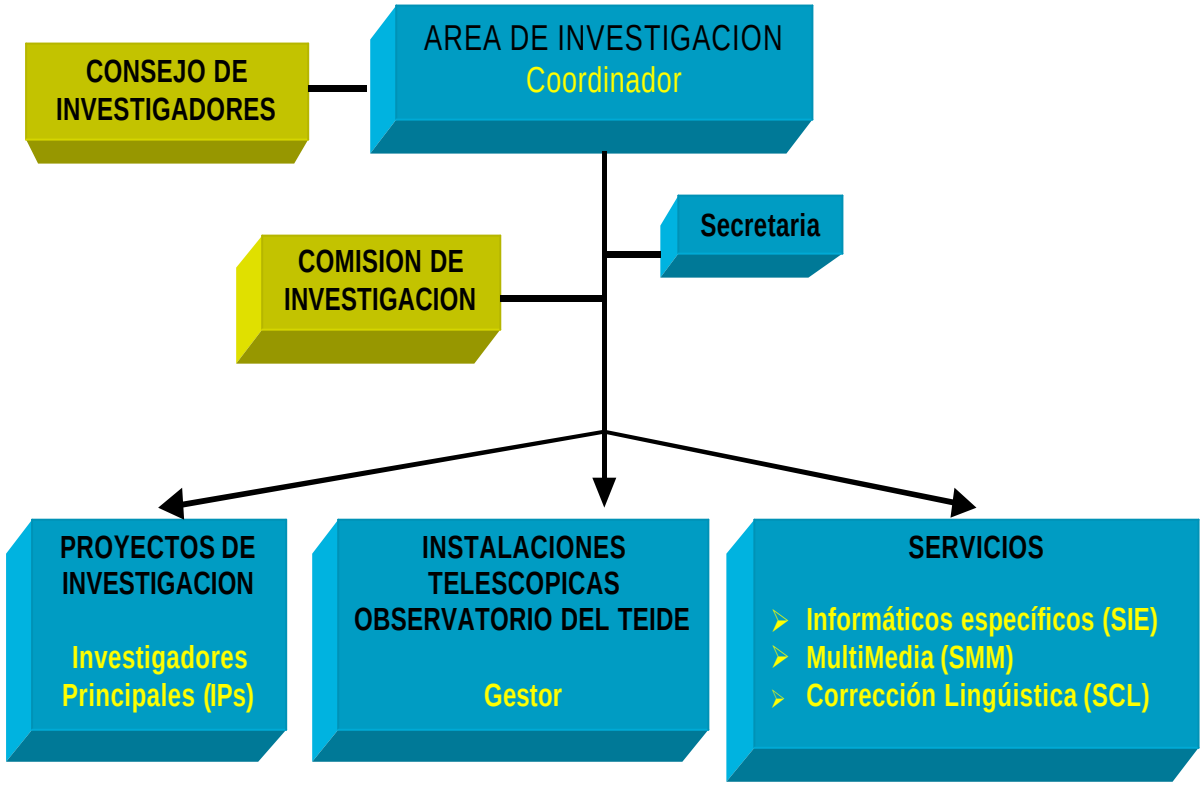
Tras la firma de estos acuerdos con México y Estados Unidos se constituyó el **"Comité de Seguimiento de Utilización de GTC"**, un órgano creado con la finalidad de supervisar y regular el uso del telescopio. Este comité está formado por miembros nombrados por cada parte.



AREA DE INVESTIGACION

Corresponde al Area 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 Area posee una estructura organizativa, de gestión y de servicios enfocada a facilitar y encauzar el desarrollo de la actividad investigadora.

La estructura organizativa del Area (ver gráfico) está encabezada por el **Coordinador de Investigación** como responsable directo de las actividades de investigación del IAC. La **Secretaría** (compuesta por tres administrativos) asiste al Coordinador en las labores administrativas a la vez que ofrece apoyo y servicios a los investigadores.



El **Consejo de Investigadores** (con normativa pendiente de aprobación) es el órgano asambleario del Area y en él están presentes todos los Doctores que ejercen su tarea investigadora 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 auxiliar al Coordinador en el desempeño de sus funciones, existe la **Comisión de Investigación**, que él mismo preside, y del que forman parte el Director del Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna y cinco Doctores del centro que representan distintas líneas de investigación. Si bien es 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 Area de Investigación.

Los tres bloques organizativos de mayor envergadura del Area lo constituyen los propios **Proyectos de Investigación**, la **Operación de las Instalaciones Telescópicas** del IAC (todas ellas en el OT) y los **Servicios**.

Dependen del Area una serie de Servicios dirigidos directamente, aunque no de forma exclusiva, al personal investigador:

- Servicios Informáticos Específicos (SIE): cuya misión es la instalación, mantenimiento y asistencia al usuario, en lo que concierne a todo el software de uso astronómico. El SIE cuenta con un astrónomo responsable y gestor del mismo, y la adscripción de cuatro investigadores que dedican una tercera parte de su tiempo a estas labores de soporte.

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

- 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.

La **Operación** íntegra en las **Instalaciones Telescópicas del IAC** en el OT, se lleva a cabo de modo estructurado y en colaboración con el Area de Instrumentación y la propia Administración del Observatorio. El objetivo de esta unidad es optimizar el uso de los telescopios y de la instrumentación específica, posibilitar la máxima explotación científica de las observaciones y apoyar el acceso a la 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 y los «Astrónomos de Soporte», investigadores contratados con dedicación parcial a labores concretas relacionadas con los telescopios y con su instrumentación.

Finalmente, la actividad netamente investigadora en el IAC se estructura en **Proyectos de Investigación** que actualmente se ubican en doce líneas de investigación temática y que abarcan la mayoría de los campos de la Astrofísica tanto teórica como observacional o instrumental. Las líneas de investigación actuales en el IAC son: “Estructura de Universo y Cosmología”, “Estructura de las galaxias y su evolución”, “Estructura de las estrellas y su evolución”, “Materia Interestelar”, “El Sol”, “El Sistema Solar”, “Optica Atmosférica”, “Alta resolución espacial”, “Diseño y construcción de telescopios”, “Instrumentación óptica”, “Instrumentación infrarroja” y “Astrofísica desde el espacio”.

Cada uno de los proyectos individuales 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.

ESTRUCTURA DEL UNIVERSO Y COSMOLOGIA

ABUNDANCIAS DE LOS ELEMENTOS LIGEROS (P2/86)

R. Rebolo.
R.J. García López, G. Israelian y J.I. González Hernández.

P. Molaro, y P. Bonifacio (Obs. Trieste, Italia); A. Maeder (Obs. Ginebra, Suiza); N. Schukina (Obs. de Kiev, Ucrania).

Introducción

Este Proyecto persigue esclarecer el origen y evolución de algunos de los elementos de menor masa atómica de la Tabla Periódica. Mediante observaciones que revelen la presencia de estos elementos en distintos contextos astrofísicos pretendemos restringir los procesos de nucleosíntesis que los han originado.

Es bien sabido que el litio pudo ser sintetizado en los primeros minutos después del Big Bang. Determinar con precisión la cantidad producida en aquellos instantes permitiría acotar uno de los pocos parámetros libres del modelo cosmológico estándar: la densidad bariónica. Con este fin, investigamos la presencia de litio en diferentes poblaciones estelares de la Galaxia (estrellas viejas del halo y del disco, estrellas jóvenes de cúmulos y asociaciones) y también en estrellas peculiares (estrellas de carbono, estrellas en órbita alrededor de agujeros negros y enanas marrones) que podrían producir o preservar su litio inicial.

El berilio, el carbono, nitrógeno y oxígeno son elementos que proporcionan información sobre otros procesos de nucleosíntesis en nuestra galaxia, concretamente sobre las reacciones de astillado de núcleos en el Medio Interestelar por impacto de rayos cósmicos y las explosiones de supernovas con progenitores masivos. La evolución de la abundancia de estos elementos está estrechamente ligada entre si, especialmente en las primeras etapas de formación de la Galaxia. El estudio pretende esclarecer los mecanismos de nucleosíntesis involucrados en la producción de estos elementos y también obtener información sobre la evolución primitiva de la Galaxia.

Algunos resultados relevantes

Se ha realizado un estudio del contenido de azufre en estrellas muy pobres en metales (con un contenido entre 10 y 100 veces menor que el del Sol). Las medidas obtenidas indican sobreabundancias de azufre en estas estrellas. Se trata de una prueba más de la gran importancia que tuvieron las supernovas de tipo II en las primeras etapas evolutivas de nuestra Galaxia, pues este elemento solo se sintetiza en explosiones de estrellas muy masivas.

Evolución del Proyecto

Se están analizando diversos indicadores de la abundancia de oxígeno en estrellas gigantes de muy baja metalicidad (aproximadamente una milésima de la metalicidad solar). Concretamente se estudia, la línea prohibida a 630 nm, las líneas de OH en el ultravioleta cercano y el triplete de oxígenlo a 770 nm. En primer lugar se está procediendo a una cuidadosa determinación de la metalicidad en estas estrellas basada en un análisis NLTE de numerosas líneas de Fe. Con estos estudios y los de oxígeno en estrellas similares se pretende confirmar que en las primeras etapas de formación de nuestra Galaxia las supernovas de tipo II y posiblemente las hipernovas, principales productores de oxígeno y elementos a, fueron los grandes responsables del enriquecimiento químico galáctico temprano.

ASTROFISICA RELATIVISTA Y TEORICA (P6/88)

E. Mediavilla.
J. Buitrago, M. Serra Ricart, A. Oscoz, D. Alcalde, V. Motta, C. Abajas, R. Barrena, J.A. Muñoz, L. Crivellari y J. Betancort.

L.J. Goicoechea (Univ. de Cantabria); R. Schild y E. Falco (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); E. Simonneau (IAP, Francia); A. Férriz Mas (Univ. de Vigo); F. Atrio (Univ. de Salamanca); L. Popovic, M. Dimitrievic, y E. Bon (Obs. de Belgrado, República Serbia); M. Ramella (Obs. de Trieste, Italia); J. Licandro (Galileo, La Palma); R. Gil-Merino (Univ. de Potsdam, Alemania).

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 (Ω_0) o la constante cosmológica (λ_0). La constante de Hubble se puede obtener a partir del retraso entre las curvas de luz de dos imágenes de un sistema múltiple de cuásares (QSOs) y de una estimación de la masa del objeto que actúa como lente. Desde 1995, el grupo de Lentes Gravitatorias está llevando a cabo un seguimiento fotométrico de varios sistemas lente para obtener estimaciones fiables de la constante de Hubble. Por otro lado, para determinar λ_0 y Ω_0 se está estudiando, 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, análisis teórico de la influencia del *microlensing* en las líneas de emisión de los QSOs y observaciones espectroscópicas en 2D de los sistemas lente conocidos.

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. Con 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.

Métodos de inversión. Nuevos algoritmos para problemas de transporte radiativo

Los métodos de inversión son esenciales para comprender muchas de las observaciones que se llevan a cabo en Astrofísica. El objetivo de este Programa es estudiar opciones alternativas a los procedimientos estándar de inversión (algoritmos tipo Lucy). En particular, se piensan aplicar al estudio de las galaxias, de su distribución 3D de brillo y de su cinemática.

El objetivo del Programa de transporte es la formulación cinética de la teoría de formación de las líneas espectrales, en particular el estudio de las funciones de redistribución (estas funciones expresan la probabilidad conjunta de que un fotón, que viaja en una dirección y con una frecuencia dada, sea absorbido y luego reemitido por un átomo, en una dirección diferente y con otra frecuencia). Las observaciones espectrofotométricas con alta resolución espectral y angular disponibles hoy en día reclaman el cálculo de funciones de redistribución que guarden toda la información sobre los aspectos direccionales de la física del problema. La teoría actual, sin embargo, sólo permite expresar funciones promediadas direccionalmente. Con el fin de superar esta limitación, se ha realizado un estudio detallado de los procesos atómicos que están en el origen de la formación de las líneas espectrales. Este estudio ha conducido a una formulación operativa de las funciones de redistribución, que permite expresarlas tanto en función de la frecuencia como de la dirección.

Altas energías

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

Algunos resultados relevantes

Lentes Gravitatorias

Se ha obtenido la primera curva de extinción en una galaxia fuera del Grupo Local. Para ello se ha comparado la emisión procedente de las dos imágenes gemelas de un mismo cuásar sometido a efecto lente (SBS 0909+532), obteniendo la extinción diferencial en la galaxia lente. La detección de la característica de emisión de PAH en 2175 Å parece indicar que la extinción del polvo a z=0.83 (el desplazamiento al rojo de la galaxia lente) podría ser similar a la de la Vía Láctea en contra de lo que se ha venido sosteniendo. La curva de extinción cubre todo el óptico y parte del UV. Con los nuevos datos que se piensa obtener en el UV lejano con el HST (tiempo ya concedido) se completará la curva de extinción y podrá estimarse con rigor el valor del parámetro Rv. Con este trabajo innovador se abre una puerta al estudio de la extinción en el dominio extragaláctico, aspecto fundamental para comprender la evolución galáctica y determinar los parámetros cosmológicos con fiabilidad.

Las curvas de luz definitivas de las cuatro imágenes del sistema lente Q 2237+0305 muestran evidencias de *microlensing* en tres de las componentes. Estos datos aportan información esencial para el estudio del evento de gran amplificación detectado en la componente A y han sido aceptados para su publicación. Se ha elaborado un modelo para la emisión del continuo en el QSO fuente que ha permitido acotar, a partir de la curva de luz del evento A, la masa del agujero negro supermasivo y el ritmo con el que el agujero negro recibe materia.

Se ha detectado una variación muy acusada en la componente A del sistema lente gravitatoria Q 0957+561 en la campaña 2000-2001. Los análisis preliminares de la campaña 2001-2002 indican que podría tratarse del mayor evento de *microlensing* detectado en los últimos 10 años o incluso del mayor evento nunca detectado en este objeto. Las implicaciones sobre la estadística de microlentes y en la abundancia de materia oscura en galaxias podrían ser muy relevantes. También se ha encontrado un evento de *microlensing* de baja amplitud en las curvas de luz este sistema correspondiente a las campañas 1999-2000.

Evolución del Proyecto

Este año se han recogido los resultados de varios años de esfuerzos. Se han terminado varios trabajos pendientes y avanzado substancialmente en otros campos muy importantes. Se ha finalizado la tesis de D. Alcalde y se ha comenzado con la de V. Motta. También se organizó en el IAC un Congreso Internacional sobre seguimiento fotométrico de sistemas lente.

Se ha finalizado el análisis de los datos de Q 2237+0305 obteniendo las curvas de luz de las cuatro componentes, tres de las cuales muestran evidencias de microlensing. Estos resultados se van a publicar próximamente. Se ha desarrollado un modelo bastante complejo de cuásar para analizar el evento de microlensing de la componente A que ha permitido acotar las características del cuásar fuente y de la microlente. Los trabajos de análisis continúan en colaboración con varios investigadores extranjeros. Se presentó una propuesta al Telescopio de Liverpool (LT) que recibió tiempo de observación.

El programa de espectroscopía 2D de lentes gravitatorias ha recibido un gran impulso. Se ha obtenido la primera curva de extinción fuera del Grupo Local con calidad similar a la de las obtenidas en la Vía Láctea. Para ello se ha aplicado un método innovador consistente en medir la extinción diferencial de las dos imágenes de un mismo cuásar en un sistema lente que atraviesan regiones diferentes de la galaxia lente y padecen, por tanto, diferente extinción. Esta es una generalización del método estándar de comparación de dos estrellas del mismo tipo espectral. Los resultados han demostrado la validez del método y pueden tener una aplicación muy relevante en el estudio de las galaxias y en Cosmología si se generaliza a un grupo amplio del conjunto de 70 lentes conocidas. Se solicitó y obtuvo tiempo en el HST para ampliar este estudio al UV lejano.

El seguimiento que se lleva a cabo desde hace muchos años del sistema Q 0957+561 ha tenido este año un resultado inesperado. Se ha detectado una gran variación en el flujo de la componente A que podría, si los análisis detallados de la campaña en curso lo confirman, ser el resultado de un evento de microlensing de gran amplificación. Se está trabajando en un estudio completo del microlensing durante los diez últimos años que nos ha permitido detectar otros eventos más débiles. También se han publicado este año los resultados del análisis completo de todas las curvas de luz disponibles de este objeto.

Se han publicado las imágenes de extraordinaria calidad de B 1152 obtenidas con el Telescopio Galileo (TNG). Se ha localizado la galaxia lente en una posición confirmada posteriormente por imágenes del HST tomadas por otros autores. Los modelos aplicados confirman la naturaleza de sistema lente de este objeto.

Se han extendido los estudios teóricos sobre la influencia del *microlensing* en las líneas generadas por un disco de acreción al caso de los discos de acreción compactos que generan las líneas del hierro en rayos X. Se han considerado las métricas de Schwarzschild y Kerr.

Se observaron y redujeron los datos correspondientes a la determinación de la función de luminosidad para radiofuentes a bajo nivel de luminosidad. Se han identificado espectroscópicamente un 60% de los objetos. Estos estudios son básicos para mejorar la determinación de las constantes cosmológicas a partir de la observación de radiolentes.

Se ha completado el estudio del crecimiento de perturbaciones a todo orden en el formalismo *euleriano* Se ha expresado el crecimiento en términos de una serie de potencias y se ha encontrado una relación de recurrencia que permite obtener los términos de la serie al orden deseado. Este análisis generaliza un estudio anterior de A. P. Raposo, J. Buitrago y L.J. Goicoechea (1998) al encontrar la solución para todos los modelos cosmológicos: Einstein de Sitter, universo abierto y universo con constante cosmológica.

GALAXIAS Y "REDSHIFTS": FORMACION Y EVOLUCION (P9/97)

C.M. Gutiérrez.
I. García de la Rosa, A. Manchado, M. López-Corredoira, I. Trujillo Cabrera y C. Domínguez Tagle.

A. Arp (MPI, Alemania); F. Prada (Calar Alto, Almería); J.A. López-Aguerri (Univ. de Basilea, Suiza); M. Azzaro (ING, La Palma); S. Zepf (Univ. de Yale, EEUU); R. de Carvalho (Obs. Nacional, Brasil).

Introducción

El objetivo global del Proyecto es el estudio de los procesos que gobiernan la formación y evolución de las galaxias. El problema global es averiguar cuáles son los mecanismos que gobiernan esta evolución hasta producir la gran variedad de estructuras que observamos en el Universo. Siendo un campo tan amplio, el Proyecto se ha centrado en el estudio de sistemas en diverso grado de agregación tales como cúmulos de galaxias, grupos compactos, y asociaciones similares al Grupo Local a través de sus propiedades fotométricas, morfológicas y dinámicas. En particular, el principal interés es diferenciar propiedades de las galaxias debidas a la evolución intrínseca de los objetos, de los debidos al entorno. El Proyecto representa, además, la base para futuros estudios a z mayores con el telescopio GTC.

Algunos resultados relevantes

Se completó el desarrollo de los métodos de análisis morfológico de galaxias teniendo en cuenta PSF (*Point Spread Function*) gaussianas y moffatianas.

Se confirmó en el cúmulo de Coma la relación (en galaxias elípticas) entre índice de concentración y densidad local del cúmulo.

Se determinaron los parámetros estructurales de unas 60 galaxias satélites en sistemas externos.

Se completó el análisis fotométrico y cinemático del Quinteto de Stephan.

Evolución del Proyecto

Evolución de las galaxias en función de z

Durante este año se realizó un estudio exhaustivo de los efectos que tienen las condiciones observacionales sobre los perfiles de brillo que describen la distribución de la luz en las galaxias. Se ha generalizado el estudio del *seeing* para englobar casos más realistas, y se ha estudiado cómo afecta la profundidad de las imágenes en la recuperación de los parámetros estructurales.

Se definió un nuevo índice "Cre" para medir la concentración de las galaxias y se estudió su robustez frente a otras formas de medir las concentraciones que dependen en gran medida de las condiciones observacionales. El nuevo índice se relaciona de forma monótona con el índice "n" de Sersic. Desde un punto de vista físico se ha encontrado que Cre se relaciona con las otras propiedades estructurales de las galaxias elípticas y de los bulbos de las galaxias espirales, de forma que la concentración aumenta con la luminosidad, con el tamaño y con la dispersión de velocidades de los objetos. En resumen, estas correlaciones indican una relación directa entre masa y concentración. Además, se ha comprobado que existe una relación estrecha entre el grado de concentración de los esferoides y la masa del agujero negro supermasivo que engloban en su centro. Esta ley permitirá determinar la masa de los agujeros negros simplemente estudiando cómo es la distribución de brillo en el esferoide.

En el aspecto observacional se ha continuado con el análisis en el cúmulo de Coma de la relación entre las propiedades estructurales y morfológicas de las

galaxias elípticas y las condiciones locales. En particular, se ha confirmado la existencia de la relación entre concentración y densidad local previamente descubierta en el cúmulo Abell 2443. El código de análisis morfológico ha sido aplicado a un conjunto de galaxias en el intervalo en 0<z<0.8 observadas con el HST. Ello permitirá determinar la densidad comóvil de los diferentes tipos morfológicos de galaxias en función del desplazamiento al rojo.

Se ha generalizado el estudio de las propiedades físicas asociadas a los perfiles de brillo de Sersic de objetos esféricos a objetos triaxiales. Este estudio ha permitido explorar y cuantificar cómo son las perturbaciones no-axisimétricas causadas por un bulbo triaxial sobre el plano de rotación del disco.

Galaxias satélites

Se han presentado los análisis sobre morfología y parámetros estructurales de una muestra de 60 galaxias satélites en sistemas externos. Con una campaña de tres noches en el NOT se ha finalizado la fotometría en banda ancha de la muestra de galaxias satélites con lo que se dispone de fotometría en las bandas B, V, R e I de un total de unos 40 satélites. Igualmente en diciembre se comenzó la observación de dichos objetos en filtros Hα en el telescopio VATT (1,8 m) del Observatorio Mount Graham (Arizona), y se espera completar la misma en dos nuevas campañas con dicho telescopio.

Asociaciones de objetos con desplazamientos al rojo anómalos

M. López-Correidora y C.M. Gutiérrez han continuado con este estudio en el que se analizan las asociaciones aparentes de objetos con diferencias de desplazamientos al rojo de varios miles de km/s. En particular, se está estudiando la cinemática de los filamentos que conectan dichos objetos para establecer la asociación física con uno, otro o ambos de los objetos aparentemente conectados. En el telescopio NOT, 1 noche en agosto, se observaron los objetos NGC7603 y Arp220. En el primero de ellos dos galaxias (NGC7603 y NGC7603B) con deplazamientos al rojo de 8.700 y 17.000 km/s se encuentran aparentemente unidas por un filamento. Con el instrumento ALFOSC se tomaron espectros con resolución intermedia/baja a lo largo del filamento que une NGC7603 y NGC7603B incluyendo dos objetos puntuales que se encuentran centrados en dicho filamento y que habían sido observados en imágenes profundas en el óptico. Los espectros muestran que el filamento tiene un desplazamiento al rojo similar al de NGC7603. En el espectro de los dos objetos puntuales se han identificado las líneas de Hβ, OII (3727) y OIII(4959 y 5007), y a partir de ellas se ha determinado un desplazamiento al rojo de 0.243 y 0.391, respectivamente. A partir de los ensanchamientos relativos de las líneas de Hβ y OIII se cree que estos dos objetos son presumiblemente cuásares o núcleos Seyfert. El análisis estadístico muestra una probabilidad muy baja para una configuración accidental como la descrita, por lo que en la actualidad se está extendiendo el análisis e investigando otras posibles explicaciones.

Otros

Se ha realizado un análisis del Quinteto de Stephan con imágenes en banda ancha y estrecha tomadas con los telescopios IAC-80, 2,2 m de Calar Alto y telescopio INT las cuales han permitido delinear el halo de dicho sistema comprobando que es mayor de lo que hasta ahora se había podido observar y que incluye a NGC7320C. Ello, unido a la detección de una nueva cola de marea, demuestra, sin lugar a dudas, la relación entre NGC7320C y el Quinteto de Stephan. Sin embargo, no se ha encontrado evidencia de interacción entre NGC7320 y NGC7331. También se ha analizado el tema del desplazamiento al rojo anómalo de NGC7320 (800 km/s) construyendo un mapa de velocidades en Hα. En el mismo no se observa la existencia de emisión en Hα en velocidades intermedias, aunque si algunas anomalías en la distribución espacial de las emisiones a 800 y a 6.000 km/s que mantienen abierta la discusión y requerirán un estudio futuro. Los resultados se han enviado a *Astrophysical Journal.*

I. García de la Rosa ha realizado un estudio de las propiedades dinámicas de las galaxias elípticas en grupos compactos y su comparación con las elípticas en ambientes menos densos. El estudio abarca las propiedades fotométricas, cinemáticas y las poblaciones estelares de dichas galaxias. Los primeros análisis no han mostrado diferencias significativas entre las elípticas de estos grupos compactos y las elípticas de campo.

C. Domínguez que presentará su tesis doctoral en abril de 2002, ha trabajado con una de muestra de galaxias a desplazmientos al rojo intermedios (z~1) estudiando la tasa de formación estelar en ese z. Igualmente ha comenzado las observaciones de algunos de dichos campos en el infrarrojo cercano. Estos estudios servirán para seleccionar los objetos en los que se hará espectroscopía multiobjeto durante el *commissioning* de LIRIS.

ESTRUCTURA DE LAS GALAXIAS Y SU EVOLUCION

GALAXIAS ACTIVAS Y CUASARES: MORFOLOGIA Y CINEMATICA DEL GAS EXTRANUCLEAR (P10/86)
ESTUDIOS EXTRAGALACTICOS DE GRAN CAMPO CON EL SATELITE ISO (P4/97)
EL ORIGEN DE LOS FONDOS DE RADIACION EXTRAGALACTICOS (P20/00)

I. Pérez Fournon.
E. González Solares, D. Fadda, F. Cabrera Guerra.

J.I. González Serrano, X. Barçons y R. Carballo (IFCA, Santander); B. Vila Vilaró (Obs. Steward, Univ. de Arizona, EEUU); J. Masegosa e I. Márquez (IAA, Granada); M. Rowan-Robinson (Imperial College, Reino Unido), S. Oliver (Univ. de Sussex, Reino Unido); S. Serjeant (Univ. de Kent, Reino Unido); O. Almaini, J. Manners y O. Johnson (Royal Obs. Edinburgh, Reino Unido); C. Willott (Univ. de Oxford, Reino Unido); P. Ciliegi (Obs. de Bolonia, Italia); R. McMahon (IoA, Cambridge, Reino Unido); I. Matute y F. La Franca (Univ. Roma III, Italia); C. Lonsdale (IPAC, Caltech, EEUU); H. Smith (Univ. de California, San Diego, EEUU); C.J. Cesarsky (ESO, Alemania); H. Flores (Obs. Meudon, Francia); D. Elbaz (CEA, Saclay, Francia); A. Franceschini (Univ. Padova, Italia); A.S. Wilson (Univ. Maryland, EEUU); N. Nagar (Univ. de Florencia, Italia); G. Cecil (NOAO, EEUU); Z. Tsvetanov (Univ. Johns Hopkins, EEUU); R. Sosa Brito, L. Tacconi-Garman, M. Lehnert y R. Genzel (MPE, Alemania); P. Augusto (Univ. de Madeira, Portugal); H. de Ruiter (Inst. Radioastronomía, Bolonia, Italia); A.C. Edge (Univ. de Durham, Reino Unido).

Colaboración ELAIS (European Large Area ISO Survey); Proyecto SWIRE de Legado Científico del satélite SIRTF, Redes europeas “ISO Survey” y POE (Probing the Origin of the Extragalactic Background Radiation), Colaboración AXIS y Proyecto Herschel/SPIRE.

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 propiedades de las galaxias y el origen de los fondos de radiación extragalácticos. Los proyectos principales son:

- *European Large Area ISO Survey (ELAIS)* y otros programas de observación con el satélite ISO del grupo ISOCAM
- Observaciones con los satélites de rayos X Chandra X-Ray Observatory y Newton/XMM de los campos ELAIS
- *The SIRTF Wide Area InfraRed Extragalactic Survey (SWIRE)*
- Proyecto AXIS *(An XMM International Survey)* en colaboración con el *XMM Survey Centre*

Durante este año las actividades de investigación del grupo se han desarrollado en el marco de dos redes de investigación europeas: «ISO Survey» y POE *(Probing the Origin of the Extragalactic Background Radiation),* que agrupan a los principales centros de investigación europeos en Astrofísica Extragaláctica. I. Pérez Fournon es el investigador principal del equipo español en ambas redes, que incluye a investigadores del IAC, IFCA e IAA, y coordinador de las observaciones de seguimiento de las fuentes IR detectadas en los campos ELAIS del Hemisferio Norte.

Algunos resultados relevantes

Durante este año el grupo ha realizado aportaciones fundamentales sobre el origen de los fondos de radiación extragalácticos en el marco de la Red de Investigación Europea POE basadas en estudios realizados con los satélites ISO, Chandra, XMM-Newton, HST y telescopios en tierra. En particular, se han analizado las muestras de galaxias distantes emisoras en el infrarrojo medio (ISOCAM) y en rayos X (Chandra o XMM) en los campos Lockman, HDF-N y ELAIS. Las fuentes extragalácticas detectadas con la cámara ISOCAM del satélite ISO en observaciones de tiempo de exposición alto son el origen de la mayor parte del fondo cósmico infrarrojo. Si se supone una distribución espectral de energía típica de galaxias con formación estelar intensa (*starbursts*), entre el 50% y el 70% del fondo cósmico infrarrojo es debido a las fuentes detectadas a 15 micras.

Por otro lado, las observaciones con los satélites Chandra y XMM-Newton demuestran que sólo una minoría (17%) de las fuentes extragalácticas detectadas con ISO en el infrarrojo medio (15

micras) son galaxias con núcleos galácticos activos. En los campos profundos (Lockman, HDF-N y ELAIS/SCUBA) con observaciones en rayos X obtenidas con XMM-Newton y Chandra se detecta una población de fuentes cuyo espectro en los rangos visible e IR cercano es muy rojo, y a su vez son muy débiles en el visible *(Extremely Red Objects, EROs).* Una pequeña muestra de esas fuentes es suficientemente intensa en el infrarrojo medio para ser detectada por ISO. La distribución espectral de la emisión de estas fuentes desde rayos X al infrarrojo demuestra que se trata de cuásares completamente oscurecidos (cuásares de tipo 2).

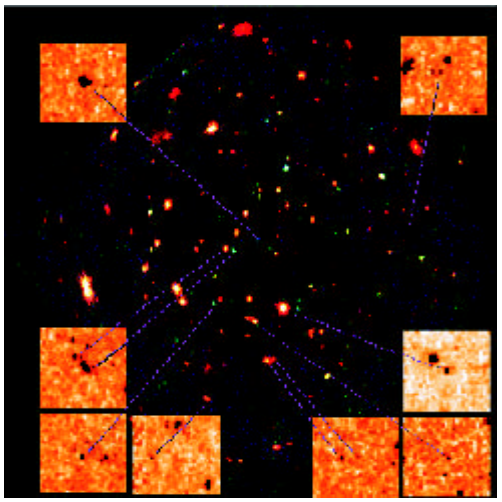
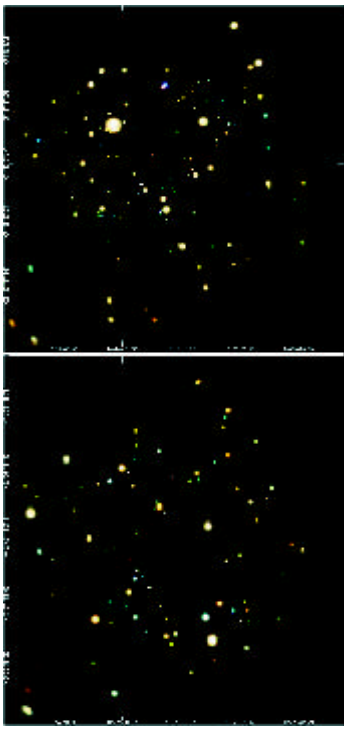


Imagen en rayos X del campo Lockman obtenida con el satélite XMM-Newton de la Agencia Espacial Europea. Algunas de las fuentes de rayos X han sido detectadas también en el infrarrojo medio a partir de observaciones con el ISO (recuadros).

La información proporcionada por las observaciones en el infrarrojo es también fundamental en el estudio de los cúmulos de galaxias. En los cúmulos ricos y jóvenes hay evidencia de formación estelar (efecto Butcher-Oemler). Sin embargo, las observaciones en el rango visible sólo muestran una pequeña parte de la formación estelar global. El ritmo de formación estelar en las galaxias *starburst* oscurecidas por polvo estimado a partir de observaciones infrarrojas es entre 10 y 100 veces mayor que el estimado a partir de datos en el visible (línea de emisión de [OII]). Se concluye que el 90% de la formación estelar en el cúmulo de galaxias Abell 1689 no es detectable en el visible debido a la absorción por polvo y se puede detectar sólo con observaciones en el infrarrojo.

En colaboración con el Proyecto SCUBA 8 mJy Survey, que ha llevado a cabo observaciones de gran campo en la región ELAIS N2 en el rango submilimétrico con el telescopio JCMT (Hawai, EEUU) y el bolómetro SCUBA, se ha realizado un estudio de las asociaciones entre las fuentes emisoras de rayos X (principalmente núcleos activos de galaxias) detectadas con Chandra y las fuentes submilimétrico (galaxias con formación estelar intensa) detectadas con SCUBA. Este estudio ha permitido descubrir por vez primera que existe una correlación angular entre las dos poblaciones que puede indicar que se trata de galaxias que forman parte de las mismas estructuras a gran escala en el universo temprano. Sin embargo, en general las fuentes de rayos X y submilimétrico no coinciden, lo que puede explicarse en el marco de modelos evolutivos de galaxias masivas proto-elípticas.



Imágenes en rayos X obtenidas con el satélite Chandra X-ray Observatory de la NASA de los campos ELAIS N1 y N2.

Evolución del Proyecto

Proyecto ELAIS (European Large Area ISO Survey)

Durante 2001 se ha continuado el estudio fotométrico y espectroscópico de las muestras de galaxias emisoras en el infrarrojo medio y lejano descubiertas en observaciones de gran campo con el satélite ISO (a 7, 15, 90 y 175 micras). En colaboración con los grupos de la Red POE de Bolonia y Padua se ha elaborado un catálogo final de fuentes de 15 micras y sus contrapartidas en los rangos visible e IR cercano.

Proyecto ELAIS Deep X-ray Survey

Este Proyecto se está llevando a cabo por un consorcio formado por investigadores de las Universidades de Edinburgo, Sussex, Oxford, Kent, Imperial College y Cambridge (Reino Unido), Bolonia (Italia) y el IAC. Está basado en observaciones muy profundas obtenidas con los observatorios de rayos X Chandra de NASA y XMM-Newton de ESA. Las zonas de cielo observadas (centros de los campos ELAIS N1 y N2) cuentan con observaciones en otras longitudes de onda (radio, submilimétricas, IR cercano, medio y lejano y visible). El programa de identificación de las fuentes de rayos X con contrapartidas en el visible e IR cercano ha permitido determinar las propiedades de las fuentes emisoras de rayos X y comenzar su estudio espectroscópico con varios telescopios (Calar Alto 3,5 m, WIYN, Subaru y TNG, entre otros). Asimismo, se ha comenzado la determinación de desplazamientos al rojo fotométricos de todas las galaxias en estos campos y estudios estadísticos de correlación de las poblaciones extragalácticas seleccionadas en los diferentes rangos del espectro.

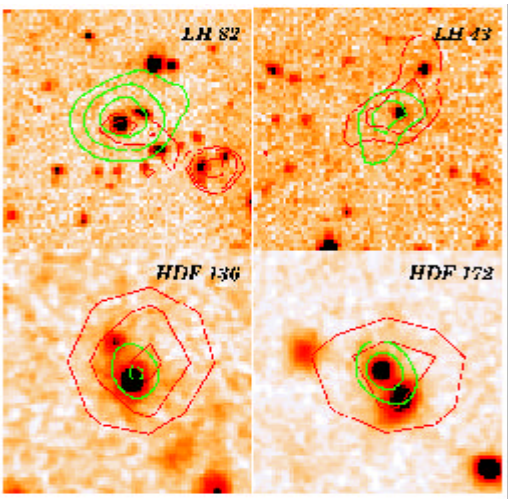
Proyecto de observaciones con el satélite ISO del Consorcio ISOCAM

Se ha continuado la colaboración con el Consorcio, liderado por C. Cesarsky, que construyó la cámara ISOCAM del satélite ISO y realizó diversos estudios extragalácticos con ISOCAM.

Se ha completado la reducción de datos, utilizando nuevos métodos, de las observaciones extragalácticas en el infrarrojo medio (ISOCAM) y lejano (ISOPHOT) realizadas por el Consorcio ISOCAM y se ha progresado en el seguimiento desde tierra de las fuentes ISO con fotometría CCD y espectroscopía multiobjeto (con los telescopios TNG del ORM y CFHT, Hawai, EEUU).

Se ha determinado la contribución de las galaxias emisoras en el infrarrojo medio al fondo cósmico infrarrojo. Se ha llevado a cabo un análisis de las contrapartidas infrarrojas de las fuentes emisoras de rayos X en los campos Lockman y Hubble Deep Field Norte, dos de los campos con observaciones más profundas tanto en rayos X (con Chandra y XMM-Newton), como en el IR medio (ISO) y en el visible (HST). Este estudio ha permitido evaluar la contribución de los AGN al fondo cósmico infrarrojo y explicar los procesos de generación de energía de los objetos ultrarrojos (ERO) con emisión de rayos X.

Por otro lado, se han llevado a cabo estudios de cúmulos de galaxias observados con ISO para analizar el ritmo de formación estelar a partir de las medidas en el infrarrojo y compararlo con otras estimaciones a partir de datos en el rango visible. Este estudio se ha completado para el cúmulo Abell 1689 y están en marcha estudios similares para otros cúmulos.



Algunos ejemplos de fuentes con emisión en el IR medio y en rayos X descubiertas en los estudios que se han llevado a cabo con los satélites XMM-Newton, Chandrae ISO. La imagen de fondo es en el filtro I, los contornos rojos corresponden a la imagen a 15 micras obtenida con el satélite ISO y los contornos verdes a las imágenes en rayos X obtenidas con XMM-Newton y Chandra.

Proyecto SWIRE

Se ha progresado en la definición de los objetivos científicos y del plan de trabajo del Proyecto SWIRE *(SIRTF Wide-area InfraRed Extragalactic Survey)*, el mayor estudio extragaláctico que será realizado con el observatorio espacial infrarrojo SIRTF, el primer satélite del programa Orígenes de NASA, en el que se espera detectar del orden de dos millones de galaxias. La fecha prevista de lanzamiento de SIRTF es el 9 de enero de 2003. La colaboración SWIRE está llevando a cabo observaciones desde tierra (principalmente con los telescopios de 4 m de los observatorios de Kitt Peak (EEUU) y Cerro Tololo (Chile) y con el telescopio ING, del ORM, de los campos SWIRE en ambos hemisferios. Estas observaciones con cámaras de gran campo y en varias bandas en los rangos visible e IR cercano facilitarán la identificación de las fuentes infrarrojas SWIRE y permitirán estudiar la estructura a gran escala del Universo en los campos SWIRE a partir de medidas de desplazamientos al rojo fotométricos.

Proyecto AXIS

La colaboración AXIS*(An XMM-Newton International Survey)* ha finalizado la campaña de observaciones en el ORM de fuentes de rayos X descubiertas en observaciones con el telescopio de rayos X XMM-Newton de la ESA. Este Proyecto, en colaboración

con el *XMM-Newton Survey Science Centre*, constituye un primer paso en una de las tareas del XMM-Newton SSC, la identificación en el rango visible y su seguimiento espectroscópico de las miles de fuentes de rayos X que están siendo descubiertas en observaciones con XMM-Newton. La mejor eficiencia de detección de rayos X duros de XMM-Newton en comparación con satélites anteriores como Einstein y ROSAT permite la detección y estudio de los objetos más energéticos del Universo. Muchas de estas fuentes de rayos X pasan desapercibidas en otros rangos del espectro debido a efectos de absorción. AXIS espera determinar el origen de la radiación de fondo en el rango de los rayos X “duros”, cuyo contenido energético es superior al de la radiación de fondo en rayos X “blandos”, estudiada ampliamente con los satélites Einstein y ROSAT.

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

C. Muñoz-Tuñón.
V. Melo, N. Caon, E. Recillas, A.M. Varela, M. Prieto, J.M. Rodríguez Espinosa y B. García Lorenzo.

Colaboradores del IAC: D.R. Gonçalves, A.M. Pérez, J.A. Acosta Pulido y H. Deeg.

J.A. López Aguerri (Univ. de Basilea, Suiza); J. Iglesias (Obs. Astronomía Espacial; Marsella, Francia); L.M. Cairós (Obs. Univ. de Gottingen, Alemania); G. Tenorio Tagle y S. Silich (INAOE, México); E. Simmoneau (IAP, Francia); M. Mas Hesse (LAEFF, Madrid); J.M. Vílchez (IAA, Granada); M. Santos Lleó (XMM, Villafranca, Madrid); A. Graham (Univ. de Florida, EEUU).

Introducción

El objetivo central del Proyecto es el estudio observacional y teórico de brotes masivos de formación estelar, o *starbursts*, y su impacto en galaxias. La intención es definir el alcance de estos eventos, así como 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 todo su rango, desde *starburst* nucleares a los encontrados en galaxias enanas, pasando por las regiones HII Gigantes en espirales y galaxias irregulares. La muestra es el objeto de estudios observacionales con una gran variedad de técnicas (imagen, espectroscopía, fotometría e interferometría bidimensional). El análisis de las observaciones llevará a plantear las propiedades físicas más realistas para usar en los códigos hidrodinámicos del grupo. Un estudio profundo como el que se plantea llevará a una estimación firme de la importancia del *feedback* y también a desglosar los elementos de causalidad inherentes a los brotes violentos de formación estelar, estallidos que dan origen a algunas de las fuentes más luminosas del Universo.

Los objetivos generales del Proyecto se enmarcan en los siguientes bloques:

Observación y modelado de los núcleos de galaxias *starburst*, su evolución hidrodinámica y la física de "supervientos galácticos".

Estudio de los efectos de interacción y marea en la formación estelar; grupos compactos de galaxias, galaxias enanas en el Cúmulo de Virgo y la formación estelar en galaxias IRAS ultraluminosas a alto desplazamiento al rojo.

El estudio de la formación, evolución y ruptura de regiones HII Gigantes en galaxias espirales e irregulares.

Evaluación y modelado de los efectos de la formación estelar masiva en el Medio Interestelar (gas ionizado y neutro) asociada a núcleos de galaxias y galaxias irregulares y enanas.

Análisis de la componente estelar asociada a los brotes de formación estelar en los núcleos y bulbos de galaxias masivas.

Gas ionizado en galaxias elípticas; su distribución y cinemática comparando con la componente estelar.

Morfología de galaxias; análisis y caracterización de componentes; parametrización asociada a la realimentación de la formación estelar.

Caracterización de las regiones de formación estelar en galaxias enanas *"starburst"*.

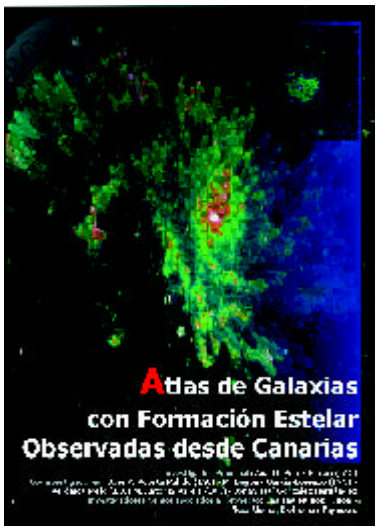
Caracterización de la galaxia "huésped" en galaxias enanas. Estudio de los procesos que originan la formación estelar actual.

Algunos resultados relevantes

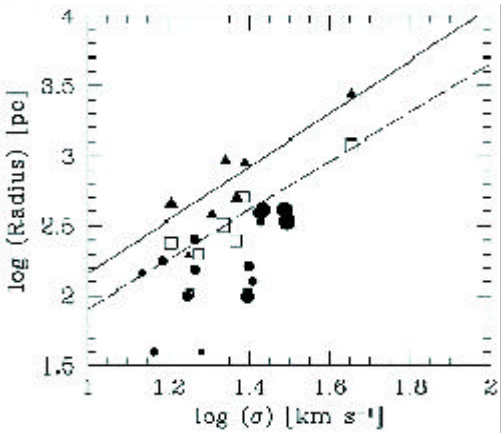
El polvo frío es una componente oscura (y hasta ahora no medida) de la masa de las galaxias. En NGC 253, una galaxia espiral con formación estelar intensa en la cercanía de nuestra galaxia (constelación del Escultor), se ha medido, a partir

de los mapas de 180 micras de ISOPHOT, una masa total de polvo muy frío de 2.2 x 10^8 $M_\odot$. El origen del calentamiento de este polvo es el campo de radiación interestelar. Es muy interesante su distribución tipo disco que, no obstante, se extiende mas allá del disco óptico de la galaxia. La masa de polvo estimada anteriormente es 8.86~10^5 (Telesco & Harper, 1980), con lo que el polvo frío detectado añadiría un 99% más a la masa contabilizada hasta ahora.

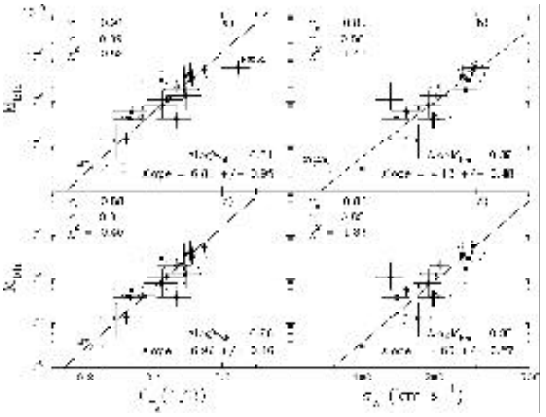
Se ha concluido el Atlas de galaxias con formación estelar observadas desde Canarias. Este proyecto ha sido financiado por el Gobierno Autónomo de Canarias, con A.M. Pérez como responsable del mismo. Las imágenes, obtenidas principalmente en el telescopio TSC, del OT, y en el JKT, del ORM, se archivarán y editarán en un CD-ROM. También se ha editado un tríptico con el resumen de los aspectos más importantes del Proyecto para un público más amplio. A partir de aquí el grupo proseguirá con el análisis astronómico de las imágenes que estarán disponibles para publicaciones de divulgación.



Se ha analizado una muestra de galaxias BCDs compactas para el estudio de las correlaciones entre tamaño, luminosidad y dispersión de velocidades en regiones de formación estelar. En cada galaxia se aislaron varios *knots* emisores si bien se concluyó que siempre uno de ellos resulta dominante en la emisión. En esta subclase de BCDs la dispersión de velocidades y la luminosidad obtenidas con espectroscopía integrada proporciona resultados similares a la espectroscopía resuelta espacialmente. El resultado utilizando todos los *knots* identificados confirma el obtenido para las regiones HII catalogadas en la galaxia irregular NGC4449. Existe relación entre tamaño, luminosidad y dispersión de velocidades sólo si se usan aquéllas de mayor brillo superficial. El umbral esta en 2×10^{35} ergs s^{-1} pc^{-2} en Hα. La dependencia encontrada es compatible con la vitrialización de las regiones.



Se ha estudiado el significado físico de la ley de Sersic, que describe de forma óptima el perfil de brillo superficial de las galaxias elípticas, y la relación entre el parámetro n y varias propiedades estructurales. Se ha puesto en evidencia cómo el índice n refleja una cantidad física muy importante: la concentración central de masa. Se ha definido un nuevo parámetro de concentración, el "TGC index", y se ha encontrado una correlación TGC-masa del agujero negro central supermasivo, mucho más clara que la que se conocía anteriormente entre masa agujero negro-dispersión central de velocidad. Este resultado sugiere que los procesos que dan forma a la galaxia y construyen el agujero negro central están relacionados. Con esta nueva relación, se puede estimar la masa de los agujeros negros directamente a partir de la imagen de las galaxias, midiendo su concentración. De este modo, miles de galaxias a alto desplazamiento al rojo pueden ahora estudiarse de forma efectiva y rápida.



La nueva correlacion entre masa del agujero negro y concentración central de las galaxias es comparada con la ya conocida correlación entre masa del agujero negro y dispersión de velocidad central. Obsérvese como esta nueva correlación es más estrecha (tiene menor fluctuación) que la anterior.

Evolución del Proyecto

Este año se finalizaron las observaciones necesarias para la creación del Atlas de galaxias *starburst* observadas desde Canarias. El 90% de los datos están reducidos y calibrados. Se están

seleccionando algunos objetos interesantes para estudios más profundos, para los que ya se han enviado algunas propuestas de servicio para obtener espectroscopía de rendija. Se ha presentado un póster para dar a conocer el Atlas al resto de la comunidad científica. Se ha editando un tríptico con un resumen del Proyecto para el público general y el catálogo está siendo compilado en un CD-ROM. Se hará una presentación en las jornadas organizadas por el Gobierno de Canarias en abril del año 2002.

Se ha obtenido la espectroscopía bidimensional de la galaxia *starburst* NGC2782. Hasta el momento sólo se han estudiado en detalle los perfiles de las líneas de emisión, encontrándose que presentan asimetrías y signos de componentes múltiples. Se ha empezado el ajuste a dos componentes de los perfiles y el análisis profundo de los datos. Los resultados preliminares sobre este objeto se presentaron en un congreso.

Estructura y formación estelar en Galaxias Compactas Azules (BCDs)

Se ha publicado el análisis de la cinemática asociada al gas ionizado de una amplia muestra de galaxias enanas con formación estelar (galaxias HII), a partir de datos *echelle* del telescopio WHT, centrándose en relaciones entre los parámetros (dispersión de velocidades, tamaño y luminosidad) para este tipo de objetos. En todas ellas se han identificado a lo largo de la rendija diferentes *knots* emisores. Cada uno de ellos ha sido aislado, caracterizado y analizado usando los diagramas de diagnóstico de tamaño y luminosidad versus sigma. En todos los casos, cada galaxia tiene un *knot* que domina la luminosidad integrada. Así, el resultado es que para las BCDs más compactas los valores de luminosidad y s obtenidos con una única apertura no difieren de los que se obtienen con espectroscopía resuelta espacialmente. No obstante queda abierto el problema de la determinación de los tamaños. La determinación de masas a partir de los tamaños observados tiene errores importantes, resultado de la necesidad de resolución espacial. Del conjunto de regiones ionizadas que se pudieron aislar se encontró, al igual que había resultado en trabajos anteriores del grupo para galaxias irregulares magallánicas (Fuentes-Masip et al, 2000, a, b), la mejor correlación entre luminosidad y sigma y tamaño. Le siguen las regiones de mayor brillo superficial, correlación que a su vez es consistente con el modelo Virial.

Se han analizado en profundidad los datos obtenidos con INTEGRAL de la región central (12x16 arcsec) de la galaxia BCD Mrk370. Se ha encontrado que el campo de velocidad del gas puede ser bien explicado por un disco en rotación. Curiosamente, el centro cinemático del campo de velocidad coincide con el centro de las isofotas exteriores. El núcleo óptico (pico de los mapas de continuo) está desplazado ~2 arcsec hacia el este del centro en torno al cual rota la galaxia. Estos resultados fueron presentados en un congreso celebrado en Granada. Los datos de espectroscopía bidimensional fueron analizados conjuntamente con datos de rendija larga, imagen en banda estrecha y ancha, cuyos resultados se publican en un artículo que ya ha sido enviado.

Se ha empezado el análisis de los datos de tres BCDs de las que se dispone de espectroscopía bidimensional de los 30x30 arcsec centrales. Hasta el momento se ha centrado en la cuestión cinemática y obtenido los campos de velocidad del gas ionizado. Se ha comenzando un estudio en profundidad de estas galaxias, con especial atención a la morfología bidimensional de la extinción. Los primeros resultados cinemáticos derivados de estos datos han sido presentados en un congreso.

Se ha publicado el segundo de la serie de artículos que se dedica al estudio de una muestra de 28 BCDs. En el primero se presentaron las observaciones en banda ancha en B, V, R e I. Mediante mapas muy profundos se obtuvieron perfiles de brillo superficial y de color con los que se analizó su morfología y estructura. En el segundo artículo se incorporan nuevas imágenes en el filtro U y en Hα con las que se calcularon magnitudes isofotales y magnitudes límite y se proporciona el primer atlas de este tipo de objetos. Se discriminan los diferentes nódulos de formación de estrellas en cada galaxia discriminando los que son recientes de aquellos en los que la formación de estrellas ya ha cesado.

Se han realizado observaciones en el infrarrojo cercano (NIR) de una muestra de ~40 galaxias BCDs. Los datos han sido reducidos y analizados. Siguiendo métodos desarrollados para el análisis óptico se han construido mapas de contorno, perfiles de brillo superficial y perfiles de color para las 40 galaxias de la muestra, así como perfiles y mapas de color en el óptico-infrarrojo. La fotometría superficial profunda ha permitido trazar los perfiles de las galaxias hasta ~25 mag/arcsec-2 en J y 24 en H y Ks (K short). Las partes externas se han ajustado usando una ley exponencial y un perfil de Sersic. En los mapas óptico-infrarrojo se han detectado estructuras que no aparecen si se limita sólo al visible: brazos espirales y bandas de polvo en bastantes objetos. Esto último implica que la hipótesis que se maneja generalmente respecto al poco contenido de polvo de las BCDs no es del todo cierta.

Los resultados en el NIR se combinarán con la fotometría óptica para estudiar las poblaciones estelares. La edad de la población subyacente se puede "datar" de manera mucho más fiable incorporando datos IR (colores más sensibles a la evolución de las estrellas viejas, por ejemplo V-K; menos contaminación de polvo y menos influencia de la contaminación del *starburst* (tanto del continuo estelar como de las líneas de emisión).

Los pasos siguientes son: hacer espectroscopía profunda de la galaxia huésped (propuestas WHT, VLT) y espectroscopía de alta resolución espectral y espacial de BCDs para estudiar y modelar la cinemática de la muestra seleccionada en base a nuevas observaciones en Hα Fabry-Perot.

Dinámica y estructura de galaxias con formación estelar

La contabilidad de la masa de las galaxias requiere el estudio multifrecuencia. En particular, y en el caso de galaxias con mucha formación estelar, el rango infrarrojo es particularmente importante. También la detección y caracterización de las estructuras presentes en las zonas de formación estelar requiere la medida en el infrarrojo medio y lejano.

Se ha compilado toda la información contenida en los archivos de ISO relativa a la muestra de galaxias con formación estelar de interés para el grupo. La galaxia NGC 253, una de las espirales clásicas, que presenta una estructura floculenta y mucha formación estelar ha sido la elegida para comenzar el estudio. Este ha sido el tema del Proyecto de investigación de V. Melo, en el que se han desarrollado tanto las técnicas de reducción como de análisis para el estudio de la fotometría infrarroja.

Se ha realizado el estudio de la emisión en el IR lejano (FIR), usando mapas de IRAS a 12, 25 y 60 micras y el de ISOPHOT a 180 micras. Es importante resaltar que, junto al de Andrómeda, éste es el primer mapa de una galaxia a tal longitud de onda que será publicado. De los mapas en FIR se han podido identificar estructuras, en particular, la presencia de una barra y un anillo. Se ha analizado la distribución espectral de energía de cada una de las estructuras detectadas y se ha modelizado de acuerdo con diversas componentes térmicas asociadas a polvo. La emisión de la barra, por ejemplo, corresponde a polvo frío mientras que el disco está dominado por la contribución de polvo muy frío. La masa de este polvo muy frío (calentado por el campo de radiación interestelar) es muy alta, 2.2×10^8 $M_\odot$; no había sido detectada anteriormente y se extiende mas allá del disco óptico.

El caso de las galaxias barradas

Las galaxias barradas son muy abundantes en el Universo. Estadísticas recientes muestran que hasta el 50% de las galaxias espirales brillantes contienen una barra. Muchas de ellas tienen formación estelar intensa. Cada componente estructural que forma una galaxia (disco, bulbo, barra, etc.) se muestra claramente en sus perfiles de brillo superficial. Asumiendo que cada componente tiene una ley matemática para sus perfiles de brillo, la suma de todos ellos debe ser igual al brillo superficial observado de la galaxia. El grupo ha desarrollado un método para la descomposición de los perfiles de brillo galácticos y en especial los de las galaxias con estructuras no axisimétricas, como barras. El conocimiento de las componentes estructurales es el paso previo para los estudios dinámicos de las galaxias.

Uno de los principales parámetros dinámicos de las galaxias barradas es el patrón de velocidad de la barra. Esta cantidad generalmente se parametriza mediante el cociente $R=D_{\{L\}}/a_{\{B\}}$, siendo $a_{\{B\}}$ el semieje mayor de la barra y $D_{\{L\}}$ el radio de corrotación de la galaxia. Aquellas barras que presentan $1<R<1.4$ se les llama barras rápidas y lentas si $R>1.4$. Este parámetro es muy importante ya que está relacionado con el contenido de materia oscura en las regiones centrales de las galaxias. Simulaciones numéricas recientes muestran que las barras se frenan mediante fricción dinámica muy rápidamente en presencia de halos de materia oscura masivos. Aunque la muestra de galaxias barradas para las cuales se conoce R no es muy amplia, hasta ahora no se conocen barras lentas. Durante el pasado año se realizaron observaciones fotométricas y espectroscópicas de una muestra de galaxias barradas tempranas. Dos de ellas (NGC 5850 y NGC 1023) han sido ya analizadas dando como resultado que ambas barras son rápidas. Para NGC 5850 se realizaron simulaciones hidrodinámicas, mediante las cuales se determinaron la distribución de masa de las distintas componentes estructurales y su patrón de velocidad. Durante los últimos años se ha realizado un estudio muy detallado de la estructura de esta galaxia, que concluye ahora obteniendo su distribución de masa y los modelos hidrodinámicos. NGC 1023 es una galaxia en interacción para la cual se ha determinado su patrón de velocidades mediante el método espectroscópico de Tremaine-Weinberg. Durante el año 2002 se analizará el patrón de velocidades de 5 galaxias tempranas, para las cuales se han estado obteniendo las observaciones durante 2001. Esta será la muestra más amplia de galaxias barradas para las cuales se obtenga el patrón de velocidades, lo que permitirá obtener información sobre el contenido de materia oscura en sus partes centrales.

Estructura de galaxias elípticas

Se ha estudiado el significado físico de la ley de Sersic, que describe de forma óptima el perfil de brillo superficial de las galaxias elípticas, y la relación entre el parámetro n y varias propiedades estructurales.

Se ha puesto en evidencia cómo el índice n refleja una cantidad física muy importante, la concentración central. Se ha definido un nuevo parámetro de concentración, el índice "TGC", y se ha encontrado que galaxias más grandes y luminosas tienen una concentración central más alta. Se analizaron en detalle los errores asociados en la determinación de TGC, debidos a truncamiento del perfil, errores en la sustracción del cielo, etc., y se ha demostrado cómo el índice TGC es más fiable y menos afectado de errores que otros parámetros similares, anteriormente muy utilizado en la literatura. El resultado más novedoso e importante ha sido el descubrimiento de una correlación TGC-masa del agujero negro central supermasivo, más estrecha que la que se conocía anteriormente entre masa agujero negro-dispersión central de velocidad. Este resultado sugiere que los procesos que dan forma a la galaxia y construyen el agujero negro central se afectan mutuamente. Con esta nueva relación, se puede estimar la masa de los agujeros negros directamente a partir de la imagen de las galaxias, midiendo su concentración. De este modo, miles de galaxias a alto desplazamiento al rojo, pueden ahora estudiarse de forma efectiva y rápida.

ORIGEN DE LA ACTIVIDAD NUCLEAR EN GALAXIAS (P2/93)

J.M. Rodríguez Espinosa.
J.A. Acosta Pulido, A.M. Pérez García y M.R. Kidger.

Colaboradores del IAC: J.J. Fuensalida y C. Muñoz-Tuñón.

A. Prieto (MPI, Alemania); B. García Lorenzo (ING, La Palma); U. Klaas (MPIA, Alemania); R. Laureijs (VILSPA, Madrid).

Introducción

En el estudio de las galaxias activas hay dos aspectos de suma importancia. Uno es el fenómeno de la variabilidad, que proporciona información sobre los tipos de mecanismos capaces de originar la actividad nuclear, así como sobre el tamaño del núcleo mismo. El otro es la relación entre las propiedades de la galaxia que alberga al núcleo activo y éste. El grupo está investigando estos dos aspectos clave de la actividad de las galaxias. Para el primero se está estudiando la variabilidad, incluyendo microvariabilidad, de cuásares y objetos activos violentamente variables. Para el segundo se cuenta con imágenes ópticas e IR, y fotometría ISO, de una muestra estadísticamente completa de galaxias Seyferts, con la idea de analizar su morfología, así como otros parámetros físicos. El objetivo último del proyecto es entender los mecanismos que originan la actividad en las galaxias activas, y los efectos de esta actividad en los bulbos y discos de estas galaxias.

Algunos resultados relevantes

Se ha encontrado anisotropía en la radiación en el IR medio medida con ISO en galaxias Seyferts. Dicha anisotropía ha sido medida, apoyando los modelos de disco de acrecimiento delgado y extenso, más que los modelos que preconizan un disco ópticamente grueso y compacto.

Se ha completado y editado en CD-Rom el Atlas de galaxias con brotes intensos de formación estelar

Se ha concluido un estudio de la galaxia Seyfert 2 NGC5252, basado en datos obtenidos con instrumentos a bordo del satélite ISO, en el infrarrojo medio con imágenes obtenidas con ISOCAM y en el infrarrojo lejano con ISOPHOT. La emisión en el IR medio aparece marginalmente extendida.

Se ha encontrado una excelente correlación entre el flujo de líneas de emisión de alta excitación con la emisión de continuo en el IR medio, correlación que se degrada al comparar con el continuo en el IR lejano. Esto confirma estudios anteriores en los que se afirmaba que la emisión en el IR medio es debida a polvo calentado por el núcleo activo.

Evolución del Proyecto

Se están analizando imágenes en el rango infrarrojo medio de la muestra de galaxias Seyferts del catálogo del Center for Astrophysics, obtenidas con la cámara ISOCAM, a bordo del satélite ISO. Se pretende separar las distintas componentes estructurales y obtener la emisión en el IR medio del núcleo activo. Los resultados preliminares indican que las galaxias analizadas presentan una componente puntual no resuelta, además de emisión extendida en este rango. La emisión puramente nuclear de las galaxias Seyfert aparece anisotrópica en este rango. De los mapas de color Optico-IR se está analizando la presencia de barras y otros rasgos morfológicos, como trazas de interacciones, zonas conspicuas de formación estelar, etc.

Se ha concluido un estudio de la galaxia Seyfert 2 NGC5252, basado en datos obtenidos con instrumentos a bordo del satélite ISO, en el infrarrojo medio con imágenes obtenidas con ISOCAM y en el infrarrojo lejano con ISOPHOT. Se ha conseguido separar la emisión en varias componentes térmicas, una de ellas asociada con emisión de polvo muy frío (~20 K) y que está calentado por el campo de radiación interestelar. El resto de la emisión infrarroja se atribuye a una estructura toroidal de polvo que rodea el núcleo y reprocesa la intensa radiación UV que proviene del mismo, lo que concuerda con las predicciones de los modelos más recientes. Este trabajo ha sido realizado en colaboración con A. Prieto y se ha enviado un artículo, que se encuentra en proceso de arbritraje.

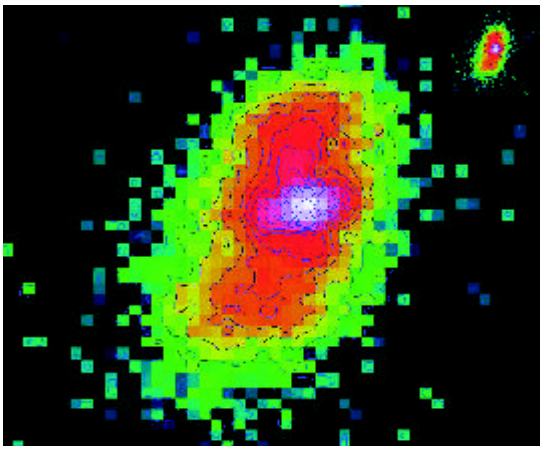
J.A. Acosta ha colaborado en la elaboración de un artículo sobre la calibración fotométrica del instrumento ISOPHOT a bordo del satélite ISO, que será publicado durante el año 2002. En este artículo se describen los distintos pasos a seguir para obtener la calibración fotométrica de los datos obtenidos por ISOPHOT y que están incorporados al procesamiento automático de los datos en el archivo oficial de la misión ISO. El investigador principal en este Proyecto ha sido B. Schulz (VILSPA).

Se ha continuado el estudio de la galaxia Mrk 297 a partir de las imágenes en banda ancha, cubriendo desde el rango visible en la banda B hasta el infrarrojo cercano en K. Además se ha obtenido espectroscopía de campo integral usando el instrumento INTEGRAL en el telescopio WHT. En la actualidad, el análisis de los datos lo está llevando a cabo A. Sánchez Santana como proyecto de investigación en sus estudios de tercer ciclo, dirigido por J.A. Acosta.

En colaboración con A. Prieto, se han publicado los resultados de un estudio sobre la relación del flujo de las líneas de coronales de alta excitación en el IR medio y la emisión de continuo en IR medio y lejano en galaxias Seyfert. La conclusión del trabajo es que hay una correlación entre el flujo de dichas líneas y la emisión de continuo en el IR medio, correlación que se degrada al comparar con el continuo en el IR lejano, lo que implica que la emisión en el IR medio es debida a polvo calentado por el núcleo activo.

Se ha observado en el IR medio con TIMMI2 (Telescopio 3,6 m, La Silla-ESO, Chile) una muestra de galaxias Seyfert 2 que presentan conos de ionización. La campaña de observación continuará en marzo de 2002. Se están analizando los datos de la galaxia NGC7582, que presenta emisión extensa tanto en el continuo como en la emisión de moléculas PAH y líneas de emisión ([NeII]). También se han obtenido espectros cruzando el núcleo de la galaxia donde se observa además de la emisión de PAH, la absorción por silicatos.

Se ha completado el estudio de la emisión en el rango IR lejano de la galaxia *starburst* NGC253. Se ha realizado la descomposición fotométrica y se ha encontrado que puede ser explicada con tres componentes estructurales: el disco, una componente central no resuelta y una barra que se extiende hasta 2-3 kpc. También se ha detectado un anillo en la emisión a 12 y 25 micras.



La galaxia NGC 7582 observada en el filtro N1 (8 micras). Se distingue claramente una estructura barrada cruzando el núcleo y más afuera una estructura espiral perpendicular a la misma.

En colaboración con B. García, se ha obtenido espectroscopía bidimensional de la galaxia starburst NGC2782 con INTEGRAL. La morfología de NGC2782 muestra una forma peculiar, con una elongación prominente hacia el sur. Las líneas de emisión presentan una amplia variedad de perfiles dependiendo de la localización espacial.

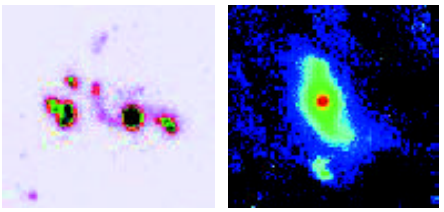


Fig. 2 a y b: Imágenes de la galaxia Mrk 370 usando los filtros Hα (izquierda) y banda J en el IR (derecha). En la imagen Hα se observan las zonas de formación estelar reciente, mientras que en la imagen IR se observa la población estelar vieja.

Se han completado las observaciones del Atlas de galaxias con formación estelar violenta en Hα (en total, 55 galaxias) con el telescopio JKT y se han observado parte de ellas en el IR cercano (15 galaxias) con el telescopio TCS. Se ha finalizado la reducción de todas las imágenes en Hα y se ha hecho una reducción preliminar de los datos en IR cercano. Se están analizando las imágenes para

obtener parámetros tales como el ritmo de formación estelar (en Hα) y hacer un estudio de los distintos componentes estructurales de los objetos de la muestra observada (imágenes en J, H, Ks).

En cuanto al programa de variabilidad de cuásares, su principal hito del año ha sido la publicación por parte de J.N. González Pérez, M.R. Kidger y F. Martín Luis de un catálogo de fotometría UBVRIJHK de estrellas de campo de 26 AGN. Se ha publicado un total de 34.712 medidas de 371 estrellas con una fotometría basada en la escala de Landolt en el visible y en Vega en el IR cercano. Los errores totales incluyendo todas las fuentes de error son inferiores al 1% en varias de las bandas medidas.

De las medidas, 12.436 son medidas visibles UBVRI de 364 estrellas en el campo de 26 cuásares y 22.276 son medidas infrarrojas de 122 estrellas de campo de 12 AGN. Un total de 115 estrellas de campo de 12 AGN tienen medidas en ambos rangos.

La principal novedad de este catálogo es que cubre un rango de magnitudes bastante más débiles que los catálogos de Landolt, aunque la precisión fotométrica sigue siendo alta. En visible se cubre un rango de 11<V<20 con una mediana de V=16.5 (3 magnitudes más débil que Landolt), con la mayoría de las estrellas entre V=15 y V=18, mientras que el catálogo de Landolt incluye muy pocas estrellas tan débiles. En infrarrojo el rango cubierto es de 9<K<17, lo cual también amplía significativamente el rango de brillo de estrellas cubiertas por las listas existentes. La magnitud mediana es de K=13.5.

Se pretende ampliar este trabajo en un futuro próximo incluyendo más estrellas y más campos. En principio se pretende calibrar hasta 1.000 estrellas en total e incrementar considerablemente la cantidad de estrellas débiles incluidas.

M.R. Kidger y F. Martín Luis han empezado un trabajo de clasificación espectral de las estrellas medidas para suplementar la fotometría y astrometría precisa presentada en el catálogo. Se espera que este trabajo se continúe durante el año 2002.

POBLACIONES ESTELARES EN GALAXIAS (P3/94)

A. Aparicio.
A. Marín Franch, D. Martínez Delgado, A. Rosenberg, S. Hidalgo Rodríguez y R. Carrera Jiménez.

Colaboradores del IAC: C.P. Padilla Torres, I. Martínez Delgado y C. Martínez Roger.

G. Bertelli, C. Chisosi, G. Piotto, I. Saviane, A. Recio y M. Zoccali (Univ. de Padua, Italia); D. Geisler (Univ. Concepción, Chile); M.A. Gómez Flechoso (Madrid); M. Mateo (Univ. de Michigan, EEUU); P. Stetson (Univ. Victoria, Canadá); E. Hardy (Univ. de Chile); P. Demarque y R. Zinn (Univ. de Yale, EEUU); F. Prada (Calar Alto, Almería), C. Gallart Gallart (Univ. de Yale, EEUU y Chile).

Introducción

Los objetivos del Proyecto son: la caracterización de las poblaciones estelares, estructura, historia evolutiva y proceso de formación de galaxias y el estudio de la materia oscura en dichas galaxias. La investigación se centra, para ello, en las galaxias próximas, incluyendo, en algunos aspectos, la propia Vía Láctea, y asume que tales galaxias son una buena representación de todas las galaxias, pudiendo considerarse una buena referencia para entender cómo éstas se forman y evolucionan. El Proyecto se divide en cuatro líneas principales:

Galaxias enanas: poblaciones estelares, materia oscura y estructura primordial

En un universo dominado por materia oscura fría, las galaxias enanas serían las primeras en formarse, dando lugar su posterior aglutinamiento a galaxias mayores. En este sentido, las galaxias enanas que ahora se observan en nuestro entorno podrían ser los objetos que no llegaron a aglutinarse. La estructura extendida y contenido estelar primitivos darían información valiosa sobre la propia distribución de materia oscura y sobre sus luminosidades y sus ritmos de formación estelar en las primeras etapas de la evolución del Universo.

El objetivo de esta línea es caracterizar la estructura espacio-temporal de las galaxias enanas y, en particular, la búsqueda de halos extendidos que puedan estar constituidos por una población estelar vieja. Recientemente se han obtenido indicios de que estos halos existen, pero se necesitan estudios más detallados que proporcionen pruebas más concluyentes y permitan llegar a determinaciones precisas de sus propiedades.

Formación de la Vía Láctea: corrientes de marea, materia oscura y galaxias esferoidales

Los resultados de esta línea indican que la mayor parte del halo interno de la Vía Láctea se formó mediante un colapso rápido (escenario de Eggen, Lynden-Bell & Sandage 1962). Sin embargo, una parte del halo podría proceder del aglutinamiento gradual de muchos fragmentos protogalácticos (escenario de Searle & Zinn 1978) o del posterior acrecimiento de galaxias dSph. El descubrimiento

de la galaxia dSph de Sagitario en un avanzado estado de disolución por marea en el halo galáctico, formando una corriente que parece envolver a la Vía Láctea en una órbita polar, indica claramente que el segundo mecanismo es factible y abre varios frentes de trabajo. En primer lugar, es muy importante caracterizar la corriente de Sagitario para mejorar el conocimiento del proceso de destrucción y del pozo de potencial de la Vía Láctea. Por otra parte, es necesario investigar si otras dSphs muestran "restos" más allá de sus radios de marea, tal como predicen algunos modelos teóricos. Además, es muy importante encontrar evidencias de otras corrientes que supondrían otros tantos casos de destrucción de galaxias enanas: el descubrimiento de corrientes tenues alrededor de los cúmulos globulares más distantes sería clave en este sentido. Toda esta información es necesaria para comprender si los procesos de acrecimiento desempeñan un papel más o menos relevante en la formación del halo y tienen algo que ver con la presencia en el mismo de cúmulos globulares significativamente más jóvenes que los demás.

Por otra parte, las galaxias dSph muestran unas dispersiones de velocidad muy elevadas, que irían asociadas a enormes cantidades de materia (hasta el 98% de la masa de la galaxia, en algunos casos). Aún no se dispone de una explicación adecuada de este hecho y ni siquiera se puede estar seguro de que la materia oscura (y no, por ejemplo, un elipsoide de velocidades peculiar o, simplemente, la no virialización - segunda derivada del momento de inercia de la galaxia respecto al tiempo no nula -) sea la causa de toda la dispersión de velocidad observada.

Los objetivos concretos se dirigen a la caracterización de la corriente de Sagitario, el estudio de extensiones de marea en otras galaxias dSph y la búsqueda de corrientes tenues asociadas a cúmulos globulares del halo externo. A través de ellos, se espera obtener información sobre el pozo de potencial de la Vía Láctea, el papel que el proceso de acrecimiento de galaxias enanas desempeña en la formación de grandes galaxias y la cantidad y distribución de materia oscura en las galaxias dSph y el halo externo de la Vía Láctea.

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

El hecho de que los cúmulos globulares sean los objetos más viejos del Universo y que su edad pueda ser medida con cierta precisión, hace de ellos verdaderos fósiles que contienen información sobre el proceso de formación de la Vía Láctea y, por extensión, de otras grandes galaxias (ver los dos esquemas mencionados en la línea II). Tal proceso podría ser reconstruido a partir del estudio de las edades, posiciones y composiciones químicas de cada cúmulo.

Mediante este tipo de estudios, se ha concluido que lo que ahora constituye el halo interno de la Vía Láctea (los 20 kpc centrales) se formó mediante un colapso rápido (de menos de 1 Ga) y se han encontrado varios cúmulos que son o pueden ser excepciones a este resultado. Es necesario extender el análisis al halo externo para estudiar si existe un gradiente de edades en los cúmulos globulares, indicando una posible formación más tardía del halo externo o, incluso, interacciones entre nuestra galaxia y sus satélites, en el sentido indicado en la línea II.

Escenario evolutivo de las galaxias elípticas: sistemas de cúmulos globulares

Los escenarios de formación y evolución de galaxias elípticas gigantes suelen agruparse en tres modelos principales: in situ, aglutinamiento (*mergers*) y acrecimiento de objetos menores (como galaxias satélite o cúmulos globulares). Cualquier combinación de éstos podría también ser válida. Como se ha dicho, los cúmulos globulares (CG) guardan información sobre la formación y evolución inicial de galaxias, por tanto, el estudio detallado de los sistemas de cúmulos globulares (SCGs) está revolucionando este campo, aportando pistas fundamentales para el desarrollo de un modelo definitivo.

Sin embargo, los estudios en este sentido chocan con la fuerte limitación de que, a distancias mayores que unas decenas de Mpc, no es posible, con las técnicas de imagen habituales, detectar y resolver CG lo suficientemente débiles como para caracterizar los sistemas de CG asociados a las galaxias. Eso limita el ámbito de estudio a unos pocos grupos de galaxias, de los que el de Virgo es el más rico. Además, en particular, excluye al cúmulo rico de Coma: recientemente sólo se ha estudiado el sistema de CG de su galaxia central, utilizando el HST. Además, los grupos o cúmulos de galaxias poco poblados contienen muy pocas (o ninguna) galaxias elípticas, con lo que la situación de escasez de datos coherentes en que nos encontramos es evidente.

La alternativa que se ha introducido (existen, no obstante algunos estudios previos a este referidos a unas pocas galaxias) es el estudio de las fluctuaciones de brillo superficial (SBF), que se está aplicando a una amplia muestra de galaxias elípticas en Coma, así como a las regiones intergalácticas de dicho cúmulo. Los objetivos son determinar si existen cúmulos globulares intergalácticos y utilizar los resultados que se han obtenido sobre las cantidades de CG en las distintas galaxias para proponer un esquema para la formación de los

sistemas de CG en elípticas, lo que, se espera, abrirá la puerta a una mejor compresión del proceso que da lugar a una galaxia elíptica.

Algunos resultados relevantes

Los resultados más relevantes alcanzados durante el año 2001 están agrupados según las cuatro líneas que se plantearon.

Halos en galaxias enanas

Mediante métodos fotométricos y de fluctuaciones de brillo superficial, se ha detectado en dos galaxias irregulares enanas externas al Grupo Local (DDO 165 y DDO 181) una población subyacente extendida y vieja. Si bien ya se sabía de la existencia de estas estructuras en otras galaxias similares, es la primera vez que se aporta una indicación de la vejez intrínseca de su población estelar, fundamental para probar que estas estructuras están ligadas a las primeras fases de la evolución de las galaxias.

Se dispone de resultados preliminares que indican que NGC 3109, una galaxia en la periferia del Grupo Local hasta ahora œnsiderada como irregular enana, es, en realidad, una galaxia espiral vista de canto. Además de que NGC 3109 resultaría ser la espiral más pequeña de nuestras inmediaciones, la importancia del resultado es que abre una interesante oportunidad de estudio detallado de las propiedades de su halo.

Galaxias esferoidales

Se han detectado dos fragmentos de la rama Norte de la corriente de marea de la galaxia de Sagitario a baja latitud galáctica. Este resultado es fundamental para la caracterización de la órbita de la corriente en esta región, en la que se aleja rápidamente de la Vía Láctea y, de hecho, supone una confirmación sólida de que, dicha corriente, envuelve por completo a nuestra galaxia.

Los resultados negativos de los intentos de detectar la corriente Norte de Sagitario en determinadas regiones indican que es muy estrecha. Esto implica que el potencial de la Vía Láctea, generado por la distribución de materia luminosa y oscura, es casi esférico.

Se han detectado signos (subestructuras, forma en "S" de los perfiles de densidad) de que la galaxia esferoidal de Ursa Minor se encuentra fuera de equilibrio virial. Este resultado contradice la interpretación habitual de que las grandes dispersiones de velocidad observadas en estas galaxias son consecuencia de la presencia de grandes cantidades de materia oscura.

Se ha obtenido la historia de la formación estelar de la galaxia esferoidal de Ursa Minor, lo que permite, finalmente, afirmar que esta galaxia es la única de las satélites de la Vía Láctea para las que el viejo esquema (viejo, pero repetidamente asumido en multitud de trabajos recientes) de Baade de que las galaxias esferoidales son sistemas viejos, similares a los cúmulos globulares, es válido.

Cúmulos globulares y estructura del halo galáctico

Durante el año 2001, el trabajo en esta línea ha sido de ampliación de la base de datos de cúmulos globulares, por lo que los resultados calificables como "hitos" deberán llegar durante 2002.

Sistemas de cúmulos globulares en galaxias elípticas

Se han determinado las cantidades de cúmulos globulares en 17 galaxias elípticas del cúmulo de Coma, utilizando la técnica de las fluctuaciones de brillo superficial. Es la primera vez que se consigue una determinación homogénea de un número relativamente elevado de galaxias en un mismo cúmulo. Este resultado es valioso porque posibilitará discriminar entre distintos escenarios de formación de sistemas de cúmulos globulares en elípticas, clave, a su vez, en la caracterización del proceso de formación de estas galaxias.

Como resultado preliminar, se ha conseguido medir, por vez primera, la densidad de cúmulos globulares intergalácticos en un cúmulo de galaxias.

Evolución del Proyecto

Halos en galaxias enanas

Se ha finalizado la fase de investigación del DEA de S. Hidalgo con la presentación de la Memoria de Investigación basada en los resultados obtenidos de DDO 165 y DDO 181 (S. Hidalgo y A. Aparicio).

En colaboración con C. Gallart (que estará en este Proyecto para el 2002), se han reducido los datos de gran campo de la galaxia NGC 3109 y se ha iniciado el análisis de los mismos (S. Hidalgo y A. Aparicio).

Se ha completado la reducción de datos del HST de la galaxia Phoenix (S. Hidalgo, A. Aparicio y D. Martínez).

Reducción y análisis de datos (no concluido) de regiones HII en galaxias enanas en la vecindad del Grupo Local. Todo ello encuadrado en el trabajo de investigación del DEA de I. Martínez (I. Martínez y A. Aparicio).

Reducción y análisis de datos (no concluido) de la galaxia enana del Grupo Local IC 1613. Todo ello encuadrado en el trabajo de investigación del DEA de C.P. Padilla (C.P. Padilla y A. Aparicio).

Galaxias esferoidales

Se ha trabajado en la caracterización de la corriente Norte de Sagitario, con la detección de dos fragmentos de la misma y varios resultados negativos. (D. Martínez, A. Aparicio y R. Carrera; en colaboración con M.A. Gómez-Flechoso).

En relación con el trabajo de búsqueda de colas de marea en las galaxias satélites de la Vía Láctea, se ha descubierto que Ursa Minor (la galaxia más cercana a la Vía Láctea tras Sagitario) se encuentra en un avanzado estado de destrucción por marea, mientras que, sin embargo, Draco, de características muy similares, no muestra indicios de tal proceso. Esto motiva la necesidad de extender este tipo de estudios a otras galaxias esferoidales; en concreto, Fornax y Sculptor, para cuya observación se ha obtenido tiempo con el telescopio de 2,2 m de ESO (Chile). Se han publicado los dos primeros artículos referidos a este tema (D. Martínez, A. Aparicio y R. Carrera; en colaboración: C. Gallart y M.A. Gómez-Flechoso).

Se ha trabajado a fondo en el estudio de la galaxia esferoidal de Ursa Minor. Esta galaxia ofrece un caso de estudio de particular interés. Siendo la esferoidal más cercana a la Vía Láctea tras Sagitario, presenta, según se ha encontrado, claros signos de estar en fase de destrucción por marea, aunque conserva aún un cuerpo principal con una estructura esferoidal clara. Muestra una gran dispersión de velocidades, que indicaría una cantidad de materia oscura del orden del 98% de la masa de la galaxia. Sin embargo, se han encontrado claros indicios de que se encuentra fuera de equilibrio virial, lo que invalida (al menos en parte) la conclusión de la gran cantidad de materia oscura. Se han presentado resultados sobre Ursa Minor en varios congresos y se han publicado dos artículos referentes a ella (D. Martínez, R. Carrera y A. Aparicio; en colaboración con M.A. Gómez-Flechoso y J. Alonso).

Por otra parte, el trabajo anterior en Ursa Minor motiva un nuevo trabajo destinado a estudiar la relación M/L en cúmulos globulares en estado de destrucción por marea. Algunos de estos cúmulos muestran M/L altas, y dado que estos sistemas no parecen contener materia oscura, se sugiere que las grandes dispersiones de velocidad observadas en las galaxias enanas podrían ser un efecto de marea. Para ello se han obtenido dos noches de observación en el telescopio WHT en el semestre 02. Este trabajo será la tesis doctoral de R. Carrera.

Se han realizado numerosas observaciones en el ORM y en ESO (Chile) dirigidas a la búsqueda de corrientes de baja densidad asociadas a cúmulos globulares del halo externo. Se ha trabajado en la reducción de estos datos, que están en fase de análisis (D. Martínez y R. Carrera; en colaboración con C. Gallart y R. Zinn).

Se ha realizado un estudio del cúmulo globular Pal 14, por el que se descarta la existencia de un resto de galaxia esferoidal asociado a él (D. Martínez y A. Boyarchuck).

Cúmulos globulares y estructura delhalo galáctico

En colaboración con C. Gallart, G. Piotto e I. Saviane, se está trabajando en la extensión del estudio de la distribución de edades de los cúmulos globulares de la Vía Láctea, lo que requiere, como paso inicial, la ampliación de la base de datos de cúmulos globulares del halo interno e intermedio (publicada en 2000) al halo externo. Para ello se han realizado observaciones con el telescopio NTT (ESO, Chile) y el telescopio TNG (ORM) los 18 cúmulos que lo pueblan. Se han analizado cuatro de ellos y se han obtenido resultados de la calidad requerida (A. Rosenberg y A. Aparicio).

Sistemas de cúmulos globulares en galaxias elípticas

Mediante la aplicación del método de Fluctuaciones de Brillo Superficial, se ha obtenido la cantidad y distribución de cúmulos globulares en 17 galaxias elípticas de Coma. Esto permitirá investigar ahora las relaciones que unen las características de estos sistemas y las propiedades del medio en que se forman, relaciones mal conocidas y que pueden aportar una importante información sobre el proceso de formación de galaxias elípticas. Los resultados de este estudio están sirviendo para poner a prueba los actuales modelos de formación y evolución de galaxias elípticas (A. Marín-Franch y A. Aparicio)

Se está investigando la posible existencia de cúmulos globulares intergalácticos en cúmulos de galaxias. Se ha analizado con detalle el cúmulo de Coma del que se están interpretando los resultados. Según algunos escenarios, la acreción de cúmulos globulares intergalácticos desempeña un papel importante en la formación y evolución de las galaxias, por tanto, el conocimiento de la existencia o no de cúmulos globulares intergalácticos tendrá implicaciones inmediatas sobre estos modelos (A. Marín-Franch y A. Aparicio).

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

E. Mediavilla.
J.A. Acosta, A. Monreal y V. Motta.

Colaboradores del IAC: L.M. Cairós y M. Rodríguez.

S. Arribas (STScI, EEUU); B. García Lorenzo (ING La Palma); L. Colina (IFCA, Santander); P. Felenbok (Obs. Paris-Meudon, Francia); R. Díaz y S. Lípari (OAC, Italia); M. Roth (IAP, Francia).

Introducción

El propósito final de este Proyecto es el estudio de la cinemática y de las condiciones físicas que afectan al gas y a las estrellas en las regiones centrales de galaxias. La muestra de galaxias se ha ido extendiendo progresivamente. En la actualidad incluye objetos muy activos (QSOs, Seyferts), de actividad intermedia y baja (LINERS, *starburst*), y objetos no conceptuados habitualmente como activos (galaxias de tipo temprano y bulbos de espirales). También se están estudiando las propiedades de las galaxias infrarrojas ultraluminosas y de las galaxias compactas azules (BCD).

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

Algunos resultados relevantes

En NGC 7331 se ha detectado un anillo de emisión en Hα presumiblemente relacionado con regiones de formación estelar. La emisión en Hα decrece rápidamente hacia el interior del anillo con una transición muy abrupta que también se refleja en el campo de velocidades del gas ionizado. Además, las líneas de emisión muestran dobles picos como si se estuvieran viendo las dos paredes de una estructura hueca en expansión, similar a una burbuja.

Evolución del Proyecto

En el programa de espectroscopía 2D de galaxias se han publicado los resultados correspondientes a NGC 2992 y M32. En NGC 2992 se ha localizado, a través de medios cinemáticos, la situación del núcleo activo, coincidente con el ápex del cono de radiación en [OIII] y con el origen del flujo de gas en expansión. A pesar de la presumible interacción gravitatoria con una galaxia compañera, el campo de velocidades de la componente estelar parece razonablemente regular. En M32 se hizo un estudio de poblaciones con resultados compatibles con la existencia de una población de edad intermedia y metalicidad solar. Se han hecho también observaciones con el haz de mayor tamaño de INTEGRAL de las regiones centrales de las galaxias NGC 7331 y NGC 5033. El análisis de los datos ha permitido detectar un anillo de gas ionizado en NGC 7331 y estudiar la anómala morfología de NGC 5033.

El estudio de las galaxias ultraluminosas sigue adelante. Se han publicado los resultados referentes a IRAS 08572+3915 y Arp 220. Este año se ha centrado en el análisis de la cinemática y la extinción en IRAS 12112+0305, IRAS 14347-1448 e IRAS 15250+3609. La extinción induce importantes efectos aparentes en la morfología de las galaxias. Así, en el sistema IRAS 14347-1448, los núcleos de las dos galaxias son de brillo similar cuando se corrigen los efectos de la extinción que hacían que el núcleo de una de ellas apareciera mucho menos brillante. El análisis de la cinemática de esta galaxia muestra un campo de velocidades bastante regular, lo que indica que posiblemente se estén observando las primeras fases del proceso de fusión de dos galaxias.

Este año se ha hecho un esfuerzo para elaborar la solicitud de la RTN Euro3D y para participar en algunas de las reuniones del grupo OPTICON Euro3D. La propuesta ha sido finalmente aprobada.

En lo que se refiere a la instrumentación, el principal esfuerzo se ha dedicado a la elaboración de un paquete de programas para analizar los datos tomados con INTEGRAL. Este sistema (IDA) se ha desarrollado con la colaboración de un estudiante de verano y permite llevar a cabo un análisis inmediato de los datos tomados en el telescopio, generando, entre otras cosas, mapas de intensidad del continuo y de las líneas de emisión y mapas de velocidad. El sistema se está probando en la actualidad en el telescopio.

DISTRIBUCION Y DINAMICA DE POBLACIONES ESTELARES GAS Y POLVO, Y FORMACION ESTELAR EN GALAXIAS (P5/94)

J. Cepa Nogué.
F. Garzón, P.L. Hammersley, M. López Corredoira, A. Cabrera, T.J. Mahoney, N. Castro, B. Cedrés, M. Prieto y A. Vazdekis.

Colaboradores del IAC: X. Calbet y J.M. Sancho.

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

Introducción

El Proyecto de cartografiado IR del plano y bulbo galácticos se enmarca dentro de la investigación en Astrofísica observacional destinada a proporcionar 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 interno 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.

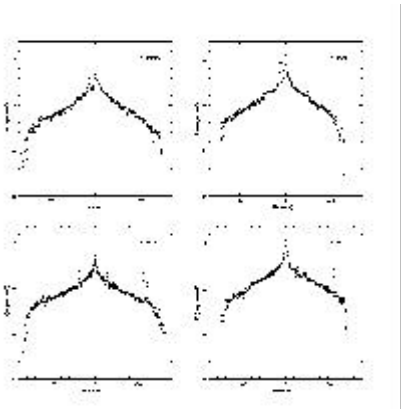
Durante el año 2001 se han ampliado los objetivos del Proyecto para incluir el estudio de la estructura y poblaciones estelares en galaxias espirales próximas, a partir de la fotometría superficial infrarroja, utilizando la cámara CAIN en el telescopio TCS, que se ha construido y puesto a punto. En este apartado del Proyecto, se ha contado con la colaboración activa del grupo del Prof. E. Battaner de la Universidad de Granada.

Algunos resultados relevantes

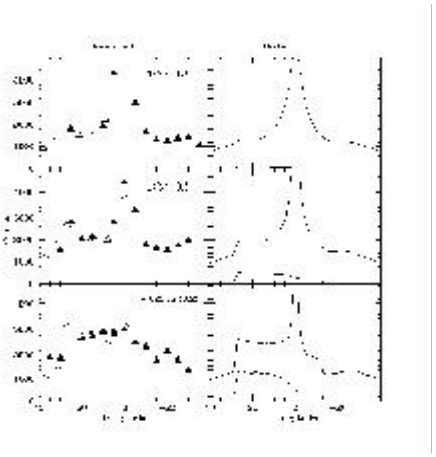
Determinación de la curva de truncamiento en galaxias espirales de canto, observadas con CAIN.

Estudio de la población estelar de la barra central de la Galaxia.

Medida de la función de luminosidad en el bulbo galáctico.



Perfiles radiales de brillo superficial para la primera muestra observada con CAIN de galaxias de canto.



Cuentas estelares de DENIS y TMGS, paneles de la izquierda, y modelo de distribución estelar con barra, en los paneles de la derecha.

Evolución del Proyecto

Durante el 2001 se ha continuado el estudio de la población estelar de la Galaxia haciendo uso de nuestra propia base de datos, TMGS más el mapa profundo multibanda con CAIN, y de las nuevas bases de DENIS, proyecto en el que se participa, y 2MASS.

Asimismo, se ha progresado en el cartografiado multibanda con CAIN, que constituye la base de la tesis doctoral en marcha en el grupo, seleccionando áreas que muestran características de interés en los cartografiados anteriores.

Se está llevando a cabo la tarea de correlacionar los catálogos existentes de población estelar galáctica en el NIR, aún no completos, lo que ha de conducir a una mejor comprensión de la población estelar que conforma las estructuras morfológicas principales.

Se ha impulsado el estudio de la estructura y poblaciones de galaxias espirales próximas, que ha de completar el cartografiado estelar de gran profundidad que forma el núcleo del trabajo de investigación de grupo. En este sentido, se ha completado la primera fase del catálogo de espirales de cara, susceptibles de ser estudiadas estructuralmente, y la mitad del de las espirales de canto, de las que se espera poder determinar los truncamientos del disco.

COSMOS, EVOLUCION COSMOLOGICA DE GALAXIAS (P5/00)

M. Balcells.
M. Prieto, D. Cristóbal Hornillos, P. Erwin, A. Graham, J. Cepa Nogué, L. Domínguez Palmero, C. Eliche Moral y M. Pohlen.

Colaboradores del IAC: J.A. Acosta Pulido, C. Muñoz-Tuñón y F. Garzón.

R. Guzmán (Univ. de Florida, EEUU); J. Gallego, N. Cardiel, J. Gorgas, J. Zamorano, E. García-Davó, G. de Paz y A. Serrano (UCM, Madrid); R. Pelló y T. Contini (LAOMP, Francia); R.F. Peletier y J. Falcón (Univ. de Nottingham, Reino Unido); D. Carter (Univ. de Liverpool, Reino Unido); J.A.L. Aguerri (Univ. de Basilea, Suiza); M. Mas (LAEFF, Madrid); J. van Gorkom (Univ. de Columbia, EEUU); R. Sancisi (Univ. de Bolonia, Italia); C. González (Univ. de Groningen, Países Bajos); C. del Burgo (MPIA, Alemania).

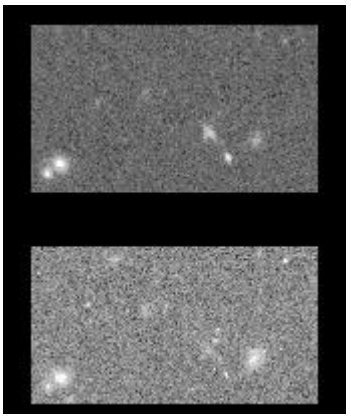
Introducción

El Proyecto COSMOS desarrolla varias líneas de investigación en estructura y evolución cosmológica de galaxias. La próxima puesta en operación del telescopio GTC permitirá el estudio de la formación y evolución de galaxias por observación directa de galaxias a distancias cosmológicas. Las actividades de este Proyecto se dirigen a la preparación para la pronta explotación científica del telescopio GTC mediante la confección y estudio de muestras de galaxias a alto *z*. Para ello, desde el año 2000 se está llevando a cabo un muestreo profundo de una amplia área del cielo, conocido como "muestreo COSMOS", que alimentará una amplia gama de proyectos científicos, entre otros la selección y estudio de muestras de galaxias hasta z~3.

A partir del "muestreo COSMOS", el equipo está abordando dos estudios de la evolución cosmológica de galaxias. En primer lugar, el estudio de galaxias luminosas compactas azules (LBCGs), objetos identificados en muestreos profundos en la década de los noventa, cuya abundancia a z altos y la poca abundancia en el Universo local las identifican como una de las clases de galaxias que más han evolucionado desde z=1. En segundo lugar, se estudian la estructura y colores de los bulbos de galaxias espirales a desplazamientos al rojo 0.5<z<1, para abordar, entre otras, la cuestión de la edad relativa de bulbos y discos en las galaxias espirales. Tanto LBCGs como bulbos son ejemplos de componentes esferoidales de las galaxias, y el grupo prosigue líneas de estudio de la estructura de bulbos y elípticas en el Universo local, así como de procesos de interacción y fusión de galaxias mediante simulaciones numéricas.

Algunos resultados relevantes

Se han extraído las cuentas de galaxias para dos campos en el "muestreo COSMOS", en la banda Ks del infrarrojo cercano (NIR) a 2,2 micras, a partir de observaciones con la cámara INGRID en el telescopio WHT. Las cuentas alcanzan la profundidad esperada de Ks=21 mag al 50% de eficiencia. El conteo se corresponde con las de otros muestreos, tanto más como menos profundos. La eficiencia y fiabilidad de detección se han determinado mediante simulaciones. Este trabajo forma parte de la tesis doctoral de D. Cristóbal Hornillos, dirigida por M. Prieto, R. Guzmán y M. Balcells.



Se muestra una región de 11.4"x5" del campo de Groth, en imagen en la banda Ks del Muestreo COSMOS. Abajo, la misma región del cielo, en imagen por el filtro F606W con la cámara WFPC2 en el HST. La calidad de imagen en los datos de COSMOS es 0.65" FWHM. Los objetos más débiles detectados con eficiencia superior al 50% tienen una magnitud Ks=20.8.

A. Graham, en colaboración con P. Erwin, N. Caon e I. Trujillo, ha ajustado leyes de Sérsic al perfil de brillo de una muestra de elípticas y bulbos que albergan agujeros negros supermasivos (SMBH) en su centro, y ha obtenido una correlación entre el índice *n* de Sérsic y la masa del agujero negro

central. Esta correlación, tanto o más estricta que la que se da entre la masa del agujero negro y la dispersión de velocidades central, permite estimar masas de SMBHs a partir de fotometría superficial, sin necesidad de medidas espectroscópicas detalladas. Los resultados han sido publicados.

M. Balcells, L. Domínguez y A. Graham, en colaboración con R.F. Peletier, han analizado los perfiles de brillo nucleares de bulbos de galaxias cercanas usando sus observaciones ópticas e infrarrojas con el HST. Los perfiles siguen una ley de Sérsic excepto en los 100-200 pc centrales, donde muestran importantes excesos, en forma de componentes adicionales que pueden ser extensos o puntuales, es decir no resueltos por el HST. Las zonas centrales (~20 pc) tienen pues densidad muy alta, y muestran perfiles de brillo en forma de ley de potencias.

El grupo ha seguido en su papel de miembro del Grupo Científico de EMIR, el espectrógrafo multi-objeto infrarrojo en construcción para el telescopio GTC, participando en la definición del nuevo concepto instrumental desarrollado durante el año.

Evolución del Proyecto

El Proyecto ha completado una parte importante de los objetivos propuestos para el año. En particular, el muestreo COSMOS ha progresado a buen ritmo, si bien la obtención de desplazamientos al rojo fotométricos deberá esperar a observaciones a realizar en 2002.

Muestreo COSMOS

D. Cristóbal, M. Balcells, M. Prieto y R. Guzmán han continuado las observaciones infrarrojas del "muestreo COSMOS". Estas observaciones están coordinadas con las llevadas a cabo por el Grupo COSMOS de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) con Omega Prime en CAHA 3,5 m. Durante este año se llevaron a cabo dos campañas de observación con la cámara INGRID en el telescopio WHT. Con ellas, se ha completado el campo de Groth y se ha iniciado el campo SIRTF-FLS. Las imágenes se han reducido y analizado siguiendo la estrategia desarrollada para campañas anteriores. Se ha logrado una robusta determinación de la eficiencia de detección de fuentes; esta eficiencia decrece de forma abrupta cerca del límite de detección. Se ha desarrollado un método novedoso de determinación de la fiabilidad de las detecciones (estimación de la fracción de fuentes espúreas). Con ello, se dispone ya de catálogos de fuentes para los campos de Groth y Coppi. Las cuentas corregidas de eficiencia y fiabilidad concuerdan con datos publicados a partir de muestreos menos profundos, y de muestreos más profundos. El "muestreo COSMOS" proporciona un puente entre ambos tipos de datos, y mejora la estadística debido a la mayor área cubierta. Se ha iniciado el estudio de modelos de cuentas de galaxias usando el código NCMOD de Gardner. El código permitirá comprobar la bondad de diversos escenarios evolutivos mediante el ajuste a las cuentas obtenidas en el "muestreo COSMOS". En los resultados hasta la fecha, las cuentas de galaxias invalidan los modelos de no evolución, y son consistentes con modelos que incorporan bien evolución en luminosidad (modelos PLE) o evolución por fusiones. Se está preparando una publicación.

Se han iniciado observaciones complementarias a las imágenes infrarrojas, con una campaña con la cámara WFC en el telescopio INT del ORM. El objetivo es aprovechar las excelentes prestaciones de la WFC en la banda U para obtener imágenes profundas en U para los campos de COSMOS. Se ha cubierto la totalidad del campo SA68 a la profundidad deseada (U_{AB}=25.5) y parcialmente el campo de Coppi. En tiempo asignado en el semestre 02A se espera cubrir el campo de Groth. Estos datos serán fundamentales para la obtención de desplazamientos al rojo fotométricos para las fuentes del "muestreo COSMOS".

Criterios de selección de galaxias LBCG

D. Cristóbal ha completado el estudio de criterios de selección de galaxias LBCG a distintos desplazamientos al rojo. El estudio de las galaxias LBCG que el grupo se plantea está liderado por R. Guzmán, y parte de la estrategia de seleccionar muestras de LBCG a distintos rangos de *z* con criterios de selección uniformes en el sistema de referencia intrínseco de las galaxias, con el fin de evitar sesgos observacionales debidos al desplazamiento cosmológico de la SED de las galaxias. Las muestras vienen caracterizadas por cortes en tres parámetros, luminosidad, color y brillo superficial. Mediante simulaciones de transformación de imágenes de galaxias en *z*, que incluyen el atenuamiento cosmológico, las correcciones K y las condiciones de observación (*seeing*, brillo del cielo), se han establecido, en función de *z*, los cortes en parámetros observables correspondientes a cortes en características intrínsecas de las galaxias, desde *z*=0 hasta *z*=2.5. Las herramientas de cálculo y de simulación se han organizado en forma de paquete y se ha puesto a disposición de otros grupos.

Bulbos de galaxias espirales

M. Balcells, L. Domínguez y A. Graham, en colaboración con R.F. Peletier, han obtenido perfiles

de brillo de una muestra local de bulbos a partir de imágenes visibles e infrarrojas con el HST (WFPC2 y NICMOS-2). Combinando estos perfiles con perfiles de brillo obtenidos con telescopios en tierra, se han derivado perfiles de brillo del sistema bulbo-disco que cubren distancias al centro desde ~10 pc hasta varios kpc. La descomposición bulbo-disco ha permitido analizar la bondad de la ley de Sérsic en ajustar la estructura de los bulbos de galaxias espirales. La ley de Sérsic es adecuada si se excluyen los 100-200 pc centrales. En las regiones interiores, la mayoría de los bulbos muestran un exceso, con perfil de brillo en forma de ley de potencias. De esta forma se han identificado componentes centrales, algunos de los cuales están resueltos espacialmente, mientras que otros no están resueltos por HST/NICMOS2 (0.18" PSF).

L. Domínguez y M. Balcells han analizado el campo de Groth en imágenes del archivo de HST, con el fin de seleccionar muestras de galaxias a desplazamientos al rojo intermedios (z~0.5–1.0) con estructura bulbo-disco resuelta. La selección se hace imponiendo límites inferiores al diámetro y a la elipticidad. Se trabajará así con muestras inclinadas, para las que los perfiles de brillo y color de los bulbos sufren menos contaminación por el disco circundante. Resultados preliminares indican que se dispondrá de una muestra adecuada de 130 galaxias. Este Proyecto constituye el tema de tesis doctoral de L. Domínguez. El objetivo es comparar perfiles de brillo y de color en muestras de bulbos a z intermedios con muestras locales, e indagar así en las edades relativas de formación de bulbos y discos.

Interacciones y fusiones de galaxias

M. Balcells, en colaboración con D. Carter, T. Bridges (Obs. Anglo-Australian), G. Hau (ESO) y C. del Burgo ha obtenido tiempo de observación con el HST para obtener imágenes y colores de las regiones centrales de galaxias elípticas con conchas. Trabajos anteriores del grupo apuntan a que las conchas fotométricas aparecen no sólo en las zonas externas sino también en regiones centrales. Estas no habrían sido detectadas en imágenes desde tierra debido al fuerte gradiente de brillo en las zonas centrales y a los efectos del *seeing*. Sin embargo, subestructuras cinemáticas detectadas en espectros de alta resolución obtenidos con el espectrógrafo ISIS en el telescopio WHT, sugieren la presencia de conchas cinemáticas, contrapartidas dinámicas a las conchas fotométricas. Con las imágenes del HST se estudiarán la extensión hacia el núcleo de la distribución de conchas, sus colores y su geometría. La presencia de conchas cerca de los núcleos de galaxias elípticas proporciona información sobre el papel de la disipación en las fusiones que dan lugar a la formación de galaxias elípticas.

M. Balcells, en colaboración con J. van Gorkom, R. Sancisi y C. del Burgo, han completado el estudio de la galaxia NGC 3656, una galaxia elíptica con conchas, colas de marea y abundante hidrógeno neutro (HI) que indican procesos de fusión recientes. Mediante observaciones con el VLA se ha obtenido la distribución y dinámica del HI. El gas describe un disco alabeado, orientado según el eje menor de la galaxia y que conecta con dos brazos extensos de HI. La curva de rotación del disco es asimétrica, lo que podría indicar que la galaxia no está centrada en su halo de materia oscura. Usando el espectrógrafo de fibras INTEGRAL en el WHT, se ha obtenido la velocidad de recesión de las estrellas en una de las conchas fotométricas de la galaxia. Se trata de la primera medición de las velocidades de las estrellas en una concha fotométrica. Los resultados indican que las estrellas y el gas neutro tienen la misma velocidad en la concha, lo que confirma que ambos están asociados dinámicamente.

Simulaciones a N cuerpos

El grupo ha continuado su uso de simulaciones a N cuerpos para el estudio de la fusión de galaxias. J.A.L. Aguerri, M. Balcells y R.F. Peletier han publicado su estudio de los efectos de la acreción de satélites en el crecimiento de los bulbos centrales de las galaxias de disco. El estudio demuestra que la acreción de satélites densos resulta en un aumento de la relación bulbo-disco. El proceso hace evolucionar el perfil de brillo de los bulbos desde una forma inicialmente exponencial, típica de bulbos pequeños, hacia un perfil de Sérsic con índice n>1. Se reproduce así la distribución de índices de Sérsic observada por el grupo en años anteriores en muestras completas de galaxias. La acreción lleva al crecimiento de un disco grueso, característico de galaxias de tipo temprano. El proceso de evolución del perfil de brillo por acreción es muy eficiente, lo que indica que los bulbos con perfiles de brillo exponencial no pueden haber crecido significativamente por procesos de fusión. Este resultado es de relevancia para las teorías de formación de bulbos en el contexto cosmológico de formación de galaxias.

Esta línea de trabajo se ha reforzado con la incorporación al grupo de C. Eliche, cuya tesis doctoral versará sobre los efectos de las fusiones galácticas en la formación y crecimiento de componentes galácticos compactos (bulbos, elípticas, LBCGs).

Instrumentación

El grupo COSMOS ha participado activamente como grupo científico en el desarrollo del espectrógrafo multi-objeto infrarrojo EMIR para el telescopio GTC. La participación ha sido importante

este año durante la elaboración de un nuevo concepto para el instrumento. En esta tarea el grupo colabora con los equipos científicos de las instituciones consorciadas en EMIR: la Universidad Complutense de Madrid y el Observatorio Midi-Pyrénés de Toulouse, así como la Universidad de Florida (EEUU).

El grupo está estableciendo colaboraciones con el grupo científico de OSIRIS para una preparación coordinada de los programas científicos con el telescopio GTC y su preparación.

DISTRIBUCION ENERGETICA, CON ALTA RESOLUCION ESPACIAL, DE FUENTES EN EL IR CERCANO Y MEDIO (P9/00)

M.R. Kidger.
F. Martín-Luis, A. Pérez García, J.M. Rodríguez Espinosa y P. Hammersley.

Colaboradores del IAC: J.N. González Pérez, J. Licandro y J.A. Acosta Pulido.

M. Cohen (Univ. de Berkeley, EEUU); T. Megeath (Harvard Smithsonian Inst., EEUU); J. Hough (Univ. de Hertfordshire, Reino Unido); M. Manteiga (Univ. de La Coruña); O. Suárez (LAEFF, Madrid).

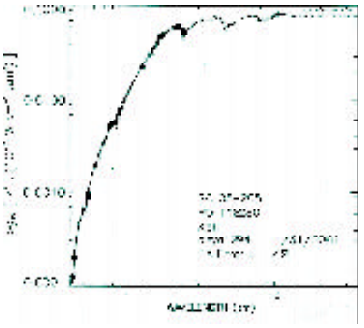
Introducción

Este Proyecto pretende desarrollar las facilidades necesarias para la calibración astronómica de Canari-Cam en todos sus modos de observación. Esto implica desarrollar unas técnicas de fotometría de alta precisión de estrellas en el visible y el infrarrojo y aplicar estas medidas a los modelos de la distribución de energía de las estrellas.

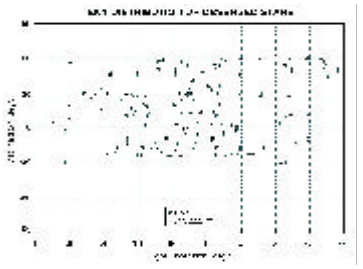
Algunos resultados relevantes

El 2001 ha sido un año de progresos constantes en muchos aspectos, más que de adelantos espectaculares. Tal vez el gran hito ha sido la demostración de la validez de los modelos de espectro tipo con datos observacionales reales.

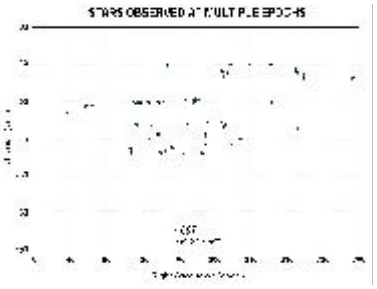
Actualmente se han observado un total de 213 estrellas en al menos una época. De ellas, se han observado 154 con el telescopio TCS y 59 con los telescopios JKT y/o IAC-80.



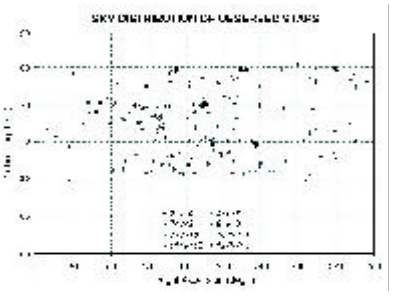
El espectro tipo generado para la estrella HD129540 de tipo espectral A1V usando datos en UBVRJHK y un modelo puramente atmosférico. Se observa una concordancia excelente entre el modelo y la fotometría.



*La distribución en el cielo de las estrellas Hipparcos/Tycho y SIRTF observadas en el visible y el infrarrojo. Los límites en declinación del TCS de –30° <**d**< +60° limita la distribución.*



La distribución en el cielo de las estrellas Hipparcos/Tycho y SIRTF observadas en el visible y el infrarrojo en múltiples épocas. Todavía son pocas las estrellas observadas en más de un período de observación.

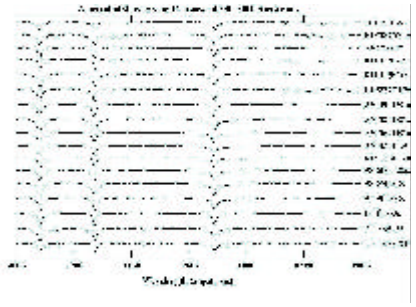


La distribución en el cielo por magnitud de las estrellas Hipparcos/Tycho y SIRTF observadas en el visible y el infrarrojo.

ESTRUCTURA DE LAS ESTRELLAS Y SU EVOLUCION

Estos gráficos muestran lo que ha sido uno de los grandes hitos del año, el acuerdo de colaboración en la preparación de las estrellas con el equipo de IRAC de SIRTF. Al tener objetivos comunes y compartir datos esta colaboración entre Canari-Cam e IRAC ha sido de gran ayuda.

Un segundo hito importante ha sido la finalización del catálogo de espectros de estrellas Landolt. Se ha observado en el telescopio INT un total de 279 estrellas susceptibles de ser de tipo KIII o AV, la mayor parte de las listas de Landolt, aunque también se ha observado una muestra de estrellas de Hipparcos de tipo espectral supuestamente bien conocido que nos sirvan de "calibradores" espectrales.



Una plancha de estrellas Landolt cuyo tipo espectral ha sido confirmado como de AV por las observaciones con el telescopio INT.

De las estrellas observadas, 59 son de tipo A(0-5)V o sea, de interés para los modelos del grupo. Más de 100 estrellas son de tipo KIII, lo que dan un total superior a 160 estrellas de interés para Canari-Cam e IRAC. Uno de los objetivos para el 2002 es la observación fotométrica de estas estrellas en el caso que no tengan fotometría infrarroja.

Evolución del Proyecto

Lamentablemente, las condiciones climatológicas adversas durante los periodos de observación de este año dificultó mucho la obtención de fotometría de alta calidad; objetivo primordial para este año. Se perdieron cuatro períodos consecutivos de tiempo de observación y algunos más se vieron seriamente afectados.

Sin embargo, como se puede apreciar por los hitos mencionados anteriormente, el Proyecto ha mantenido un desarrollo firme con nuevas colaboraciones, validez de los métodos de generación de la distribución de energía, y un progreso importante en la base de datos observacionales.

Otra labor importante ha sido el dar a conocer el trabajo realizado en el marco del Proyecto, con la presentación de tres contribuciones en el Congreso de "Ciencia con el GTC" y otras cuatro en el congreso de "Calibración de ISO", además de dos artículos en revistas con árbitro.

ESTRELLAS BINARIAS (P7/88)

C. Lázaro Hernando.
M.J. Arévalo, P. Rodríguez Gil, I. González Martínez-Pais, J. Casares y T. Shahbaz.

P. Hakala (Univ. de Turku, Finlandia); M. Villada (Obs. Univ. de Córdoba, Argentina); L. van Zyl (Univ. de Oxford, Reino Unido); D. Steeghs (Univ. de Southampton, Reino Unido); J.E. Solheim y J.M. González (Univ. de Tromso, Noruega).

Introducción

El estudio de las estrellas binarias es una parte esencial de la Astrofísica Estelar. Es sabido que la mayoría de las estrellas parecen formarse en sistemas dobles o múltiples, y las binarias desempeñan un papel fundamental en la determinación de parámetros estelares absolutos y en la comprensión de una variedad de procesos físicos como son la actividad estelar o los procesos de acrecimiento de materia, que determinan las características observacionales y la evolución de muchos de los sistemas binarios. El Proyecto se centra en tres líneas de trabajo:

El estudio espectroscópico, fotométrico y polarimétrico, de sistemas Variables Cataclísmicas, para identificar el origen de sus emisiones y las estructuras de acrecimiento que se forman en estas binarias interactivas.

La determinación de parámetros absolutos estelares en sistemas tipo Algol, mediante curvas de luz en infrarrojo (IR), que también pueden aportar información sobre fenómenos de actividad y transferencia de masa en estas binarias.

El estudio de la actividad estelar en binarias particularmente activas, como son los sistemas RS CVn de periodo corto, mediante observaciones fotométricas y espectroscópicas con resolución orbital.

Algunos resultados relevantes

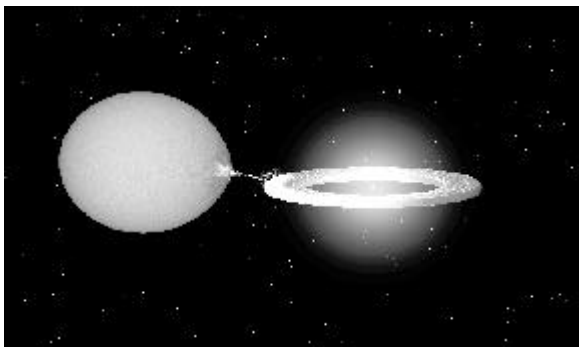
Un nuevo sistema SW Sextantis: V348 Puppis

A medida que va siendo aceptado el hecho de que el comportamiento de los sistemas SW Sextantis no está restringido a unas pocas Variables Cataclísmicas (VCs), crece la importancia de descubrir sistemas nuevos que muestren las mismas

propiedades. Tras descubrir los dos primeros sistemas SW Sextantis no eclipsantes (V795 Herculis y LS Pegasi), se decidió explorar el Hemisferio Sur.

En el año 2000 se propuso un nuevo escenario de acrecimiento para estos sistemas, basado en la presencia de una enana blanca (EB) magnética. El chorro de gas proveniente de la estrella secundaria sobrepasa el disco de acrecimiento tras un primer impacto con el mismo, para más tarde chocar contra la magnetosfera de la EB que, en base a las teorías actuales de acrecimiento magnético, suponemos que se extiende hasta el radio de corrotación (donde la velocidad angular de la EB y la velocidad angular Kepleriana del disco coinciden). En vista de estos importantes resultados, se optó por elegir VCs poco observadas que mostrasen signos de actividad magnética, como por ejemplo una línea de emisión de HeII l 4686 muy intensa, en comparación con Hb, o la emisión de rayos X. La VC V348 Puppis cumplía ambos requisitos.

Las observaciones espectroscópicas se realizaron con el telescopio de 2,15 m «Jorge Sahade» del Complejo Astronómico de El Leoncito (CASLEO) El posterior análisis de los datos mostró que V348 Puppis presentaba todos los rasgos espectroscópicos característicos de un sistema SW Sextantis, siendo el primero de estos sistemas que se descubre en el Hemisferio Sur. En la Figura 1 puede verse un modelo del sistema V348 Puppis, a partir de los parámetros del sistema que se han determinado.



Modelo del sistema V348 Puppis, a partir de los elementos del sistema que se han calculado.

El modelo magnético predice que el periodo de rotación de la EB ha de ser de unos 16 minutos, por lo que debería detectarse modulación en la anchura equivalente de las líneas de emisión u oscilaciones en la curva de luz fotométrica con ese periodo o con el sinódico entre éste y el orbital. Para comprobarlo, se llevó a cabo fotometría en la banda R desde el telescopio de 0.9 m del South African Astronomical Obs. (SAAO). Desafortunadamente no pudo obtenerse una cobertura lo suficientemente amplia como para llevar a cabo un buen análisis de periodos, pero parece que hay un periodo de unos 15 minutos. Se está colaborando con D. Rolfe (Open University, Reino Unido), que dispone de fotometría de V348 Pup, suficiente para realizar el análisis de periodos.

Detección de polarización circular en V795 Herculis

La campaña de fotopolarimetría UBVRI de sistemas SW Sextantis que se está llevando a cabo con el telescopio NOT del ORM sigue dando resultados positivos. Se ha detectado polarización circular en el sistema V795 Her (el primer sistema SW Sex de baja inclinación). El grado de polarización circular aumenta con la longitud de onda, lo que es consistente con emisión de radiación ciclotrón, y está modulado con un periodo de unos 20 minutos. Este periodo es consistente con el que muestran las oscilaciones de la curva de luz fotométrica. Se ha estimado una magnitud del campo magnético de la EB en V795 Herculis de unos 2-7 MG.

El remanente de Nova V533 Herculis

V533 Herculis es el remanente de la Nova Herculis 1963. El descubrimiento por parte de otro grupo de una componente de absorción transitoria en su espectro sugería que podría tratarse de un sistema SW Sex. Con el fin de confirmar esta suposición y, en tal caso, detectar oscilaciones periódicas en la anchura equivalente de las líneas de emisión, se decidió realizar observaciones espectroscópicas. A partir del periodo orbital del sistema, el modelo magnético predice un periodo de rotación de la EB de unos 23 minutos. Para poderlo muestrear, se necesitaba una resolución temporal de unos 5 minutos como máximo. V533 Her es un objeto de magnitud 15,5, por lo que se necesitaba una gran apertura para poder realizar las observaciones con la adecuada resolución temporal. Por tanto, se obtuvieron datos con el espectrómetro ISIS del telescopio WHT del ORM.

La espectroscopía ha revelado que se trata de un sistema SW Sex y, lo más importante, que la anchura equivalente de las líneas de emisión (especialmente HeII λ4686) está modulada con un periodo de unos 23 minutos, tal y como había predicho en nuestro modelo. Esto puede apreciarse en las Figuras 2 y 3. Los resultados se publicarán en la revista *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc*.

Este resultado confirma que el fenómeno *SW Sex* no es propiedad de unas pocas VCs, sino que es más general y que parece estar relacionado con fenómenos de acrecimiento magnético, lo que puede tener importantes consecuencias en la teoría de evolución de VCs. De hecho, V533 Herculis es el segundo remanente de nova que muestra este comportamiento (el primero es BT Monocerotis). En este respecto, ya se ha solicitado tiempo de observación en el telescopio WHT para estudiar otro remanente de nova, V Persei.

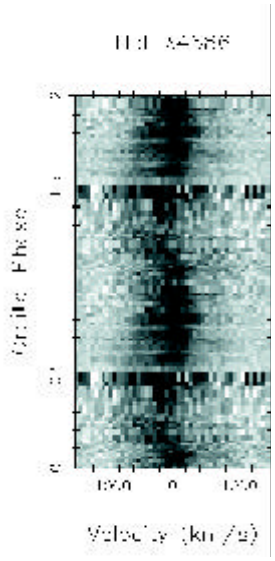
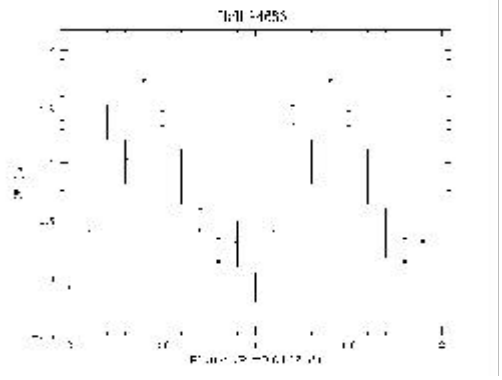


Imagen en intensidad de la evolución temporal de la línea de emisión de HeII λ4686. Pueden verse claramente que la intensidad está modulada con un periodo más corto que el orbital. Las tonalidades más oscuras indican emisión. Se ha repetido un ciclo orbital para mayor claridad.



Curva de anchura equivalente de la línea HeII λ4686 puesta en fase con el periodo de 23 minutos, tras sustraer la modulación orbital y promediar las medidas de anchura equivalente en 10 intervalos de fase.

Confirmación de la naturaleza triple del sistema cataclísmico VY Scl

En el marco de la participación con M. Villada se han adquirido datos espectroscópicos de la Variable Cataclísmica VY Scl para ir construyendo una base de velocidades radiales de este objeto que permita confirmar el hecho de que se trata de un sistema triple, idea propuesta por el grupo basándose en datos obtenidos en 1996. Los resultados provisionales obtenidos hasta la fecha parecen confirmar este hecho.

Evolución del Proyecto

Variables Cataclísmicas

Los resultados más relevantes se presentan en el apartado de "hitos". Además, a mediados de 2001, la nova enana WZ Sge entró en erupción tras años de inactividad. Numerosos astrónomos en todo el mundo participaron en una campaña de seguimiento coordinado de la curva de luz de este objeto, entre los cuáles estaban varios miembros del grupo. Desde finales de julio hasta finales de octubre se obtuvieron datos en infrarrojo y visible con los telescopios IAC-80 y TCS del OT. En la actualidad nos encontramos en la fase de reducción y análisis de estos datos que, serán publicados a lo largo del 2002.

Sistemas Algol

Se ha elaborado un programa de análisis de curvas de luz en geometría de Roche («BinaRoche»), capaz de analizar simultáneamente cualquier número de filtros del visual e infrarrojo, utilizando emisividades superficiales de modelos de atmósfera. Con este programa se han analizado las curvas de luz en el sistema Stromgren (uvby) e infrarrojas (JHK) de los sistemas VV UMa (publicado en *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc*. y otro aceptado en *Astronomical Journal*), Delta Librae (aceptado en *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc*.) y Z Vul.

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

R. Rebolo.
V.J.S. Sánchez Béjar, J.A. Caballero y G. Israelian.

M.R. Zapatero Osorio y D. Barrado-Navascués (LAEFF, España) E. Martín (IoA, Univ. de Hawai, EEUU); Ya.V. Pavlenko (Obs. de Kiev, Ucrania); R. Mundt (MPIA, Alemania); M. Mayor y N. Suntos (Obs. de Ginebra, Suiza).

Introducción

Este Proyecto tiene como principal objetivo estudiar el origen y la evolución física de los objetos subestelares (enanas marrones y planetas) mediante su detección directa y caracterización fotométrica y espectroscópica. En los últimos años se ha puesto de manifiesto que las estrellas de baja masa no son en realidad los objetos más abundantes de nuestra Galaxia como se pensaba. Hay evidencia creciente de que el proceso de fragmentación de nubes moleculares que da lugar a la formación de estrellas, se extiende a masas mucho menores dando lugar a enanas marrones (cuerpos del tamaño de Júpiter aunque considerablemente más densos) e incluso cuerpos como Júpiter aislados de las estrellas. Ambos tipos de objetos parecen ser muy abundantes. El mecanismo que produce estos objetos tiene que ser establecido con claridad si se quiere lograr una visión global del proceso de formación de estrellas y planetas. Los resultados se ha obtenido en regiones de formación estelar reciente apuntan a que los cuerpos como Júpiter pueden formarse, no sólo en discos protoplanetarios como la teoría convencional sugiere sino también por otros mecanismos cuya clarificación sólo es posible con un gran esfuerzo observacional y teórico.

El Proyecto también pretende entender el papel que tiene la metalicidad estelar en el proceso de formación de planetas jovianos (los únicos descubiertos hasta ahora alrededor de estrellas). En los últimos años se ha comprobado que las estrellas con planetas gigantes en órbitas internas tienen una metalicidad aproximadamente un factor dos mayor que el promedio de las estrellas en la vecindad del Sol, algunas mucho más. Es necesario realizar búsquedas de planetas en órbitas mucho más distantes para completar lo que hasta ahora es una visión parcial (sesgada por la técnica de observación empleada) de la distribución de los plantas jovianos. La detección directa de planetas jovianos en órbitas de decenas de unidades astronómicas es factible si las búsquedas se realizan alrededor de estrellas jóvenes como nuestro equipo propone desde hace tiempo. Las nuevas técnicas de imagen en el infrarrojo cercano con instrumentos basados en óptica adaptativa, y los futuros instrumentos sensibles en el infrarrojo medio serán cruciales para completar el escenario de formación de los Planetas y Sistemas Planetarios.

En definitiva, y a largo plazo, se pretende seguir la evolución de objetos en un dominio esencialmente inexplorado que va desde cuerpos con las masas de planetas como Júpiter (alrededor de estrellas o no) hasta las masas de las más pequeñas estrellas haciendo énfasis en la detección directa y su caracterización física en distintas etapas evolutivas, realizando para ello observaciones en regiones de formación estelar, cúmulos estelares o alrededor de estrellas muy jóvenes de las cercanías del Sol.

Algunos resultados relevantes

Se ha realizado espectroscopía de más de una docena de cuerpos con masas unas pocas veces mayor que la de Júpiter no ligados a estrellas. Estos objetos se descubrieron en exploraciones fotométricas profundas del cúmulo sigma de Orión y tienen edades de unos pocos millones de años, por lo que todavía están en proceso de formación.

También se ha identificado la presencia del isótopo litio-6 en una estrella de tipo solar que posee un sistema planetario. Se espera que este isótopo se destruya en estrellas como el Sol muy poco tiempo después de nacer dadas las altas temperaturas en sus interiores, pero los planetas no pueden alcanzar tales temperaturas y por tanto lo preservan. La detección de una importante cantidad de litio-6 comparable a la que existía en la nebulosa protosolar indica que probablemente una sustancial cantidad de material planetario, o incluso un planeta con varias veces la masa de Júpiter habría podido caer a la estrella, tal vez debido a inestabilidades gravitatorias y proporcionar este isótopo que ahora se observa.

Evolución del Proyecto

Se ha determinado la función de masas en el dominio de las enanas marrones para el cúmulo sigma de Orión. Estos objetos parecen ser tan numerosos como las estrellas en esta región de formación estelar. Se ha extendido la búsqueda de cuerpos como Júpiter en el mismo cúmulo mediante observaciones profundas en los telescopios INT, WHT y VLT. El análisis de los datos sugiere que estos objetos existen en gran número aislados de estrellas.

Por primera vez se ha llevado a cabo una exploración fotométrica profunda en el cúmulo epsilon de Orión que ha permitido identificar una numerosa población de enanas marrones y también varios cuerpos de masas similares a la de Júpiter aislados de estrellas.

Alrededor de varias estrellas jóvenes de la vecindad solar, se han buscado planetas gigantes mediante imágenes infrarrojas obtenidas con óptica adaptativa en los telescopios de 3,5 m de Calar Alto (Almería) y Galileo del ORM. Estas observaciones constituyen la base de datos de primera época que ha de facilitar un estudio de movimientos propios imprescindible para la identificación de cualquier planeta.

La metalicidad de estrellas con planetas gigantes en órbitas internas ha sido estudiada en gran detalle confirmándose el exceso de metalicidad de estas estrellas respecto al promedio de la población estelar en la vecindad del Sol. El origen de este exceso de metalicidad podría estar relacionado con la composición de la nebulosa protoestelar y protoplanetaria o con la acrección de planetas cierto tiempo después de que ya se han formado. Se ha llevado a cabo un estudio exhaustivo del berilio en estas estrellas para tratar de establecer si hay alguna diferencia sustancial con la población estelar general pero no se ha encontrado. También se ha realizado un estudio teórico del ritmo de destrucción de isótopos de litio en estrellas de tipo solar.

MODELIZACION DE ATMOSFERAS ESTELARES (P4/96)

R.J. García López.
M.R. Villamariz, L. Crivellari, A. Herrero, M.A. Urbaneja y A. García Gil.

Colaboradores del IAC: S. Simón.

C. Allende Prieto y D.L. Lambert (Univ. de Texas, Austin, EEUU); E. Simmoneau (IAP, Francia); B. Gustafsson, M. Asplund y A.E. García Pérez (Obs. De Uppsala, Suecia); I. Hubeny (Goddard Space

Flight Center, EEUU); B. Caccin (Univ. Roma II, Italia); O. Cardona, R. Gulati (INAOE, México); G. Severino, L. Terranegra, E. Covino, M.T. Gómez, A. Tripicchio, V. Andretta y E. Bussa (Obs. de Capodimonte, Italia); G. Cauzzi y S. Randich (Obs. de Arcetri, Italia); D. Barrado y Navascués, B. Montesinos y M.R. Zapatero Osorio (LAEFF, Madrid); Ya. V. Pavlenko (Obs. de Kiev, Ucrania); K. Butler y J. Puls (Obs. Univ. de Munich, Alemania); A. Ulla (Univ. de Vigo); M.G. Franchini y C. Morossi (Obs. de Trieste, Italia); F. Najarro (Inst. Estructura de la Materia, CSIC, Madrid).

Introducción

El estudio y la generación de modelos de atmósfera para estrellas con distintos tipos espectrales y estados evolutivos tiene una importancia fundamental, no sólo por el desarrollo que en sí mismo supone, sino también por su relevancia en distintas parcelas dentro de la Astrofísica. En este marco, y teniendo como hilo conductor común los fenómenos de transporte radiativo, se encuentran en marcha diferentes líneas de trabajo dentro del Proyecto.

La obtención, caracterización y estudio de modelos semi-empíricos de atmósferas de estrellas pobres en metales supone una parte importante del trabajo que se lleva a cabo. Para ello se adaptan y desarrollan códigos de síntesis espectral y de inversión de líneas espectrales, y se comparan sus resultados con espectros de gran calidad. La generación de modelos hidrodinámicos tridimensionales y su comparación con espectros obtenidos con la máxima resolución disponible actualmente merecen una atención especial.

El uso de líneas alcalinas como diagnóstico de los modelos de atmósfera en estrellas de tipo tardío, y el estudio y generación de modelos de atmósfera teóricos clásicos partiendo de las bases de la teoría de atmósferas estelares constituyen otro pilar fundamental del Proyecto.

Los algoritmos actualmente empleados para la solución numérica de la ecuación de transporte radiativo en el marco de la modelización de las atmósferas estelares, no tienen en cuenta de forma explícita la variación con la profundidad de las propiedades físicas del sistema. En el marco del Proyecto se están desarrollando algoritmos de cálculo que permiten satisfacer las condiciones impuestas por la naturaleza del problema.

Por otra parte, las estrellas masivas azules proporcionan importantes pistas acerca de la evolución en la parte superior del diagrama HR, y son susceptibles de ser utilizadas como patrones de distancia. Ello implica, sin embargo, el uso de sofisticados programas de análisis, que dentro del Proyecto se aplican y mejoran continuamente.

Algunos resultados relevantes

Se ha obtenido tiempo de observación en el telescopio HST para llevar a cabo un estudio de la opacidad presente en el espectro ultravioleta de la atmósfera de la estrella Proción. Además de esto, el Proyecto ha continuado su desarrollo y se han conseguido una serie de resultados interesantes.

Evolución del Proyecto

Haciendo uso de espectros de muy alta calidad, se ha llevado a cabo la comparación entre las predicciones de un modelo hidrodinámico en tres dimensiones de la estrella Proción y los bisectores medidos sobre las líneas espectrales observadas. El modelo reproduce en detalle la mayoría de las líneas observadas, proporcionando estimaciones más precisas de la abundancia de hierro, la velocidad de rotación, el oscurecimiento centro-borde y la velocidad radial de este sistema binario.

En lo que concierne a los algoritmos para el cálculo de modelos de atmósferas estelares, se ha hallado la herramienta adecuada en el Método Integral Implícito de E. Simonneau y L. Crivellari. Gracias a su estructura intrínseca algorítmica, dicho método resulta ser el único actualmente existente que permite satisfacer las condiciones impuestas por la naturaleza del problema y, por lo tanto, de calcular de una forma fiable y robusta modelos de atmósferas que se extiendan desde la subfotosfera hasta las regiones coronales.

Con respecto al problema de la determinación de la temperatura, se ha reformulado la ecuación de transporte radiativo en términos de la nueva variable I-S (es decir, intensidad específica del campo de radiación–funcion fuente), en lugar de la variable convencional I. Gracias a esta sustitución, se obtiene una solución de la ecuación de transporte radiativo que permite calcular los dos términos de la condición de equilibrio radiativo teniendo en cuenta sólo aquellas frecuencias que juegan un papel activo en la determinación del balance energético.

A lo largo de 2001, se ha realizado una nueva versión del programa de cálculo de una atmósfera en condiciones de equilibrio termodinámico local y equilibrio radiativo, que incluye una nueva formulación de la ecuación de estado y el tratamiento del transporte. El estudio de la fenomenología ha permitido sentar las bases físicas para incluir la contribución del transporte convectivo en el cálculo del balance energético.

Durante el año se ha trabajado en la implementación de un algoritmo de corrección de temperaturas en el programa de modelos esféricos y con pérdida de masa. Aunque el algoritmo no funciona todavía en un caso general, lo hace ya en algunos casos particulares. A lo largo del año 2002 se espera tenerlo listo.

Se ha concluido un análisis de cuatro estrellas de tipo O9, que pone de manifiesto el papel de la rotación sobre la evolución química de las estrellas masivas. Los resultados indican que, tal como se espera teóricamente, una rotación rápida produce efectos de mezcla en el interior estelar que emergen a la superficie durante la fase de Secuencia Principal. El principal resultado de este trabajo desde el punto de vista de los modelos es que, por primera vez, se hace una estimación realista de las incertidumbres asociadas a la determinación de abundancias en este tipo de estrellas. La estadística es, sin embargo, muy baja todavía, y los modelos no tienen en cuenta de forma apropiada los efectos de la rotación sobre la forma geométrica de la superficie estelar.

Se ha logrado encontrar la causa principal de las diferencias entre los modelos de ALI y de TLUSTY. Dicha diferencia estaba en las redes de frecuencia y el cálculo de los factores de Gaunt, y daba como resultado una distribución de temperaturas ligeramente distinta.

Por último, se está trabajando sobre el efecto de *line blanketing* en la escala de temperaturas de las estrellas masivas. Los primeros resultados indican que la opacidad de las líneas produce una considerable reducción de la temperatura efectiva, en especial en las estrellas con fuertes pérdidas de masa. Este resultado puede tener importantes consecuencias en el cálculo de los flujos ionizantes del Medio Interestelar.

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

J. Casares.
C. Zurita, T. Shahbaz, I.G. Martínez Pais, G. Israelian y A. Herrero.

P.A. Charles, R.I. Hynes, D. Steeghs y T. Marsh (Univ. de Southampton, Reino Unido); E. Kuulkers (Univ. de Utrech, Países Bajos); G. Dubus (Caltech, EEUU); M. Wagner (Obs. Flagstaff, EEUU); P. Hakala (Univ. de Turku, Finlandia); C. Haswell (Open Univ., Reino Unido); L. Pavlenko (Obs. de Crimea, Ucrania); C. Hernández (Univ. de Salamanca); P. Molaro, P. Bonifaccio (Obs. de Trieste, Italia); S. Bernabei, A. Piccioni, Bartolini (Obs. de Bolonia, Italia); A. Castro-Tirado (IAA, Granada); C. Sánchez-Fernández (LAEFF, Madrid); J.M. Paredes, M. Ribo (Univ. de Barcelona); J. Marti (Univ. de Jaén).

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) se caracteriza por la presencia de erupciones recurrentes (varias décadas) durante las cuales la luminosidad aumenta típicamente un factor 10^3 - 10^6 en los rangos óptico y rayos X, respectivamente. Estos sistemas ofrecen un interés especial ya que contienen los candidatos a BH más firmes conocidos vía la determinación de la función de masa de la estrella compañera. El análisis de estos residuos estelares compactos es esencial para el conocimiento de las últimas etapas en la evolución de estrellas masivas. 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 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.

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 extraer información que permita imponer restricciones a la ecuación de estado de la materia nuclear, por un lado, y a la edad y evolución de estos sistemas, por otro (ej. Mmax para EN, Mmin para BH, pérdida de masa de las estrellas progenitoras).

Analizar la estructura 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 régimen ADAF). También pueden proporcionar información para desvelar la naturaleza del objeto compacto mediante el estudio del perfil de líneas de emisión (ej. 6.4 keV). En el óptico se estudiará la variación orbital de los perfiles de emisión utilizando técnicas de tomografía Doppler. Esto permitirá analizar la distribución radial de emisividad de los discos y obtener restricciones al tamaño del disco, ritmo de transferencia de masa y estado evolutivo.

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

Análisis de metalicidad para encontrar evidencias de la explosión de supernova que dio origen al BH/ NS. Anomalías en las abundancias permitirán reconstruir la historia evolutiva de las estrellas progenitoras.

Investigar la formación de líneas de litio en los discos de acreción y en las atmósferas de las estrellas secundarias. La razón isotópica Li^7/Li^6 es un indicador del mecanismo de aceleración de partículas que produce estos elementos en el entorno del BH o NS.

Algunos resultados relevantes

Descubrimiento de un agujero negro en XTE J1118+48; determinación de la función de masa, inclinación y clasificación espectral de la estrella compañera.

Espectrocopía VLT de XTE J2123-058 durante la quietud. Determinación precisa de la masa de la estrella de neutrones y restricciones a los modelos de inestabilidad de discos de acreción. Ajuste de modelos sintéticos a curvas de luz desde la erupción hasta la quietud que permiten estudiar la evolución del disco de acreción y refinar los parámetros del sistema.

Primera detección de la estrella compañera en Sco X-1 a partir de emisión fluorescente en la mezcla de Bowen.

Detección de *superhumps* en la curva de luz de J1118+48 cerca de la quietud.

Evolución del Proyecto

Se han estudiado las propiedades de la variabilidad rápida en binarias transitorias de rayos X en quietud sin encontrar ninguna correlación con los parámetros físicos de los sistemas. El análisis de la energía involucrada, junto con las propiedades temporales de la variabilidad, sugieren un origen asociado al disco de acreción, con dos escenarios físicos posibles: reprocesamiento óptico de emisión en Rayos X o fenómenos de reconexión magnética en la superficie del disco de acreción o corona. C. Zurita estuvo en la Universidad de Southampton (Reino Unido) trabajando con R. Hynes en el estudio del perfil de velocidad de la variabilidad en V404 Cyg. Se encuentra correlación entre la emisión en el continuo y Hα, siendo el ala roja de la línea responsable de la variabilidad. Continuando con este programa, se han obtenido datos de A0620-00 con el telescopio NOT para buscar evidencia de polarización lineal correlacionada con la variabilidad.

Se ha terminado el código de ajuste de curvas de luz de binarias de rayos X que incluye eclipses, efectos de irradiación y oscurecimiento entre el disco de acreción y la estrella compañera. Se ha aplicado a curvas de luz de XTE J2123-058 desde la erupción al estado de quietud y permiten obtener la evolución del disco de acreción (ej. el radio y el ángulo de apertura decrecen un 30%) y refinar los valores del cociente de masas y la inclinación. Esto permite derivar la masa más precisa de una estrella de neutrones en una binaria de rayos X transitoria ($1.3 \pm 0.3\ M_\odot$).

Se ha proseguido con el seguimiento óptico de nuevas fuentes transitorias de rayos X. Midiendo la función de masa de XTE J1118+480 se ha demostrado la presencia de un agujero negro. También se han ajustado modelos elipsoidales a curvas de luz del telescopio IAC-80 para determinar la inclinación y la masa de las dos estrellas. Asimismo, se realizó un estudio detallado de la curva de luz durante la caída hasta la quietud donde se descubrió la presencia de *superhumps* con un periodo 0,3% mayor que el periodo orbital. El periodo de *superhump* corresponde a la frecuencia de batido entre el periodo de precesión del disco de acreción y el orbital. Este resultado se ha utilizado para restringir el cociente de masas del sistema (M2/M1=0.03). Además, se encuentra la primera evidencia espectroscópica de un *superhump*, analizando variaciones del perfil y centroide de Hα.

Con respecto al estudio de anomalías en la abundancia química en las estrellas compañeras de binarias de rayos X, se están analizando los espectros de Cyg X-2 (WHT) y V404 Cyg (UKIRT). También se ha empezado a analizar la base de datos de A0620-00, obtenida con UES (VLT). J. Casares realizó una visita al Obs. de Trieste (Italia) para analizar la razón isotópica Li^7/Li^6 en Cen X-4 con datos UVES del VLT.

J. Casares visitó también la Universudad de Southampton (Reino Unido) para analizar con D. Steeghs espectros de alta resolución de Sco X-1. Se descubrió emisión fluorescente de la estrella compañera y se envió un artículo para su publicación.

Se ha iniciado una colaboración con el grupo de J.M. Paredes y J. Marti para encontrar contrapartidas ópticas de microcuásares galácticos, a partir de una muestra de candidatos escogida a partir de correlación de catálogos radio/rayos X. Otro de los objetivos perseguidos es el estudio de los parámetros físicos del microcuásar LS5039 y la determinación de la función de masa.

Resultados preliminares de algunos de estos trabajos han sido presentados en los congresos *"The Physics of Cataclysmic Variables and Related Objects"* (Alemania*), "Two Years of Science with Chandra"* (EEUU) y el *"IAU 10th Latin-American Regional Meeting"* (Argentina).

Este año se ha recibido la visita de M. Pérez Torres (Univ. de Cork, Irlanda) para ultimar la publicación de un artículo que presenta algunos resultados de su tesina, concretamente el estudio espectroscópico de Cen X-4 en quietud y la determinación del cociente de masas. Impartió un seminario sobre tomografía Doppler de XTE J1118+48, resultados que forman parte de su tesis doctoral. Asimismo, visitaron el IAC P.A. Charles, M. Ribo y J. Marti para tratar sobre el análisis e interpretación de diferentes bases de datos y A. Zdziarski impartió un seminario sobre procesos radiativos en discos de acreción alrededor de agujeros negros galácticos.

ESTRELLAS MASIVAS AZULES (P8/98)

A. Herrero.
M.R. Villamariz, M.A. Urbaneja, S. Simón, L.J. Corral y G. Gómez.

R.P. Kudritzki y F. Bresolin (Inst. for Astronomy, Hawai, EEUU); L. Bianchi y M. García (Univ. Johns Hopkins , EEUU); K. Butler, J. Puls (Obs. de la Univ. Munich, Alemania); D.J. Lennon (ING, La Palma); S.J. Smartt (IoA, Reino Unido); F. Najarro (Inst. de Estructura de la Materia, Madrid).

Introducción

Las estrellas masivas azules se caracterizan por su alta luminosidad y rápida evolución, lo que las une estrechamente al medio del que nacen. Por ello constituyen excelentes laboratorios para comprobar nuestros conocimientos de estructura y evolución estelar y galáctica. 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 NLTE, esfericidad y pérdida de masa, cuyo efecto es acoplar las ecuaciones del transporte de radiación, del equilibrio estadístico y de continuidad en una geometría esférica. Además, el problema debe resolverse utilizando una descripción realista del modelo atómico. Sin embargo, si disponemos de dichos parámetros estelares y abundancias, se 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. Utilizando la relación entre la luminosidad estelar y el momento asociado al viento estelar, se pueden además determinar distancias extragalácticas mediante el análisis de los espectros estelares. Y, finalmente, es posible utilizar los espectros sintéticos para realizar síntesis de poblaciones aplicables a galaxias cuyos espectros estén dominados por estrellas de este tipo, por ej., galaxias *starburst*, especialmente a alto desplazamiento al rojo, cuando el espectro UV es observable a longitudes de onda del visible.

Los objetivos que se persiguen en el Proyecto, relacionados con el análisis de estrellas masivas azules y sus implicaciones son:

Determinar si las atmósferas de las estrellas masivas exponen material contaminado por el ciclo CNO durante la fase de Secuencia Principal.

Derivar abundancias de estrellas OBA a diferentes distancias galactocéntricas en galaxias espirales del Grupo Local.

Derivar abundancias de estrellas OBA en galaxias irregulares enanas del Grupo Local.

Estudiar la influencia de la fase LBV en la evolución de las galaxias.

Calibrar la relación del momento del viento y la luminosidad.

Evolución del Proyecto

Los objetivos abordados y el desarrollo de los mismos a lo largo del año fue el siguiente:

Determinación de abundancias en estrellas OB con rápida rotación

Se han realizado observaciones con el telescopio INT en el mes de septiembre de muy alta S/R (al menos 300). Se están reduciendo los datos.

Análisis de las diferencias entre los modelos calculados con el programa ALI y el programa TLUSTY. Calcular modelos con line-blanketing

Esta labor es parte de la tesis de S. Simón, quien hasta ahora ha podido excluir un largo número de posibles causas, pero todavía quedan pequeñas diferencias inexplicadas (hasta la fecha se han logrado reducir las diferencias máximas al 5 por mil, lo que puede considerarse ya un acuerdo).

Análisis de estrellas en cúmulos galácticos jóvenes

En la actualidad se están analizando los cambios que el *line-blanketing* puede introducir en los modelos con pérdida de masa, lo que hace conveniente esperar antes de analizar más estrellas.

Comparación de parámetros de estrellas B supergigantes obtenidos con modelos planoparalelos hidróstaticos y modelos esféricos con pérdida de masa

Realizado dentro de la tesis de M. Urbaneja. Se ha obtenido que los resultados de ambos modelos son similares dentro de las barras de error.

Determinación de abundancias de C, N, O, Mg y Si en estrellas de M33

Se ha llevado a cabo para cinco estrellas de M33.

Realización de observaciones de estrellas supergigantes azules en galaxias del grupo Local

Se obtuvo tiempo de observación (dos noches) en el telescopio Keck-II (Hawai, EEUU) en el que se pudieron observar 6 estrellas de M33 y una de M31.

Completar la lista de candidatos de Variables Azules Luminosas en M33

Se ha completado el trabajo y actualmente se está elaborando el artículo. Se continuará solicitando tiempo de observación en el telescopio TNG para confirmar o desechar el carácter de LBV de las candidatas más prometedoras.

Determinar pérdidas de masa en las estrellas de Cyg OB2, así como la obtención de la relación "momento del viento-luminosidad".

Están en proceso de realización. Los cambios introducidos por el *line-blanketing* en los modelos con pérdidas de masa están siendo estudiados precisamente con estas estrellas.

Determinar pérdidas de masa para estrellas en M33

Realizado para tres estrellas, quedan cuatro más, una de las cuales necesita una observación adicional de su espectro de Hα. Una vez completada se procederá a la obtención de la relación momento del viento-luminosidad en M33.

Además se han realizado otros trabajos, no planificados en los objetivos del año:

Se han determinado las velocidades terminales del viento de estrellas B tempranas en M33 y M31. Este trabajo constituye la muestra más amplia de estrellas de este tipo estudiadas fuera de nuestra galaxia.

Se ha impulsado una propuesta dentro de OSIRIS para observar estrellas en galaxias del Grupo Local.

Se colaboró en la organización de la XIII Canary Islands Winter School of Astrophysics "Cosmoquímica: el crisol de los elementos".

MATERIA INTERESTELAR

ESTUDIOS CINEMATICOS, ESTRUCTURALES Y DE COMPOSICION DE LOS MEDIOS INTERESTELARES E INTERGALACTICOS (P3/86)

J.E. Beckman.
J.C. Vega, A. Vazdekis, M. Relaño, C. Giammaco, P. Erwin, M. López Corredoira y A. Zurita.

Colaboradores del IAC: R. Génova, E. Casuso, A. Zurita y S. Lourenso.

I. Shlosman (Univ. de Kentucky, EEUU), J. Dyson (Univ. de Leeds, Reino Unido), S. Gottesman y D. Ratay (Univ. de Florida, EEUU), F. Bertola y E. Corsini (Univ. de Padua, Italia), W. Zeilinger (Univ. de Viena, Austria), J.H. Knapen (Univ. Herts./ING, Reino Unido), M. Rozas. (UNAM y Obs. San Pedro Mártir, México), S. Kemp (Univ. de Guadalajara, México), R. Corradi (ING, La Palma), B.W. Jones y A. Cardwell (Open Univ., Reino Unido).

Introducción

Este Proyecto estudia el papel del Medio Interestelar, y especialmente el ionizado en la formación, estructura y evolución de las galaxias. En sus comienzos, este Proyecto basaba sus estudios fundamentalmente en el Medio Interestelar Local cerca del Sol, pero a medida que ha ido pasando el tiempo ha ido abarcando más temas, y al mismo tiempo cambiando su naturaleza. Actualmente, el Proyecto contempla, además, elementos de estudio del Medio Interestelar, pero también de Física Estelar, Física de las Galaxias, Medio Intergaláctico y Cosmología. La investigación básica del Proyecto está dividida en dos líneas: el estudio fotométrico de las galaxias externas mediante sus líneas de emisión que provienen de su gas ionizado y el estudio dinámico de las componentes gaseosa y estelar de las galaxias espirales. La primera línea proporciona información sobre el mismo Medio Interestelar y sobre la distribución del gas ionizado dentro y fuera de las galaxias, abordando aspectos del Medio Intergaláctico ionizado, así como el problema de la materia oscura bariónica del Universo. La segunda está muy relacionada con el problema de la construcción progresiva de las galaxias mediante la adquisición de material, es decir los *mergers*. Ambas líneas estudian las propiedades macroscópicas de las galaxias y sus implicaciones cosmológicas. Otro estudio local con implicaciones cosmológicas eventuales es el de la definición de una nueva

candela estándar para medir distancias a gran escala, basado en las propiedades colectivas de las regiones HII en las galaxias espirales e irregulares. Otro elemento de investigación del grupo es el de las Poblaciones Estelares en las galaxias con estructura compleja, las galaxias de disco, en donde la formación estelar no se puede tratar como si hubiese ocurrido en un brote de formación inicial (como ocurre en las galaxias elípticas o S0) sino de forma continua.

Algunos resultados relevantes

Medio Interestelar ionizado

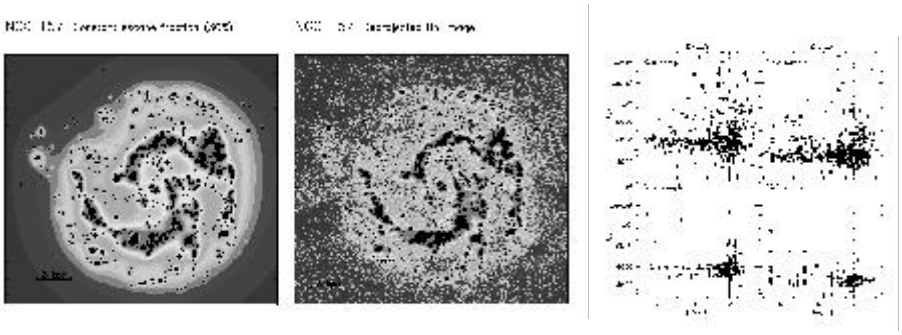
Se ha modelado, por primera vez, la propagación de los fotones ionizantes, a través del Medio Interestelar difuso en los discos de las galaxias espirales, y el resultado se ha comparado directamente con las observaciones. El caso de la galaxia espiral barrada NGC157 fue el único para el cual no se pudieron reunir datos idóneos y fiables, ya que era necesario realizar un mapa en hidrógeno neutro de resolución angular suficiente (del VLA) y un mapa calibrado del hidrógeno difuso ionizado hecho con el telescopio WHT. La concordancia de los modelos desarrollados por el grupo con la distribución de brillo superficial observada a través de la faz de la galaxia ha sido sorprendente. Hasta ahora no se había conseguido realizar este tipo de concordancia (A. Zurita et al.).

El grupo ha participado y completado un catálogo estándar de espectros de estrellas, muy superior a todas las que aparecen en la literatura, que incluye más de 700 espectros en el infrarrojo cercano y más de 1.000 en el visible, para ello se utilizaron los telescopios INT y JKT. Este catálogo será la obra de referencia en los estudios de síntesis de población estelar durante la década actual, y sustituirá al que se elaboró en el Observatorio de Lick (California, EEUU), y que ha sido la más utilizada en la literatura hasta la fecha. El diagrama de cobertura de metalicidad y la clase de luminosidad ilustra claramente la superioridad de este nuevo catálogo en comparación con el del Observatorio de Lick (A. Vazdekis et al.).

Evolución del Proyecto

Medio Interestelar Local (LISM)

Se ha completado el estudio de la razón entre la densidad columnal (N) de NaI y KI en el LISM, mediante el doblete UV de NaI, que cubre el rango de N, donde el doblete de líneas está demasiado saturado para que pueda ser usado. El resultado principal, el factor canónico relacionando NaI y KI, utilizado en la literatura durante más de 30 años, resulta ser una aproximación muy burda. En particular cerca de las estrellas más distantes del plano de la Galaxia, la razón diminuye, indicando los efectos de un campo de radiación



Comparación de la luz difusa en Ha emitida por el disco de la galaxia espiral NGC 157, con la misma modelada usando las regiones HII como fuentes de ionización, modulando su luminosidad por un factor de escape modelado, y propagando los fotones ionizantes a través del hidrógeno del disco, cuya distribución se conoce con la ayuda de un mapa en 21 cm. Imagen en Hα del telescopio WHT, imagen en HI del VLA.

Se ha confirmado la presencia de anillos *fósiles* de estrellas alrededor de los núcleos de las galaxias barradas seleccionadas. Estas estructuras pueden ser el resultado de la concentración de la formación estelar en una zona entre las dos resonancias internas de Lindblad y durante una época específica, que a su vez implica que la barra interna no es un rasgo duradero sino pasajero. Este es un paso significativo en las investigaciones que tratan de descubrir cual es el mecanismo surtidor de combustible en los núcleos activos de las galaxias (P. Erwin et al.).

progresivamente más dura, y sirviendo como prueba de la conjetura del endurecimiento del campo con creciente z (distancia del plano). Se ha iniciado la exploración del uso de los datos de Hipparcos para medir densidades columnales de gas en el LISM, indirectamente a través de la densidad columnal del polvo. Los primeros resultados parecen prometedores, pero de momento este Proyecto queda pendiente por falta de personal (S. Kemp y J.E. Beckman).

Dinámica interna de galaxias

En cuanto a la dinámica estelar, se continúa con los estudios de la contrarrotación de las componentes estelares y se han encontrado más ejemplos claros. Gracias a los modelos se puede estudiar cómo aprovechar el fenómeno de contrarrotación para distinguir espectroscópicamente entre las edades y las metalicidades de las dos poblaciones contrarrotantes (J.C. Vega). El estudio del gas ionizado admite profundizar en la dinámica global de la galaxia barrada NGC 6951, en donde el estudio cinemático permite detectar un disco de gas circunnuclear girando en un plano diferente al del disco principal, evidencia de la probable captura reciente de una galaxia pequeña o de una nube gigante de gas (M. Rozas y M. Relaño). Además se ha establecido la ausencia de correlación entre la presencia de actividad nuclear y la presencia de la barra primaria o barra secundaria en un grupo de galaxias con núcleos activos (P. Erwin).

Física del gas ionizado

Se ha realizado un estudio cuantitativo y comparativo detallado de la energía ionizante emitida por las estrellas jóvenes en el cúmulo NGC316, en la Pequeña Nube de Magallanes, y la energía emitida por el gas circundante, utilizando modelos que tenían en cuenta no sólo el equilibrio global sino también las razones entre las líneas en emisión. Este estudio ha dejado claro que ni las razones de intensidad ni los flujos globales tienen otra explicación que la pérdida completa de un 50% de los fotones ionizantes fuera de la región. Es la primera vez que se ha llevado a cabo este tipo de estudio que apoya fuertemente la hipótesis del grupo de la limitación en densidad de las regiones HII luminosas en general (M. Relaño, junto a M. Peimbert y J.E. Beckman).

Además, se ha completado un modelo detallado del gas difuso ionizado en la galaxia NGC157 (A. Zurita et al.). Por otra parte, el grupo de trabajo ha obtenido tiempo de observación en el AAT (Anglo-Australian Telescope) para poder obtener un mapa de HI de NGC1313 en alta resolución y compararlo con la distribución de Hα, en el contexto del proyecto de luz difusa. Los datos se encuentran en proceso de reducción.

Síntesis de Poblaciones Estelares

La incorporación al Proyecto de A. Vazdekis ha reabierto el capítulo del estudio de las Poblaciones Estelares (abandonado temporalmente en los dos últimos años). Este estudio ha contribuido con una serie de trabajos, entre los cuales cabe destacar el uso de estos modelos para interpretar correctamente el método de fluctuaciones en brillo superficial de la población estelar de los bulbos de las galaxias. Este método ha demostrado ser uno de los más relevantes a la hora de establecer las distancias intergalácticas. También se ha progresado en el estudio de la resolución mediante índices espectroscópicos de la degeneración entre metalicidad y edad en una población estelar (A. Vazdekis).

NEBULOSAS BIPOLARES (P13/86)

A. Mampaso.
L. Cuesta, S. Navarro, y D.R. Gonçalves.

Colaboradores del IAC: V. Ortega.

R. Corradi y D. Pollacco (ING, La Palma); L. Colombón y M. Rodríguez (INAOE, México); M. Manteiga (Univ. de Vigo); P. Phillips (Univ. de Guadalajara, México); M. Perinotto y L. Magrini (Univ. de Florencia, Italia); H Schwarz (NOT, La Palma); J. Mikolajevska (Copernicus Centre, Polonia).

Introducción

El Proyecto persigue tres objetivos principales:

Por un lado, determinar las condiciones físico-químicas de las Nebulosas Planetarias con geometría bipolar, tratando de entender el origen de la bipolaridad y proponer modelos teóricos que expliquen la morfología y cinemática observadas. Aquí se incluyen también las nebulosas, generalmente con geometría bipolar, que aparecen alrededor de algunas estrellas simbióticas.

Por otro lado, se estudian las microestructuras de baja excitación en nebulosas planetarias, su origen (en relación con el proceso de formación de la propia NP) y sus propiedades físico-químicas y de interacción con el gas de la nebulosa.

Finalmente, llevamos a cabo una investigación sobre las nebulosas planetarias extragalácticas en galaxias vecinas, desde su detección y estudio individual hasta sus propiedades globales, en particular, el estudio de los gradientes de excitación y de composición química a lo largo de la galaxia.

Evolución del Proyecto

En 2001, D.R. Gonçalves, R. Corradi y A. Mampaso publicaron un estudio detallado acerca de la naturaleza de las estructuras de baja ionización (LIS) en Nebulosas Planetarias. Compararon teoría y observación, usando todos los objetos conocidos (cincuenta) y todos los tipos de LIS identificados hasta ahora (cuatro). La conclusión más importante se refiere a los *jets* de baja excitación, tanto a los de baja velocidad (referida al cuerpo principal de la nebulosa) como a los de alta velocidad, y es que los modelos actuales no pueden explicarlos adecuadamente. Antes de modificar los modelos existentes o proponer otros nuevos, es imprescindible conocer mucho mejor las propiedades físicas de las LIS, sobre todo su densidad y temperatura, pero también la extinción y estructura de excitación, y, si es posible, también la composición química, siempre referidas a las propiedades de la nebulosa principal. Para ello, se realizará en el 2002 un análisis fisico-químico de varias de las LIS más brillantes.

R. Corradi, A. Mampaso, D.R. Goncalves y colaboradores estudiaron la nebulosa ionizada que se encuentra alrededor de la estrella simbiótica CH Cyg usando imágenes del HST y del telescopio NOT, junto con espectros ópticos de alta resolución de los telescopios WHT y NOT. Se identificó la probable contrapartida óptica del remanente del *radiojet* de 1984, que muestra una orientación similar, pero con un ángulo de colimación mucho mayor, que el *jet*. La envoltura descubierta es, probablemente, el embrión de una nebulosa bipolar en formación, cuyo eje de simetría coincide con el del *jet*, y está precisamente alineado en la dirección perpendicular al plano orbital del sistema binario. Este objeto es particularmente importante ya que, por su cercanía al Sol, permite estudios muy detallados que más tarde pueden ser de aplicación al problema más general del origen de la bipolaridad en las Nebulosas Planetarias.

M. Rodríguez, R. Corradi y A. Mampaso encontraron evidencias convincentes de binariedad en las estrellas centrales de tres nebulosas bipolares (A 79, He 2-428 y M1-91) que presentan una curiosa geometría, bastante atípica entre las bipolares. Estos tres casos contribuyen al debate, ya antiguo, de si las nebulosas bipolares se originan siempre en sistemas binarios. Se demuestra que el estudio detallado de las propiedades físicas del núcleo puede proporcionar información muy valiosa sobre la existencia de binarias en las nebulosas.

L. Cuesta, V. Ortega y J.P. Phillips estudiaron el comportamiento de algunas nebulosas planetarias que presentan una emisión anómala de baja excitación asociada a cocientes elevados entre la emisión del anillo y del núcleo. Se concluye que esto es debido a la presencia de una estrecha capa de baja excitación creada en la interación por choque entre diferentes envolturas.

L. Cuesta y J.P. Phillips analizaron las características físico-químicas de varias nebulosas planetarias utilizando técnicas espectroscópicas (en lugar de las técnicas de imagen directa que habían usado hasta ahora). Las nebulosas hasta ahora analizadas son NGC7009, NGC6826 y NGC7662, todas ellas nebulosas planetarias brillantes con una estructura claramente asimétrica y con condensaciones a ambos lados. También iniciaron durante 2001 el estudio de las características físicas de los halos de nebulosas planetarias usando datos espectroscópicos obtenidos en el Observatorio de San Pedro Mártir (México). En particular, han centrado su estudio en nebulosas del catálogo de Abell que son, en general, esféricas y poco brillantes.

A. Mampaso, R. Corradi y sus colaboradores de la Universidad de Florencia (Italia) continuaron investigando la población de nebulosas planetarias de varias galaxias espirales del Grupo Local. En el año publicaron la determinación precisa de las posiciones de los 131 objetos descubiertos en M33 y la detección de 117 nuevos candidatos a Nebulosa Planetaria en M81. Con los nuevos datos aportados por el grupo ya se puede iniciar un análisis más global sobre las propiedades de las nebulosas con respecto a su posición en la galaxia (hasta ahora sólo se tenían datos similares para la Vía Láctea) y ya se ha encontrado que no hay indicios de una variación en la clase de excitación de las nebulosas con la distancia galactocéntrica, en desacuerdo con el único trabajo similar realizado en 1975 para las nebulosas de nuestra galaxia.

REGIONES HII EXTRAGALÁCTICAS (P14/86)

C. Esteban.
A.R. López Sánchez, A. Herrero e Y. Grosdidier.

M. Peimbert, S. Torres-Peimbert y M. Rosado (UNAM, México); M. Rodríguez (INAOE, México), L. López-Martín (Obs. de París, Francia).

Introducción

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

Los objetivos específicos principales son:

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

Estructura e historia de la formación estelar en galaxias *Wolf-Rayet* enanas. El estudio del efecto de los vientos galácticos y el papel de las interacciones con otros objetos enanos.

Estudio de la cinemática del gas y de eyecciones colimadas en nebulosas de distintos tipos.

Algunos resultados relevantes

Se han obtenido las primeras determinaciones de abundancias de carbono y oxígeno mediante líneas de recombinación en regiones HII extragalácticas gigantes (NGC640, NGC5461, NGC5471 y NGC2363) a partir de espectros de muy alto tiempo de integración (hasta siete horas) con el telescopio WHT del ORM. Este hecho es de gran importancia para el estudio de la composición química de los objetos gaseosos extragalácticos, pues representa una técnica alternativa y un test para la fiabilidad de los métodos tradicionales. Por otra parte, puede ayudarnos a conocer mejor la estructura en temperaturas de las regiones HII. Las abundancias que se obtienen a partir de líneas de recombinación son sistemáticamente superiores a las determinadas con los métodos usuales basados en líneas de excitación colisional, resultado que también se encontró en regiones HII galácticas. Este trabajo se realiza con la colaboración de M. Peimbert y S. Torres-Peimbert.

Evolución del Proyecto

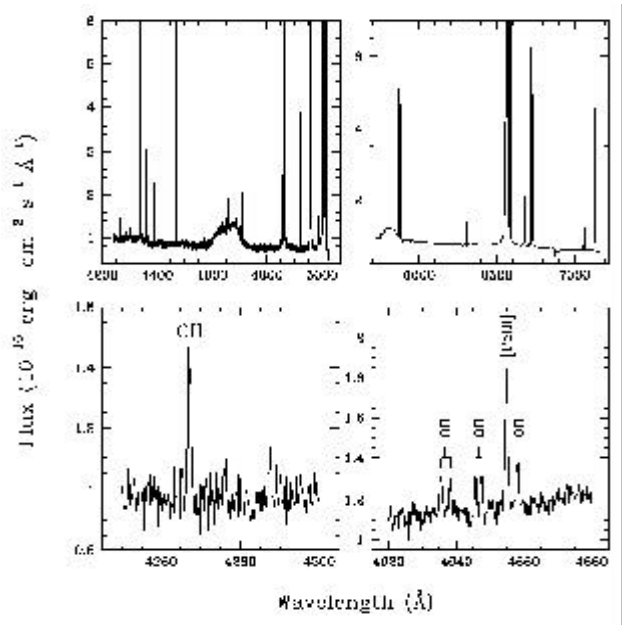
Se ha continuado con la obtención y el análisis de nuevos datos morfológicos, cinemáticos y químicos de una muestra amplia de galaxias Wolf-Rayet enanas para obtener nuevas pistas sobre el origen de la formación estelar masiva en galaxias de baja masa. A este estudio se ha adherido A. López Sánchez, nuevo astrofísico residente, para realizar su futura tesis doctoral.

Se ha colaborado con L. López-Martín, quién visitó el IAC a principios de año, y otros investigadores mexicanos y españoles en el estudio cinemático y químico de la nebulosa planetaria compleja M 2-48. Este objeto muestra zonas con emisión de choque de proa, producidas por la interacción entre un chorro de materia a alta velocidad y una concha de material expandiéndose a velocidades lentas.

Se han obtenido medidas espectroscópicas de alta resolución (telescopio NTT de la ESO, Chile) y fotometría CCD rápida (telescopio IAC-80, OT) con el fin de detectar pulsaciones no radiales o fulguraciones e inhomogeneidades en los vientos de estrellas Be y B[e] galácticas. Este estudio se ha realizado con la colaboración del grupo de estrellas Be del Observatorio de París (DASGAL).

Se está colaborando con V. Luridiana y M. Peimbert en el análisis de espectros profundos echelle de regiones HII gigantes en la galaxia espiral M101, con el fin de conocer sus condiciones físicas y composición química con un gran número de métodos de diagnóstico.

Se organizó con gran éxito la “XIII Canary Islands Winter School of Astrophysics” (19-30 de noviembre) sobre el tema: “Cosmoquímica: el crisol de los elementos” a la que asistieron 63 estudiantes de doctorado e investigadores de todo el mundo e impartieron clases sobre el tema ocho de los mejores especialistas mundiales en la materia.



Espectro de la región HII gigante NGC 604, en la galaxia espiral M 33. Los gráficos de arriba muestran los rangos azul (izquierda) y rojo (derecha) del espectro, en ambos se pueden observar las bandas anchas de emisión propias de las estrellas Wolf-Rayet. En los diagramas inferiores se muestran sendas ampliaciones del espectro del rango azul donde se distinguen las líneas de CII (izquierda) y OII (derecha), todas ellas producidas por recombinación. Esta es la primera vez que se detectan y se miden estas importantes líneas en regiones HII gigantes extragalácticas. Espectro de tres horas de integración obtenido con el telescopio WHT del ORM.

ESTUDIO FISICO DE NEBULOSAS PLANETARIAS (P15/86)

A. Manchado.
E. Villaver, D.A. García Hernández, Y. Grosdidier, y C. Domínguez Tagle.

P. García Lario (VILSPA, Madrid); Y.H. Chu y M.A. Guerrero (Univ. de Illinois EEUU); L. Bianchi, L. Stanghellini y E Villaver (STScI, EEUU); S.R. Pottasch (Kapteyn Lab., Países Bajos); G. García (UNAM, México); M. Manteiga, (Univ. de La Coruña); O. Suárez (LAEFF, Madrid); A. Ulla (Univ. de Vigo).

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 post-AGB (Asymptotic Giant Branch) y Nebulosas Planetarias. Se persigue el estudio de los mecanismos de pérdida de masa y cómo éstos afectan a la morfología y cinemática de las nebulosas planetarias. En concreto, cómo afectan los campos magnéticos, rotación estelar y sistemas binarios a la pérdida de masa, y por tanto en la morfología de estos objetos. También 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 nebulosas planetarias con capas múltiples permite investigar en más profundidad 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.

Algunos resultados relevantes

Se ha finalizado el análisis de espectros infrarrojos en una muestra de objetos representativa de toda la fase post-AGB. Se ha triplicado el número de objetos post-AGB con emisión de hidrógeno molecular hasta ahora conocidos, corroborando que el comienzo de la emisión de hidrógeno molecular tiene lugar durante la fase post-AGB. Se ha encontrado que el mecanismo de excitación responsable de la emisión detectada está directamente relacionado con el estado evolutivo y/o morfología nebular de la fuente post-AGB. Independientemente de la morfología nebular, la emisión molecular producida por fluorescencia es activa cuando la estrella central alcanza una temperatura efectiva correspondiente a un tipo espectral A. Sin embargo, la emisión molecular debida a la presencia de choques es detectada en estrellas post-AGB con marcada morfología bipolar. Se ha encontrado que las estructuras bipolares que se forman durante la fase post-AGB favorecen la detección de hidrógeno molecular en nebulosas planetarias bipolares bien evolucionadas.

Se ha estudiado la única nebulosa planetaria (K648) en un cúmulo globular (M15), detectando una sobreabundancia en helio y carbono, así como una edad cinemática de 4.300 años. Estos resultados implican que la estrella progenitora era poco masiva.

También se ha estudiado la interacción hidrodinámica, mediante simulaciones numéricas, de las nebulosas planetarias con el Medio Interestelar encontrando que la estructura del gas circunestelar se modifica como consecuencia del movimiento relativo y tiene una enorme influencia desde el comienzo de la evolución, en oposición a lo que se ha venido suponiendo hasta la fecha. No son necesarias altas velocidades relativas para producir asimetrías consecuencia del movimiento relativo. La interacción no sería observable sólo sí la estrella está en reposo respecto a su medio interestelar circundante o se mueve con ángulos pequeños respecto a la línea de visión.

Se ha puesto a disposición de la comunidad científica el catálogo del IAC de “Nebulosas Planetarias Galácticas del Hemisferio Norte”, a través de la red www.iac.es/nebu/nebula.html. Dicho catálogo consta de más de 600 imágenes en los filtros Ha, [NII] y [OIII] de 264 Nebulosas Planetarias del Hemisferio Norte.

Evolución del Proyecto

D.A. García-Hernández, A. Manchado, P. García-Lario y C. Domínguez Tagle han concluido el estudio de la muestra de estrellas post-AGB observadas en el infrarrojo cercano con IRSPEC. Como resultado de este estudio se ha encontrado que el mecanismo de excitación de la emisión de hidrógeno molecular está relacionado con el estado evolutivo y/o morfología de los objetos que evolucionan desde la fase AGB al estado de nebulosa planetaria. Los resultados de este trabajo se han publicado en la revista *Astronomy & Astrophysics*.

D.A. García-Hernández casi ha reducido completamente los datos de Li I y elementos

pesados formados en procesos S para una muestra de estrellas AGB y post-AGB de nuestra galaxia. E. Villaver ha defendido su tesis doctoral titulada "The circunstelar gas evolution from the AGB to the planetary nebula phase" en la que se ha llevado a cabo un estudio exhaustivo de la fase de transición AGB Nebulosa Planetaria. Los resultados más relevantes respecto a la AGB fueron:

La historia de pérdida de masa sufrida por la estrella no permanece grabada en la estructura del gas. Una fracción muy alta de la masa de las envolturas alrededor estrellas al final de la AGB pertenece al MI y, por tanto, no ha sido enriquecida en el interior estelar. Fracción que decrece con la densidad de medio y con la masa del progenitor.

Respecto a la transición AGB-NP: el tamaño de la capa interna viene determinado por las escalas temporales de evolución durante esta fase. La transición a pérdidas de masa características de objetos post-AGB debería ocurrir más tarde en los modelos de Vassiliadis & Wood (1994). Se predice la existencia de estructuras extensas rodeando proto-NP con tamaños mayores a 1,5 pc y que serían observables en el infrarrojo en forma de polvo iluminado por la radiación difusa interestelar.

Y. Grosdidier y A. Manchado han analizado las series temporales de la fotometría de las estrellas centrales de NP, HD 826 y BD +30 3639 encontrando que las variaciones fotometría tienen un comportamiento caótico. Esto es seguramente debido a que dicha fotometría se realizó en la banda V, por lo que tiene un alto grado de contaminación debido a las turbulencias del gas ionizado.

A. Manchado ha profundizado en el estudio estadístico de los parámetros nebulares y su correlación con los diversos tipos morfológicos de las nebulosas planetarias.

ESTRUCTURA Y DINAMICA DE LA ATMOSFERA SOLAR (P3/87)

M. Vázquez.
J.A. Bonet, V. Martínez Pillet, J. Sánchez Almeida, M. Sánchez Cuberes y E. Eugenio Rodríguez.

Colaboradores del IAC: I. Márquez, y H. González Jorge.

R. Casas (Obs. de Sabadell); T. Emonet (Univ. de Chicago, EEUU); P. Fabiani (THEMIS); J. Hirzberger, K. Puschmann y S. Stangl (Univ. de Graz, Austria); B.W. Lites (HAO, EEUU); R. Muller (Obs. Pic du Midi, Francia); M. Sobotka (Astronomical Inst., República Checa).

Introducción

Las actividades del Proyecto se han desarrollado dentro de la última fase del Proyecto de la DGES que acaba de concluir. Durante el 2002 se habrán de redefinir las líneas de investigación y la composición futura del grupo.

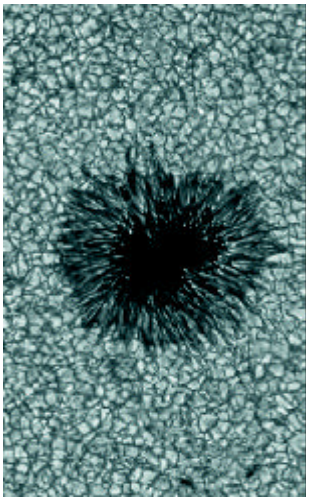
Algunos resultados relevantes

Publicación de dos artículos invitados en la "Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics*".*

Evolución del Proyecto

J.A. Bonet e I. Márquez han culminado el desarrollo de un código numérico para restauración de imágenes solares aplicando el método de vanguardia denominado "Diversidad de Fase". El procedimiento consiste en determinar la distorsión (PSF) inducida por la turbulencia de la atmósfera terrestre y las aberraciones instrumentales del telescopio a partir de dos imágenes simultáneas del campo de interés. Una de estas imágenes ha de estar enfocada y la otra afectada de un desenfoque en cantidad conocida. Un proceso de deconvolución posterior proporciona la imagen restaurada. La ventaja de este método frente a otros, también de vanguardia como el de *Speckles*, radica en que este último no permite determinar las aberraciones instrumentales. El código de "Diversidad de Fase" se ha aplicado a una secuencia de 1.250 imágenes solares en 450.7 nm constituyendo un registro temporal de más de dos horas. El procedimiento aunque laborioso en su ejecución, ha proporcionado un material de inusual

calidad (ver Figura) y duración. En la actualidad se ha comenzado al análisis y explotación de estos datos para el estudio dinámico de las estructuras magnéticas en movimiento en los alrededores de la mancha, dinámica de las estructuras penumbrales y aspectos evolutivos y dinámicos en los puntos umbrales. Esta fase se está realizando en colaboración con R. Muller y M. Sobotka.



Mancha solar de alta resolución tomada en 450.7 nm en la Torre Solar Sueca, el 7 de julio de 1999. La imagen ha sido procesada mediante la técnica de reconstrucción de imágenes denominada Diversidad de Fase.

M. Sánchez Cuberes, M. Vázquez, J.A. Bonet y M. Sobotka han concluido el estudio de la variación centro a borde de la granulación y de las fáculas y poros. Las observaciones se realizaron en 0,8 y 1,6 micras, máximo y mínimo, respectivamente, del coeficiente de opacidad de la atmósfera solar.

M. Sánchez Cuberes, P. Fabiani Bendicho, J.A. Bonet y M. Vázquez han iniciado la simulación de la variación centro a borde del contraste de diferentes estructuras de la fotosfera solar. Para ello utilizan un código de transporte radiativo tri-dimensional y una geometría apropiada al problema. Como entrada se utilizan diversos modelos teóricos y semi-empíricos y los resultados se compararán con los resultados observacionales obtenidos por el mismo grupo.

K. Puschmann, B. Ruiz Cobo, J.A. Bonet y M. Vázquez han iniciado la inversión de una serie temporal de espectrogramas de la granulación, utilizando el código SIR. El objetivo del trabajo se centra en determinar la variación 3-D de los gránulos a lo largo de su evolución, la diferente conducta de gránulos grandes y pequeños y la construcción de un modelo promedio de dos componentes de la fotosfera solar en calma.

J.A. Bonet, V. Martínez Pillet y M. Vázquez han continuado con la realización de dos programas observacionales a largo plazo en el telescopio VNT del OT. El primero consiste en la toma diaria de imágenes del disco entero en varios filtros (continuo, banda G y Ca II K). El segundo en la obtención de imágenes de manchas solares en 1,6 micras (mínimo de opacidad), con el objetivo de comprobar la dependencia de su brillo con el ciclo de actividad solar.

V. Martínez Pillet, M. Sobotka y M. Vázquez han analizado datos del *La Palma Stokes Polarimeter* (LPSP) tomados en manchas con puentes de luz. Los primeros resultados de la inversión de estos perfiles con el programa SIR han demostrado la existencia de zonas libres de campo magnético en los puentes de luz resueltos a la altura de la región de formación del continuo. En capas más altas si se encuentra campo magnético horizontal y típicamente por debajo de los 1.000 gauss de valor absoluto. Estos resultados se han interpretado como la existencia de líneas de campo de núcleos umbrales adyacentes que se abren y encuentran justo encima de los puentes de luz. Esta configuración del campo magnético podría servir para entender la existencia de lazos magnéticos con temperaturas coronales que se ven anclados en los puentes de luz al observarlos en 171 Å con el satélite TRACE.

En colaboración con T. Emonet y F. Cattaneo (Univ. de Chicago, EEUU), J. Sánchez Almeida ha trabajado en la síntesis e interpretación de los espectros de polarización producidos en simulaciones de dinamos magnéticas turbulentas. Estos espectros sintéticos comparten muchos rasgos en común con la polarización observada en el Sol en calma. Si el paralelismo se lleva hasta sus últimas consecuencias, resulta que sólo detectamos el 10% del flujo magnético existente en el Sol en calma. El 100 % del flujo magnético es al menos 4 veces superior al detectado en forma de regiones activas durante el máximo del ciclo solar (J. Sánchez Almeida, T. Emonet y F. Cattaneo, *Astrophysical Journal*).

J. Sánchez Almeida y H. Socas Navarro (High Altitude Obs., Boulder, EEUU) han interpretado las señales de polarización más débiles que es posible observar en el Sol con la tecnología actual. Estas señales indican que el campo magnético es altamente irregular y que la mayor parte del flujo magnético que contiene está aún por debajo del umbral de detección (H. Soca Navarro y J. Sánchez Almeida, *Astrophysical Journal*).

J. Sánchez Almeida y P. Sütterlin (Univ. de Utrecht, Países Bajos) han buscado puntos brillantes del Sol en calma que no brillarán en la banda-G (su existencia permitiría comprobar la teoría sobre el origen de la banda-G propuesta por J. Sánchez Almeida et al. *Astrophysical Journal*.

MAGNETISMO, RADIACION Y FLUIDOS EN ASTROFISICA (P5/96)

J. Trujillo Bueno.
F. Moreno Insertis, O. Dittmann, R. Manso Sainz, A.J. Gómez Peláez, A. Asensio Ramos y L. Merenda.

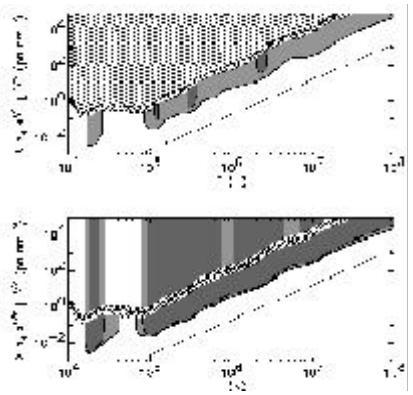
S. Bagnulo (ESO, Chile); R. Casini y H. Socas Navarro (HAO, EEUU); J. Cernicharo (Inst. de Estructura de la Materia, Madrid); T. Emonet (Univ. de Chicago, EEUU); K. Galsgaard (St. Andrews Univ, Escocia); E. Landi Degl'Innocenti (Univ. de Florencia, Italia); F. Paletou (Obs. de Niza, Francia); K. Petrovay (Univ. de Eotvos, Hungría); N. Shchukina (Obs. de Kiev, Ucrania); M. Schüssler (MPI, Lindau, Alemania).

Introducción

El presente Proyecto tiene como objetivo general el estudio teórico de procesos magnetohidrodinámicos y radiativos en sistemas astrofísicos, con especial énfasis en aquellos aspectos en que el campo magnético tiene un papel relevante. Como Proyecto fundamentalmente teórico, se plantea resolver las ecuaciones de la hidrodinámica y física del plasma, por un lado, y del transporte radiativo y física atómica por otro, para entender: (a) la generación del campo magnético en interiores estelares, con especial énfasis en el Sol, su transporte hacia la superficie y los procesos de difusión asociados al mismo; (b) la generación y transferencia de radiación en plasmas astrofísicos magnetizados, con especial interés en investigar el magnetismo solar y en el diagnóstico de campos magnéticos en Astrofísica mediante la interpretación de observaciones espectropolarimétricas; (c) varios fenómenos de dinámica de gases en el Medio Interestelar dominados o fuertemente influenciados por el campo magnético y (d) la transferencia de radiación en líneas moleculares con vistas al desarrollo de técnicas de diagnóstico en Astrofísica Molecular. Todo los puntos anteriores se realizan mediante el desarrollo y uso de técnicas analíticas y numéricas y de códigos de ordenador magnetohidrodinámicos y de transporte radiativo que aprovechen de forma óptima las posibilidades computacionales del momento. Asimismo, en este Proyecto se da mucha importancia a la referencia observacional, formulando y llevando a cabo observaciones espectropolarimétricas concretas y manteniendo estrechas colaboraciones con personas y grupos observacionales relacionados directa y/o indirectamente con la investigación teórica del grupo.

Algunos resultados relevantes

Se ha demostrado la inaplicabilidad de los resultados clásicos de estabilidad térmica en medios astrofísicos ópticamente delgados al caso de medios con enfriamiento y expansión globales en diferentes rangos de temperatura del medio. En muchos trabajos astrofísicos teóricos y observacionales se utilizaban los resultados de Field (1965), que presuponen equilibrio térmico, a casos en que no lo había, para obtener una aproximación de orden cero. Se ha probado que esto puede causar errores importantes e incluso predecir un carácter de estabilidad erróneo.



Regiones de inestabilidad para ondas de sonido (panel superior) y modo de condensación (panel inferior) en un medio compresible conductor del calor y con enfriamiento global. La región representada en gris claro es inestable sólo cuando se tiene en cuenta de modo autoconsistente el enfriamiento global. Usar los resultados clásicos de Field en ese dominio no está justificado.

Evolución del Proyecto

Estabilidad térmica de medios astrofísicos ópticamente delgados

A. Gómez Peláez y F. Moreno Insertis han estudiado y publicado criterios de estabilidad térmica en medios astrofísicos sujetos a enfriamiento global y expansión o contracción, incluyendo campo magnético y conductividad térmica. Estos criterios son de utilidad en una gran variedad de medios astrofísicos; entre sus posibles campos de aplicación se cuentan el medio intergaláctico en cúmulos de galaxias (ej. *cooling flows*), el medio interestelar (vientos galácticos, superburbujas, etc.), vientos estelares en estrellas de tipos tempranos, la corona solar, etc. Por su propia naturaleza, este problema no permite desarrollos Fourier temporales, siendo necesario acudir a la teoría WKB para lograr criterios y tasas de crecimiento. Adicionalmente, se han encontrado criterios de estabilidad para las ondas de sonido autogravitatorias ("modos de Jeans") y comentado el papel del campo magnético en algunos de estos criterios.

Como extensión del trabajo anterior, se ha estudiado la estabilidad local dinámica y térmica de un flujo (de acreción o, por el contrario, de expansión, como un viento) con simetría esférica. Este estudio incluye entre otros los siguientes procesos físicos: fuerza de flotación, función de enfriamiento-calentamiento, conducción térmica, cambio temporal del estado de cada elemento de fluido, etc. El análisis se ha hecho utilizando una modificación apropiada del método eikonal. En particular, los resultados teóricos generales obtenidos han sido aplicados al estudio de la estabilidad del flujo de Sédov (adiabático) en restos de supernova en etapas intermedias de su evolución. Se ha probado que una gran parte de la familia de soluciones de Sedov es inestable convectivamente en escalas espaciales pequeñas.

Teoría y simulación numérica de magnetohidrodinámica solar

F. Moreno Insertis, en colaboración con el Departamento de Mathematical and Computer Sciences de la Universidad de St Andrews (Escocia), ha comenzado un Proyecto de investigación a largo plazo de procesos dinámicos en la corona solar. En el año se han implementado condiciones iniciales y de contorno en el código numérico de Galsgaard et al. adecuadas para estudiar la emergencia de flujo magnético desde las capas subfotosféricas hacia la atmósfera solar. Existen abundantes resultados de misiones espaciales de los últimos años (SOHO, TRACE) sobre este proceso, pero sólo últimamente, gracias a los avances en teoría y medios de computación, se le ha podido empezar a estudiar desde un punto de vista teórico y numérico. Entender estos procesos es uno de los grandes temas pendientes en Física Solar y Estelar, extendiéndose sus implicaciones desde la mejor comprensión del magnetismo de los interiores estelares hasta el desencadenamiento de llamaradas y las gigantescas emisiones de masa coronales.

F. Moreno Insertis, junto con M. Schüssler, han finalizado y publicado el estudio del flujo radiativo y convectivo en y alrededor de regiones magnéticas en interiores estelares con movimiento convectivo. Se ha hecho aplicación de lo anterior al caso de un tubo magnético delgado en el fondo de la zona de convección y región de "*overshoot*". Se prevé su extensión al estudio del almacenamiento de flujo magnético a lo largo del ciclo solar, bloqueo del transporte convectivo por capas magnéticas, etc.

F. Moreno Insertis, junto con T. Emonet han estudiado mediante simulación numérica la interacción entre la convección turbulenta y los elementos magnéticos concentrados en su seno. Este proceso requiere para su estudio una elevada resolución espacial, que sólo es alcanzable utilizando instalaciones de supercomputación. Uno de los retos desde el punto de vista de la Física es entender los procesos de difusión de pequeña escala causados por la turbulencia distinguiéndolos de los procesos de advección llevada a cabo por los grandes elementos turbulentos (*large eddies*). Desde el punto de vista astrofísico este problema conlleva el estudio, con métodos actuales, de aspectos de magnetoconvección estelar imposibles de atacar hasta el momento.

Atmósferas estelares y transporte radiativo

J. Trujillo Bueno, en colaboración con N. Shchukina y M. Asplund (Obs. de Uppsala, Suecia) ha iniciado un Proyecto de Investigación sobre la determinación de las abundancias de diversos elementos químicos en atmósferas de estrellas de baja metalicidad, pero sin hacer uso de la aproximación de Equilibrio Termodinámico Local (ETL) y utilizando modelos tridimensionales de las fotosferas estelares obtenidos mediante sofisticadas simulaciones hidrodinámicas.

Espectropolarimetría y diagnóstico de campos magnéticos

J. Trujillo Bueno, en colaboración con M. Collados (P2/99), ha realizado diversas observaciones espectropolarimétricas con el polarímetro TIP (desarrollado en el IAC para hacer factible espectropolarimetría entre 1 y 2 micras), y utilizando el telescopio VTT del OT.

Se han realizado nuevas observaciones espectropolarimétricas de series temporales en la línea del helio neutro a 10830 Å, con vistas a investigar empíricamente fenómenos dinámicos en regiones fuertemente magnetizadas de la atmósfera solar, demostrando que existen pequeños movimientos oscilatorios con una periodicidad de 3 minutos en las zonas más profundas de las manchas solares, los cuales producen ondas que se propagan canalizadas por las líneas de campo magnético y dan luego lugar a choques en las zonas cromosféricas.

Se ha avanzado considerablemente en una nueva investigación teórica-observacional sobre los efectos Hanle y Zeeman en la línea espectral del helio a 10830 Å. El objetivo es obtener información sobre la topología del campo magnético en las zonas más externas de la atmósfera solar (cromosfera y corona), y sobre la geometría de los campos magnéticos que confinan el plasma de las gigantescas protuberancias solares, ya que la modificación de tal geometría suele dar lugar a las impresionantes erupciones de masa coronal que en ocasiones afectan a la Tierra. En particular, la investigación sobre señales de polarización inducidas por procesos de absorción selectiva en filamentos coronales, realizada en

colaboración con L. Merenda, R. Manso Sainz y E. Landi Degl'Innocenti, ha dado lugar a una reciente publicación en la revista *Nature*.

Generación y transporte de radiación polarizada

R. Manso Sainz y J. Trujillo Bueno han realizado diversas investigaciones teóricas sobre la generación de débiles señales de polarización en líneas espectrales inducidas por procesos de dispersión en atmósferas estelares, teniendo en cuenta su modificación por la acción de débiles campos magnéticos (el efecto Hanle). De interés particular es el estudio sobre los efectos Hanle y Zeeman en el triplete infrarrojo del calcio ionizado, lo que ha permitido explicar por primera vez las enigmáticas señales de polarización lineal observadas por Stenflo et al. (2000) en regiones débilmente magnetizadas de la cromosfera solar.

J. Trujillo Bueno, en colaboración con R. Casini y M. Landolfi (Obs. de Arcetri, Italia) y Egidio Landi Degl'Innocenti, ha realizado y publicado en *The Astrophysical Journal Letters* un estudio teórico sobre señales de polarización en el doblete del sodio producidas por procesos de dispersión en presencia de campos magnéticos de variada intensidad. Para tal fin, han formulado el problema en el marco de la teoría cuántica de la interacción radiación-materia, teniendo en cuenta la estructura hiperfina de los niveles atómicos del sodio, el efecto Hanle y el efecto Paschen-Back. Han descubierto que la amplitud de las señales de polarización lineal producidas por procesos de dispersión en la línea D2 aumenta rápidamente con la intensidad del campo magnético, para campos verticales mayores que 10 gauss, mientras que la correspondiente señal de polarización en la línea D1 decrece rápidamente. Por este motivo, han concluido que los modelos actuales sobre el magnetismo de la cromosfera solar son incapaces de explicar las misteriosas señales de polarización lineal de las líneas D1 y D2 del sodio observadas en regiones cercanas al Polo Norte magnético del Sol, lo que implica que la estructura magnética tridimensional de la cromosfera solar ha de ser mucho más compleja que lo que se pensaba previamente.

Astrofísica molecular

A. Asensio Ramos, en colaboración con J. Trujillo Bueno y J. Cernicharo (IEM; CSIC), ha trabajado en los siguientes temas en el marco de su tesis doctoral sobre transferencia de radiación en líneas moleculares:

Aplicación de los códigos de transporte de radiación (desarrollados durante los años 2000 y 2001) al caso de líneas espectrales de agua de alta excitación observadas en nubes moleculares del centro galáctico, con vistas a inferir las propiedades físicas de las zonas de choque entre la nube y el Medio Interestelar. Asimismo, realización de cálculos de transferencia de radiación usando modelos de envolturas de estrellas evolucionadas con diferentes pérdidas de masa, con vistas a lograr interpretar algunos espectros moleculares observados por el telescopio espacial ISO.

Investigación de la evolución temporal de la abundancia de CO en la atmósfera solar, sin hacer uso de la suposición de equilibrio químico instantáneo. Para tal fin, se ha desarrollado un código de evolución química, el cual está siendo aplicado para determinar la abundancia de diversas moléculas en simulaciones hidrodinámicas de atmósferas estelares. Uno de los objetivos es intentar resolver el enigma del CO en atmósferas de tipo solar, pues la detección de líneas moleculares de emisión en el Sol había sugerido la posible existencia de nubes de gas muy frío embebidas en el seno del plasma caliente de la cromosfera solar.

Desarrollo de un código de síntesis de los cuatro parámetros de Stokes para líneas moleculares teniendo en cuenta los efectos Zeeman y Paschen-Back. Con este nuevo código de transporte radiativo se ha podido modelar con éxito líneas moleculares IR de OH observadas en el Sol usando el polarímetro TIP construido en el IAC. Dado el creciente interés de la espectroscopía y espectropolarimetría molecular para la investigación de las condiciones físicas y del magnetismo en atmósferas de estrellas muy frías, se está trabajando también en el desarrollo de la teoría del efecto Zeeman molecular, mediante la aplicación de la teoría cuántica y el álgebra de Racah.

ESPECTROPOLARIMETRIA SOLAR (P2/99)

M. Collados.
L.R. Bellot Rubio, V. Martínez Pillet, I. Rodríguez Hidalgo, y B. Ruiz Cobo.

Colaboradores del IAC: A. Sainz.

H. Balthasar (AIP, Alemania); T. Berger (Lockheed-Martin, EEUU); L. van-Driel (Obs. de Paris-Meudon, Francia); E. Khomenko (MAO, Ucrania); B.W. Lites (HAO, EEUU); F. Paletou (Obs. de Niza, Francia); R. Schlichenmaier (KIS, Alemania); S. Solanki (MPA, Alemania); J.C. del Toro Iniesta (IAA, Granada).

Introducción

La finalidad de este Proyecto es estudiar diversas manifestaciones del campo magnético que se pueden observar en la atmósfera solar. Estas incluyen estructuras tan diversas como las manchas solares

o los campos débiles presentes fuera de la red fotosférica. Así, se han ido abordando gradualmente los siguientes temas de investigación:

Aparición, evolución y desaparición del campo magnético en fáculas y red fotosférica.

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

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

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

Estructura del campo magnético de las manchas solares.

La finalidad última de estos estudios es avanzar en el conocimiento de los siguientes aspectos:

Estabilidad de las estructuras magnéticas:

Mecanismos de transmisión de energía en estructuras magnéticas y su relación con el calentamiento de las capas medio-altas fotosféricas y de la cromosfera.

Interacción entre los movimientos convectivos solares y el campo magnético.

Propiedades de las señales de polarización débiles.

Algunos resultados relevantes

Oscilaciones en regiones en calma

Se ha finalizado un trabajo sobre las oscilaciones acústicas en la fotosfera solar, cuyos resultados proceden de la aplicación de la versión quasi-no-ETL del código de inversión SIR a una secuencia temporal de espectros de la línea KI 7699 Å. Se ha concluido que, en primer orden, la fotosfera se mueve arriba y abajo como un todo con amplitudes entre unos 8 km y unos 19 km, en niveles profundos y altos, respectivamente. En coordenadas comóviles con el material (lagrangianas) se han encontrado numerosos reforzamientos locales y de corta duración de la temperatura y velocidad, que podrían ser la huella fotosférica de los choques cromosféricos propuestos por Carlsson y Stein en recientes simulaciones numéricas. La perturbación lagrangiana en temperatura muestra claramente dos capas nodales asociados con fuertes cambios de fase, no detectados hasta el momento. Para la oscilación lagrangiana de velocidad, se ha confirmado el crecimiento de su amplitud y la práctica constancia de su fase con la altura. Observadas desde un sistema de referencia fijo (coordenadas eulerianas), las perturbaciones están dominadas por la oscilación coherente de toda la fotosfera.

Oscilaciones en la cromosfera de manchas solares

A partir de sofisticadas técnicas de inversión de la ecuación de transporte radiativo en presencia de campo magnético y en condiciones de no ETL, se ha obtenido un modelo semiempírico, dependiente del tiempo, que puede explicar las propiedades de las oscilaciones cromosféricas observadas en la umbra de manchas solares. En dicho modelo coexisten espacialmente dos componentes. Una de ellas puede ser considerada “normal”, con temperaturas típicas umbrales y con un ligero movimiento descendente. La otra componente tiene una temperatura mayor, en la misma capa de la cromosfera, y presenta velocidades de ascenso da hasta 10 km/s. El diferente peso que puedan tener las dos componentes en cada momento puede explicar las diferentes propiedades de la oscilación cromosférica. Asimismo, se ha demostrado observacionalmente cómo estas oscilaciones dan lugar a trenes de ondas de choque en la alta cromosfera.

Estructura de las manchas solares

La aplicación del código SIR ha permitido deducir la estructura tridimensional de una mancha solar. Entre los aspectos más relevantes encontrados se puede citar que la penumbra tiene una configuración compleja, alternándose en escalas espaciales pequeñas estructuras con diferente temperatura, velocidad e intensidad e inclinación del campo magnético. En las capas más profundas gran parte de las líneas de campo retornan hacia el interior solar. Este fenómeno ha sido detectado usando líneas espectrales visibles e infrarrojas, por separado. Para explicar determinados aspectos de los resultados obtenidos, se sugiere que en la penumbra intermedia emerge una familia de tubos de flujo entrelazados entre sí y con el campo magnético global penumbal. El flujo Evershed parece estar concentrado en estructuras elevadas cuyo campo magnético es más horizontal. Además, por primera vez, se ha detectado la existencia de movimientos supersónicos en ellas.

Concentración y destrucción de una estructura magnética de la red fotosférica

Se ha realizado el análisis en profundidad de una serie temporal que muestra la aparición y desaparición de una estructura magnética de la red fotosférica. Este estudio ha revelado que el proceso de concentración del campo magnético es producido por el denominado colapso convectivo, mediante el cual la caída de material provoca un vaciado de la estructura magnética y su posterior concentración para alcanzar de nuevo el equilibrio. Sin embargo, no se llega a alcanzar un campo de kilogauss ya que aparece un frente moviéndose hacia arriba como consecuencia del rebote del material en las capas profundas que son más densas. La interacción entre los dos materiales (uno moviéndose hacia abajo y otro hacia arriba) provoca un calentamiento de la estructura magnética que termina destruyéndola.

Análisis de estrellas de tipo solar con técnicas de inversión

Se ha demostrado la aplicabilidad de los códigos de inversión para el análisis de estrellas de tipo solar. Para ello, se han analizado con esta técnica espectros obtenidos con simulaciones hidrodinámicas tridimensionales, recuperando con gran fiabilidad la estratificación de los parámetros de la atmósfera 3-D, así como las abundancias usadas en la simulación. Se ha concluido que esta técnica puede ser extendida al estudio de estrellas de tipo solar, usando espectros típicos estelares de resolución y relación señal a ruido intermedias.

Extensión del rango de aplicabilidad de TIP

A finales del año 2000, se adquirió un filtro específico para realizar observaciones espectropolarimétricas con TIP en la línea de HeI 10830 Å. Esta línea es especialmente interesante porque, en muchos casos, se forma en una capa muy estrecha en la alta cromosfera, a la que muy difícil de acceder mediante otras técnicas. Durante el año 2001, este filtro ha sido utilizado por gran parte de los observadores, obteniendo datos completamente novedosos y de gran calidad, y que en estos momentos están siendo objeto de los análisis pertinentes. De esta manera TIP permite observar desde la fotosfera profunda hasta la alta cromosfera, de manera sistemática, realizando los cambios instrumentales necesarios para alternar de una zona a la otra en pocos minutos.

Construcción de Retardadores Opticos basados en Cristales Líquidos (ROCLIs)

Dentro del Programa PROFIT, del Ministerio de Ciencia y Tecnología, se ha obtenido financiación para el desarrollo y construcción de Retardadores Ópticos basados en Cristales Líquidos (ROCLIs), junto a la empresa española TECDIS Ibérica S.A. Los ROCLIs son elementos que pueden ser utilizados en analizadores de polarización de precisión como los que se encuentran instalados en los polarímetros LPSP y TIP del IAC. A final del año, se recibieron los primeros prototipos y su primera evaluación permite afirmar la viabilidad del Proyecto. Está previsto que los ROCLIs sean una parte esencial del magnetógrafo ImaX que el IAC va a construir, juntos a otras instituciones nacionales, para el globo SUNRISE, que se lanzará desde la Antártida a finales del año 2006.

Evolución del Proyecto

A lo largo del año 2001, se han continuado con las mismas líneas de investigación abiertas en los años anteriores. Quizás se deba resaltar que, gracias a la extensión del rango de aplicabilidad de TIP a la alta cromosfera, se ha iniciado una línea de investigación sobre la determinación del campo magnético en protuberancias, filamentos y otras estructuras típicas de las capas externas de Sol. Los datos obtenidos en 2001 son completamente novedosos y se espera obtener resultados importantes en un breve plazo de tiempo.

Hay que destacar que durante 2001 se han llevado a cabo los pasos necesarios para asegurar la presencia de los miembros del Proyecto en la construcción del magnetógrafo IMaX (Imaging Magnetograph eXperiment) para la plataforma SUNRISE.

IMaX es un magnetógrafo que se colocará a bordo de la plataforma SUNRISE, que será lanzada sobre la Antártida a finales del año 2006. En el se instalará un telescopio de 1 m de diámetro con el que se espera observar la aparición, evolución y desaparición del campo magnético de la superficie solar con una resolución espacial y una duración sin precedentes. IMaX permitirá hacer imagen de una pequeña porción del disco solar, en longitudes de onda preseleccionadas y medirá en cada uno de los puntos del campo observado el estado de polarización de la luz solar incidente, para poder derivar, con técnicas de análisis posteriores al vuelo de la plataforma SUNRISE, las características del campo magnético solar fotosférico y cromosférico.

El análisis de la polarización se realizará con ROCLIs, construidos en colaboración con la empresa española TECDIS Ibérica S.A., y cuyo desarrollo se realizará en el marco de un Proyecto PROFIT durante 2002. Con estas características, IMaX será el instrumento de referencia en la plataforma SUNRISE para estudiar la evolución del campo magnético en escalas temporales de minutos (generación de ondas MHD, procesos de liberación de energía tipo fulguraciones, etc.). SUNRISE es un Proyecto en el que participan las instituciones HAO/NCAR (EEUU), MPAe y KIS (Alemania) y LMSAL (EEUU). Por parte española, el Consorcio que construirá IMaX está liderado por el IAC y cuenta con la participación del IAA (Granada), GACE (Valencia) y LINES/INTA (Madrid).

Instrumentalmente, además de la extensión de TIP a la alta cromosfera, se han llevado a cabo las primeras medidas de calibración de la polarización instrumental introducida por el celostato y el telescopio VTT. Su viabilidad hará posible que durante las campañas de observación del año 2002 se pueda realizar de manera rutinaria. Se han dado, asimismo, los pasos necesarios para dotar a TIP de un detector de gran formato, estando a la espera de conseguir financiación suficiente para su adquisición e implantación.

SISMOLOGIA SOLAR Y ESTELAR (P8/00)

A. Jiménez.
P.L. Pallé, T. Roca Cortés, C. Régulo, F. Pérez Hernández, F. Espinosa, L. Fox Machado, J.A. Belmonte, R. Alonso Sobrino y H. Vazquez Ramió.

Colaboradores del IAC: A. Eff-Darwich, S. Jiménez Reyes, I. Martín Mateos, J. Patrón Recio, R. Azollini y S. Fernández Acosta.

E. Fossat y B. Gelly (Univ. de Niza, Francia); G. Grec, T. Toutain y J. Provost (Obs. Cote d'Azur, Francia); J. Christensen-Dalsgaard y M.C. Rabello-Soares (Inst. de Astronomía de Aarhus, Dinamarca); D.O. Gough (Univ. de Cambridge, Reino Unido); T. Appourchaux (ESA, Países Bajos); Y. Chou (Univ. Tsing Hua, Taiwán); F. Hill, J. Leibacher y J. Harvey (National Solar Obs., EEUU); R. Ulrich (Univ. de California, EEUU); S. Korzennick (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); R. García Bustinduy (DSM/DAPNIA, CEA, Francia); J. Kuhn (Sac. Peak Obs. EEUU); G.R. Isaak, e Y. Elsworth (Univ. de Birmingham, Reino Unido); C. Frolich, C. Wehrli y W. Finisterle (PMOD/WRC, Suiza); S. Tomczyk (HAO, EEUU); C. Rabello Soares (Univ. de Stanford, EEUU).

Introducción

El presente Proyecto tiene como objetivo genérico el estudio de la estructura y dinámica del interior solar. Para alcanzar tal objetivo, se utiliza la única técnica posible, a la vez que probada: la Heliosismología. Mediante la detección observacional de las pulsaciones globales del Sol es posible inferir de modo preciso información acerca de las condiciones reinantes en las partes más internas del interior de nuestra estrella.

El presente Proyecto cubre las distintas facetas necesarias para alcanzar el objetivo antes mencionado: la observacional (se realizan observaciones ininterrumpidas a lo largo del año desde varias estaciones heliosismológicas y se dispone de las provenientes del laboratorio solar espacial SOHO), la instrumental (consecuencia de la anterior), las diversas técnicas de reducción y análisis de los datos, la interpretación y finalmente el desarrollo teórico de técnicas de inversión de datos y elaboración de modelos de estructura y evolución del Sol.

El principal objetivo de la Astrosismología o Sismología Estelar en este Proyecto es el estudio del espectro de modos propios de oscilación en estrellas distintas al Sol para proporcionar información sobre la estructura interna, evolución y dinámica de las mismas. El Proyecto considera tanto el enfoque teórico (modelización estelar) como observacional (redes de observación, futuros telescopios espaciales, etc.), así como la interacción entre ambos.

Algunos resultados relevantes

Utilizando datos del instrumento GOLF/SOHO se han analizado los modos acústicos de grado bajo por debajo de 1.5 mHz. Se han aplicado varias técnicas, periodogramas, RLAvCS, deconvolución homomórfica, para comparar los distintos resultados y evitar desviaciones originadas por el método de análisis. También se ha estudiado la sensibilidad de los modos en la región central solar. Han sido detectados un total de 10 modos con frecuencias por debajo de 1.5 mHz. La importancia de estos modos se basa en que la determinación de la frecuencia puede ser muy exacta debido a su corta anchura y a que se ven poco afectados por efectos superficiales debido a la actividad magnética durante el ciclo de actividad.

Se ha desarrollado un método para reducir el ruido en los espectros de potencia usando una transformada de *wavelets* no ortogonal basada en funciones *spline* quadráticas. La calidad del método se ha probado con simulaciones artificiales de series temporales emulando a los modos p.

Aunque en los últimos años se ha aceptado que los modos acústicos presentan una cierta asimetría y que el ajustar perfiles lorentzianos simétricos en los espectros de potencia puede introducir efectos sistemáticos en las frecuencias de los modos, se ha demostrado mediante el análisis de *wavelets* que, aunque efectivamente los perfiles presentan una ligera asimetría, el ajustar lorentzianas simétricas no introduce ningún efecto sistemático en las secuencias obtenidas. Esto se ha realizado tanto con simulaciones como con datos reales de GOLF/SOHO.

Con datos del fotómetro SPM del instrumento VIRGO/SOHO, se ha hecho un estudio de la variación de los parámetros de los modos acústicos en relación con el ciclo de actividad solar desde el mínimo (1996) al máximo (2001). Se ha determinado la cantidad de "actividad solar" necesaria para producir el desplazamiento en frecuencias que llega a su máximo valor en torno a los 3.5 mHz con un valor de unos 500 microHz. La anchura de los modos también parece cambiar con el ciclo aunque en cantidad reducida. La potencia y energía disminuyen con la actividad magnética mientras que el ritmo de energía de los modos permanece constante. Esto sugiere que parte de esa energía perdida se emplea en la excitación de oscilaciones en los elementos magnéticos, cuyo número aumenta en el máximo de actividad solar.

Se está desarrollando un estudio profundo de las diferencias de fase entre modos acústicos en intensidad y velocidad a lo largo del ciclo de actividad magnética, los primeros resultados arrojan una gran estabilidad de los diagramas de fase, es decir, la adiabaticidad de la atmósfera solar parece mantenerse con la actividad magnética.

También se está realizando un estudio de la variación del *phase time* de los modos acústicos de grado bajo en relación con el ciclo de actividad solar usando los datos de GOLF/SOHO a través de la función de autocorrelación de series temporales.

El paquete de instrumentación VIRGO/SOHO, después de casi seis años de funcionamiento, ha demostrado su total operatividad arrojando como resultados la determinación más precisa jamás alcanzada de los parámetros de los modos acústicos de grado bajo hasta l=7 con los instrumentos SPM y LOI, así como de la irradiancia solar o constante solar con los radiómetros absolutos DIARAD y PMOD.

El instrumento GOLF/SOHO continúa obteniendo medidas altamente estables y precisas de la velocidad global fotosférica. De la comparación de ambos espectros, intensidad y velocidad se puede hacer una determinación más precisa de las frecuencias de oscilación, deducir información sobre los mecanismos de excitación de los modos y su localización física. Toda la información aportada por SOHO hace que los modelos de inversión para conocer el interior solar dispongan de los datos más fiables obtenidos hasta el presente.

Durante este año el VIRGO Data Center (VDC) ha continuado su operatividad y productividad con software actualizado, también las mejoras introducidas han sido importantes. El excelente funcionamiento del VDC hace que actualmente el VIRGO esté en plena producción científica y el grupo VIRGO requiera la participación del VDC para una posible próxima misión.

Se ha realizado fotometría CCD en las bandas BVRI e infrarrojo (J) de la subenana PG 0856+121. Se ha determinado que el exceso en infrarrojo observado previamente en esta enana era contaminación de dos fuentes cercanas y ha sido descontaminado. Comparando los modos de oscilación encontrados con modelos estelares, estos sugieren la presencia de modos gravitacionales en PG 0856+121.

Se ha hecho fotometría diferencial CCD, dentro de la campaña "multiestación" STACC, de las d Scuti BN y BV Cnc en el cúmulo abierto del Pesebre. El principal objetivo es identificar los modos de pulsación en BN Cnc y calcular sus periodos, amplitudes y fases. En BN Cnc se han detectado seis modos de pulsación con amplitudes por encima del límite de detección (0,5 mmag). En BV Cnc se han detectado cuatro modos de pulsación. Hay que destacar que estas dos estrellas pulsantes son de amplitud muy baja. Los parámetros determinados en este trabajo junto con los espectroscópicos se utilizarán en un próximo trabajo para la identificación exacta de los modos encontrados.

Evolución del Proyecto

El Proyecto ha cumplido con casi todas las expectativas durante este año. Gran parte de ellas se han logrado con el satélite SOHO (GOLF y VIRGO) procesando, analizando e interpretando los datos.

Asimismo, durante todo el año se han llevado a cabo observaciones solares desde el Laboratorio de Sismología del OT con los siguientes instrumentos: MARK-I, GONG, TON, ECHO, STARE.

Por otro lado, todas las redes mundiales de observación heliosismológica con un nodo en Tenerife, han sido mantenidas y constituyen otra gran base de datos que junto al satélite SOHO hacen que las expectativas para el próximo año continúen siendo realmente alentadoras.

Se instaló de forma ya definitiva el instrumento LOW-L de la red ECHO del NCAR (Boulder, EEUU) constituyendo una mini-red junto con el instrumento instalado en Hawai (EEUU). Las perspectivas con esta nueva red son muy altas y necesarias ya que esta red constituye actualmente la única en el mundo para modos de grado intermedio.

Hay que resaltar que al ser este el primer año de operación del LOW-L en Tenerife, se ha realizado un tremendo esfuerzo instrumental por parte del responsable del instrumento en el IAC, en cuestión de mantenimiento y reparación de los problemas que todo nuevo instrumento genera.

Después de formalizar los contactos con T. Brown (HAO) en relación con la instalación del telescopio STARE para la detección de tránsitos planetarios y Astrosismología, el telescopio STARE se ha instalado en el OT en primavera de este año. La colaboración entre las dos instituciones (HAO/IAC) ha comenzado ya con la formalización del proyecto de tesis conjunto sobre el tema, que va a llevar a cabo R. Alonso Sobrino bajo la supervisión de J.A. Belmonte, T. Brown y P.L. Pallé. R. Alonso se desplazó varias veces al HAO para su puesta a punto tanto en cuestión instrumental como de reducción y análisis de los datos.

Se han realizado y actualmente se están llevando a cabo varios estudios sobre la relación de los modos de oscilación y el ciclo de actividad solar, con lo que este punto se ha conseguido plenamente. El establecimiento de la base de datos del instrumento TON comenzó durante el verano y actualmente se encuentra “congelado” por falta de personal. Este punto se ha conseguido a medias, aunque obviamente en un solo año no se podía completar la base de datos.

Se continúa con el estudio del espectro solar a bajas frecuencias, por debajo de 1,5 mHz y con la búsqueda de los modos g. En mayo del 2001 el investigador principal del grupo fue invitado a formar parte del Grupo Phoebus con sede en la ESA para la búsqueda de este tipo de oscilaciones.

La campaña STEPHI se realizó con éxito y los datos se están analizando.

ARQUEOASTRONOMIA (P7/93)

J.A. Belmonte.
C. Esteban, A. Aparicio.

Colaboradores del IAC: R. Génova.

Alumnos de D.E.A. en periodo de investigación: M.M. Delgado, C. Hidalgo (ULL).

E. Aura y J. Pérez Ballester (Univ. de Valencia); E. Cortell (Museo Arqueológico de Alcoy, Alicante); J. Galindo (UNAM, México); J.J. Jiménez (Museo Arqueológico de Tenerife); M. Hoskin (Churchill College, Reino Unido); R. Marrero, M.A. Perera y M.T. Ruiz González (Unidad de Patrimonio, Cabildo de Lanzarote); F. Salvador (Univ. de Jaén); R. Schlueter (UNED, Las Palmas de Gran Canaria); A. Tejera (Univ. de La Laguna, Tenerife).

Introducción

Este Proyecto tiene como objetivo fundamental determinar la importancia de la Astronomía como parte integrante de la cultura y de la civilización.

El interés se centra en especial en los pueblos del antiguo ámbito Mediterráneo desde el Atlántico al Oriente Medio, con una dedicación especial a España y a su entorno geográfico inmediato.

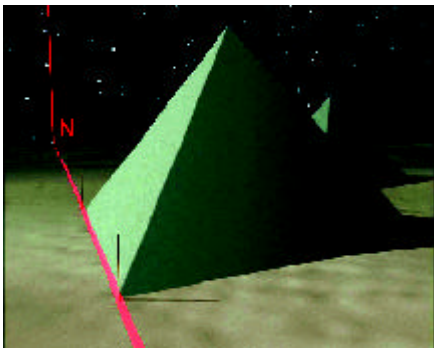
Algunos resultados relevantes

Durante el 2001 se ha completado el mapa de los cielos del antiguo Egipto mediante el análisis de los decanos y de los relojes estelares encontrados en los techos de las tumbas de algunos faraones de la XX Dinastía (todos ellos llamados Ramsés). Se han identificado las posibles equivalencias entre más de una veintena de “constelaciones” o estrellas individuales mencionadas en los textos jeroglíficos y ciertos asterismos o estrellas del propio firmamento.

La información obtenida se ha usado, junto a fuentes mitológicas e históricas y a datos arqueológicos, para proponer una idea razonable sobre cómo se podrían haber orientado de forma precisa, según la línea meridiana, las pirámides del Reino Antiguo. La hipótesis propuesta sugiere que la observación del transito simultáneo por el meridiano de las estrellas Megrez y Phecda, pertenecientes a la constelación “imperecedera” de la Pierna de Toro (El Carro), podría haber sido usada con este fin. Un resultado adicional de esta hipótesis es la obtención de una

serie de fechas para la alineación de las principales pirámides que puede ser contrastada con la cronología del periodo y que ha permitido fijar el comienzo del reinado de Kefren, cuarto rey de la IV Dinastía y constructor de la segunda pirámide de Guiza, en torno al 2550 a.C.

Las cuatro "constelaciones" más importantes del antiguo Egipto. De derecha a izquierda: Sopdet, que incluye la estrella Sirio, Sah, cuya corona representa el cinturón y la daga de Orión, Mesjetiu (La Pierna de Toro), equivalente a nuestro Carro (en la Osa Mayor), y Nut, quizás la Vía Láctea. Entre otros, en la imagen también se menciona al decano Jaw (Miriada o Rebaño), equivalente a las Pléyades.



Alineación astronómica de la pirámide de Kefren hacia el tránsito meridiano de dos de las estrellas (Megrez y Phecda) de la constelación Mesjetiu (La Pierna de Toro), equivalente a nuestro Carro, en torno al 2545 a.C. Según se ha descubierto, la mayoría de las pirámides de la IV Dinastía podrían haberse orientado de forma precisa, según un eje Norte-Sur, mediante este procedimiento.

Evolución del Proyecto

Se acometieron la mayoría de los objetivos propuestos en el informe de 2000 e incluso algunos nuevos no contemplados allí. Sin embargo, por falta de tiempo, este año no se ha podido realizar nuevo trabajo de campo en Canarias, si bien sí se han impartido numerosas conferencias, en los ámbitos más diversos, divulgando los hallazgos arqueo y etnoastronómicos obtenidos con anterioridad. En este sentido, a finales de este año ha visto por fin la luz un libro que se llevaba preparando desde hacia tiempo, "El Cielo de los Magos", donde se exponen las tradiciones astronómicas del campesinado canario recogidas en el último lustro en las siete islas del Archipiélago.

A principios de año se asistió a la conferencia INSAP III, celebrada en Palermo (Italia) a caballo entre el segundo y el tercer milenio, donde se presentó un *invited review* sobre el estudio realizado sobre los decanos egipcios. Este trabajo se completó en los meses siguientes con el estudio sobre la orientación de las pirámides y de los relojes estelares ramesidas (explicados en los hitos), resultados que fueron presentados en la *invited review* que sobre astronomía egipcia se impartió en el congreso *Cosmology through time*, celebrado en Roma en junio, y en una comunicación oral en la conferencia anual de la SEAC celebrada en Estocolmo a finales de agosto. En esta misma conferencia se participó en una mesa redonda sobre Metodología, donde se defendió el importante papel que puede tener la Arqueoastronomía como materia interdisciplinaria en que la Astronomía se pone al servicio de las ciencias humanas y se criticó su uso indiscriminado, incorrecto y vano en numerosos libros de carácter esotérico, que se rodean de un aura de supuesta calidad científica por el hecho de usar cálculos astronómicos para presentar ideas descabelladas.

Se ha trabajado en el análisis de datos obtenidos en distintos lugares arqueológicos pertenecientes a la cultura ibérica peninsular, encontrándose una gran incidencia de relaciones astronómicas en santuarios y necrópolis pertenecientes a esta cultura. Es de destacar que se ha definido un grupo de santuarios que presentan marcadores del equinoccio muy precisos y con unas características comunes que permiten proponer, con bastante seguridad, el uso calendárico y/o ritual de fenómenos astronómicos entre la cultura ibérica del sureste español.

En junio se llevo a cabo una visita a la isla de Cerdeña, invitados por el Gobierno de la isla y el Ayuntamiento de Isili, para participar en un congreso internacional organizado por investigadores sardos, circunstancia que se aprovechó para realizar una primera toma de contacto con el potencial arqueoastronómico de las culturas prenurágica, nurágica y púnica en la isla de Cerdeña. Se estudiaron diversos emplazamientos arqueológicos, verificando resultados propuestos con anterioridad por nuestros colegas y adquiriendo nuevos datos en algunas necrópolis prenurágicas (como la de las Domus de Janas de Anghelu Ruju) o púnicas (como la de Tharros). Los resultados preliminares del estudio son muy prometedores y han inducido a iniciar, junto al investigador sardo Mauro Zedda y alguno de sus colaboradores, un Proyecto a gran escala para estudiar la orientación de estas estructuras en diversos emplazamientos de la isla de Cerdeña.

Afortunadamente, se dispuso de fondos suficientes para comenzar el estudio arqueoastronómico de los talayots cuadrados de Mallorca. En octubre se realizó en esta isla una breve campaña, en compañía del arqueólogo mallorquín Javier Aramburu-Zabalegui, uno de los mayores especialistas en la cultura talayótica de la Isla. Se trabajó en más de una veintena de estos monumentos y los datos se encuentran en proceso de análisis para tratar de encontrar una hipótesis razonable que explique el patrón de orientaciones encontrado que, casi con seguridad, debe ser astronómico.

Durante este año se dirigió el trabajo fin de carrera de J.I. Cases Martín que fue defendido finalmente en septiembre con el título "Análisis de las Series Lunares contenidas en las notaciones calendáricas de los textos glíficos mayas del Período Clásico", obteniendo la calificación de sobresaliente. En este trabajo se procedía primero a establecer un corpus completo de las series lunares mayas, para realizar después un análisis de uniformidad, por ciudades y por épocas, que permitiese establecer lazos y relaciones entre ellas, proponiendo la existencia de una serie de patrones de uniformidad. Este resultado permitió finalmente fijar una estimación para la duración del mes sinódico en diversas ciudades del área maya que ha resultado ser de una precisión asombrosa, con valores de 29,5308 días en los casos de Copán o Palenque que se diferencian en menos de medio minuto del valor astronómico real.

A modo anecdótico, se ha realizado un estudio estadístico de los motivos decorativos que aparecen en los ídolos placa asociados al fenómeno megalítico en el sudoeste de la Península Ibérica. Los histogramas muestran dos picos claramente significativos centrados en 12,4 y entre $27^{2/3}$ y $29^{1/2}$, respectivamente. Estos números poseen un marcado carácter astronómico (número de lunaciones en un año trópico, número de días en un mes) lo que podría indicar que los ídolos placa presentan algún tipo de simbología astronómica, de carácter lunisolar, que viene a confirmar los resultados obtenidos por la orientación de los monumentos megalíticos de la región (las antas o dólmenes), donde fueron encontrados los ídolos.

Finalmente, se debe comentar que durante todo el año 2001 se han dedicado grandes esfuerzos y recursos humanos a la preparación y elaboración de un Atlas Arqueoastronómico del Mediterráneo Occidental en colaboración con el Prof. M. Hoskin de la Univ. Cambridge (Reino Unido). La obra ha resultado ser de mucha mayor envergadura de lo que inicialmente se había pensado y en el momento de escribir estas líneas se sigue trabajando en ella. Se espera que este trabajo vea la luz a mediados de 2002.

FISICA DE LA MATERIA INTERPLANETARIA (P4/00)

L.R. Bellot.
A. Oscoz, M. Serra Ricart, D. Martínez Delgado, P. Rodríguez Gil y A.R. López Sánchez.

J.L. Ortiz Moreno (IAA, Granada); P.V. Sada (Univ. de Monterrey, México); J. Licandro (Galileo; La Palma); O. Benítez Sánchez (Sociedad de Observadores de Meteoros y Cometas de España); R. Arlt, (Astrophysikalisches Institut Potsdam, Alemania).

Introducción

Este Proyecto pretende estudiar las propiedades físicas de los meteoroides, partículas de polvo emitidas por los cometas en su acercamiento al Sol, así como las características de su interacción con la atmósfera terrestre. Los meteoroides proporcionan información de gran valor sobre los cometas (composición, estructura interna, etc.). Desde el punto de vista práctico, estas partículas son potencialmente peligrosas para los satélites espaciales en órbita alrededor de la Tierra. Uno de los objetivos principales del Proyecto es determinar la población de partículas cometarias en las cercanías de la Tierra a lo largo de todo el año, con el fin de diseñar estrategias que disminuyan el riesgo de destrucción de satélites. Para lograr estos objetivos, el IAC ha diseñado y construido el sistema automático de detección de meteoros TIMES (*Tenerife Imaging Meteor System*). Dicho sistema, ubicado en el OT, permitirá obtener un mapa completo de la actividad meteórica observable desde la Tierra, al tiempo que realiza observaciones en doble estación para determinar las trayectorias atmosféricas de las partículas detectadas.

Algunos resultados relevantes

Se ha observado con éxito la tormenta de las Leónidas del 2001 desde el territorio norte de Australia. Además del estudio de la densidad espacial de los meteoros, se han obtenido datos en doble estación de gran valor que están en proceso de análisis.

Se ha instalado de forma casi permanente el experimento TIMES en el OT, destinado a la detección automática de meteoros. Es el primer experimento de este tipo que existe en España.

Usando TIMES, se han llevado a cabo el estudio de las corrientes de meteoros de las Acuáridas y las Perseidas.

En colaboración con el grupo del IAA (CSIC), se han detectado impactos de meteoroides en la Luna durante la tormenta de Leónidas de 2001.

Evolución del Proyecto

En 2001, las actuaciones concretas se centraron en la búsqueda de un lugar para dejar el experimento TIMES de forma permanente. Este ha quedado instalado en la casa solar del OT. La incorporación de dos nuevos PC a TIMES permitió solucionar los problemas de software, y ahora existen dos cámaras funcionando sin ningún problema (TIMES 1 y TIMES 2).

Durante los meses del verano del 2001, se concentraron las observaciones para estudiar el complejo de lluvias de meteoros de Acuario y las Perseidas. Fue la primera vez que los dos intensificadores funcionaron simultáneamente sin problemas. Se llevó a cabo la campaña de observación y se realizó un programa para obtener fotometría de los trazos de meteoros registrados. Actualmente se está en proceso de análisis de los datos del complejo de Acuario obtenidos en las campañas del 2000 y 2001.

Uno de los objetivos fundamentales del Proyecto fue caracterizar la tormenta de las Leónidas. En particular, se obtuvieron una muestra significativa de curvas de luz y órbitas, así como conseguir el registro en vídeo de una tormenta de meteoros. Para ello se llevó a cabo una misión científica al territorio norte australiano, con el apoyo logístico de la asociación Shelios. La financiación de esta misión corrió a cargo del Ministerio de Ciencia y Tecnología, a través de una Acción Especial, y del IAC. Se observó la tormenta con éxito en doble estación y se registró una gran cantidad de datos, cuyo análisis será la primera prioridad del Proyecto durante el año 2002.

OPTICA ATMOSFERICA

CARACTERIZACION DE LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS (P1/89)

C. Muñoz-Tuñón.
A.M. Varela y A. García de Gurtubai.

Colaboradores del IAC: J.J. Fuensalida, M. Collados, V. Martínez Pillet y T. Mahoney.

J. Vernin (Univ. de Niza, Francia); Z. Benkhaldoun (Univ. de Marrakech, Marruecos); M. Sarazin (ESO, Garching, Alemania).

Introducción

Bajo el objetivo de caracterizar de manera sistemática los parámetros relevantes en la cualificación de la calidad del cielo (relacionado directamente con la turbulencia atmosférica), se han continuado las campañas de prospección de sitio en el Observatorio del Roque de los Muchachos. Las primeras campañas intensivas de prospección astronómica en los Observatorios de Canarias se iniciaron en 1992, y hasta entonces se ha proseguido su caracterización óptica (*seeing*) y meteorológica, contribuyendo a que los Observatorios de Canarias, junto con La Silla y Paranal (Chile), dispongan de la más amplia base de datos de *seeing* nocturno.

A partir del inicio de la construcción civil del Gran Telescopio de CANARIAS (GTC), los sondeos se han continuado en el segundo enclave preseleccionado para el mismo (Sitio 1). Las medidas se realizan durante noches completas para analizar su posible dependencia con los cambios climatológicos nocturnos y su estabilidad, y durante períodos superiores al año para analizar el comportamiento estacional del *seeing*.

En verano de 2001 se consiguió la licencia definitiva para la instalación de los equipos de prospección en un nuevo enclave en el Roque de los Muchachos, en la Degollada del Hoyo Verde (municipio de Puntagorda). al suroeste del ORM. El propósito es doble, explorar la idoneidad de nuevos enclaves para la instalación de futuros telescopios y el estudio de la contribución de la Caldera en las medidas del *seeing*.

Se inicia la fase de cimentación e instalación de la torre del monitor de *seeing* (DIMM), de un mástil equipado con sensores meteorológicos estándar y una estación meteorológica automática, y de una caseta donde albergar los equipos de control,

finalizando su instalación en diciembre, fecha en la que se instaló la instrumentación (DIMM, PCs, monitores, etc.) (Figura 1).

Fotomontaje de los equipos de prospección en la Degollada del Hoyo Verde.

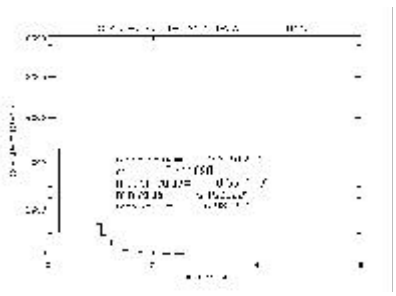
Algunos resultados relevantes

Se ha publicado un folleto en el que se recopilan resultados relevantes sobre Calidad de los Observatorios Canarios: ENO. *The Canary Islands: a privileged site for astronomical observations* (http://www.iac.es/eno/folleto.htm).

Se ha comenzado a medir en la Degollada del Hoyo Verde (en diciembre se acabaron de instalar los equipos). Programa genérico: búsqueda de emplazamientos candidatos para futuros telescopios gigantes.

Los resultados de calidad de imagen obtenidos durante la campaña de medidas en el Sitio 1 este año dieron un valor global medio del seeing de 0.62" ± 0.4", y una mediana de 0.53", alcanzando un mínimo en 0.11". Estos resultados son comparables (ligeramente mejores) a los obtenidos en el ORM en 1997, difiriendo en apenas una décima de segundo de arco con los obtenidos durante otros años en diferentes enclaves en el ORM. (Figura 2).

Estos resultados siguen apoyando la hipótesis de homogeneidad de calidad óptica de imagen en toda la extensión del ORM, y la similitud de resultados, con discrepancias que no superan el 10%.

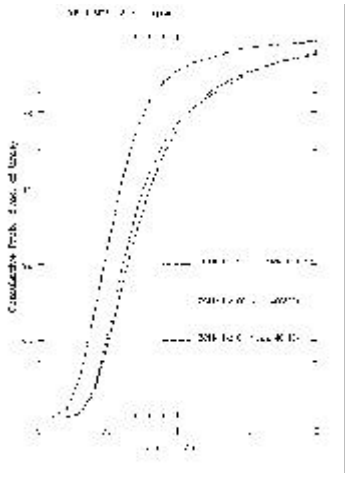


Histograma de los valores del seeing obtenidos en 2001 en el Sitio 1 en el ORM.

En un 45% de los casos las medidas son mejores que 0.5" y en un 91% son inferiores a 1". Valores superiores a 2" se alcanzaron sólo en un 2% de las medidas.

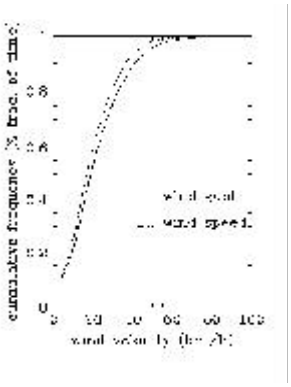
Se sigue encontrando una dependencia estacional del *seeing*, con valores ligeramente mejores durante el período estival.

Frecuencia acumulada del seeing en el Sitio 1 durante diferentes campañas. La discrepancia entre ellas es inferior al 10% (entre los meses de marzo y julio de 2001 el DIMM no estuvo operativo por cuestiones técnicas).



El tiempo útil de observación durante el 2001 fue del 55% y el resto de horas perdidas están fundamentalmente asociadas a elevada humedad (superior al 70%) en un 28%, cielo cubierto de nubes en un 11%, vientos superiores a 15m/s en un 5%, y problemas técnicos en un 1%. El porcentaje de horas útiles en verano ascendió al 61%. Este tiempo útil está infravalorado si se tienen en cuenta las condiciones más extremas que soportan mayores telescopios frente a los parámetros típicos de cualificación del DIMM. Asimismo, durante los meses de marzo a julio la campaña de medidas se interrumpió en espera de reparar y sustituir la cámara CCD.

La frecuencia acumulada de la velocidad del viento para un periodo de campaña en el ORM (campaña GTC, entre 1995 y 1996) revelan un porcentaje prácticamente nulo de ráfagas de viento para velocidades inferiores a los 45 km/h, mientras que para regímenes de viento superiores a los 45 km/h, el 80% de las ráfagas superan los 70 km/h.



Frecuencia acumulada de la velocidad del viento y de las ráfagas. El número total de datos es 367766 puntos a 1 dato por minuto (lo que equivale a un muestreo de 255 días + noches completas a dato/minuto). Las ráfagas se definen como la máxima velocidad medida en intervalos de 10 s durante 1 minuto.

Se ha realizado un estudio del porcentaje de horas fotométricas en el ORM a partir de la base de datos proporcionada por el CAMC, comparando estos resultados con los obtenidos en otros enclaves astronómicos clasificados como excelentes. Estos resultados se resumen en la siguiente tabla y muestran valores similares a los obtenidos en Paranal (Chile), y mejores a los obtenidos en Cerro Tololo (Chile), Mauna Kea (Hawai, EEUU) o en Mt. Graham (Arizona; EEUU). (http://www.iac.es/proyect/sitesting/tabla_phot.html)

Evolución del Proyecto

Las metas del Proyecto son:

- Caracterización de la atmósfera y de la calidad de imagen en los Observatorios de Canarias.

- Difundir los resultados obtenidos para que la calidad astronómica de los Observatorios esté muy bien valorada en la comunidad científica y en la sociedad española.

Actuaciones:

- Programa continuado de Prospección de Sitio en el ORM: campañas sistemáticas.
- Análisis de resultados.
- Automatización del monitor de *seeing*.
- Colaboración con grupos de expertos, dentro y fuera de las instituciones usuarias de los Observatorios de Canarias.
- Difusión de resultados en un foro especializado.
- Difusión de resultados al público en general.

Acciones:

- Se han continuado los sondeos del *seeing* en el ORM. Desde febrero de 2000 hasta diciembre de 2001 las mediciones se han realizado en el segundo enclave preseleccionado para el telescopio GTC (Sitio 1, a unos 300 m del telescopio TNG y a 350 m del telescopio NOT). Hasta que no se tenga listo el mástil meteorológico (no operativo por problemas técnicos), se ha archivado y analizado la meteorología del ORM a partir de los datos de la estación meteorológica del NOT (próxima al Sitio 1), lo que permitirá un estudio completo de la climatología del *seeing*.

- Bajo acuerdo previo con miembros de GONG, el grupo de Calidad del Cielo del IAC se encarga de almacenar la base de datos meteorológicos que GONG obtiene de manera continuada en el OT. Esto permitirá realizar campañas comparativas entre ambos Observatorios.

- Reducción y análisis estadístico de las medidas del *seeing* en el ORM.

- Estudio comparativo con los obtenidos en años anteriores.

- Estas medidas están siendo analizadas frente a los parámetros meteorológicos cedidos por el telescopio NOT como base de un proyecto de estudio de la climatología del *seeing*, para confirmar la hipotética correlación que el grupo ha encontrado entre el comportamiento del *seeing* y valores del viento bajo diferentes regímenes del mismo.

- Se ha realizado el estudio estadístico diurno, semanal, mensual, estacional y anual del *seeing* durante todas las campañas. Estos resultados son accesibles desde la página Web del Proyecto http://www.iac.es/project/sitesting/site.html

- En colaboración con M. Sarazin (ESO-Garching), y con el propósito de caracterizar aquellos observatorios clasificados como excelentes para la futura instalación de telescopios grandes y extra grandes, se ha realizado un estudio de la calidad fotométrica en el ORM a partir de datos del CAMC. http://www.iac.es/project/sitesting/tabla_phot.html

- Se adquirió una nueva cámara CCD a *Santa Barbara Instruments* (SBIG, EEUU) dentro del programa de autromatización del DIMM.

- En este sentido, durante el mes de julio de 2001 trabajó con el grupo de Calidad del Cielo del IAC un becario procedente de la Universidad de Marrakech (Marruecos) para trabajar en el diseño y creación del software.

- Se continúa la cooperación con expertos dentro y fuera de las instituciones usuarias de los Observatorios del IAC.

Colaborando con el Site testing Working Group creado por el National Solar Observatory (NSO) y liderado por M. Collados (IAC), para la realización de una campaña de prospección astronómica para la determinación del enclave idóneo para el *Advanced Technology Solar Telescope* (ATST – 4 m), siendo el ORM uno de los seis observatorios candidatos preseleccionados.

- En septiembre de 2001 se desplazó al IAC el observador responsable del DIMM recientemente instalado en Calar Alto (Almería) para analizar y calibrar los valores de *seeing* obtenidos en dicho Observatorio.

- Se ha publicado un folleto en el que se recopilan resultados relevantes sobre la Calidad de los Observatorios de Canarias, presentándolo a la comunidad científica *(ENO. The Canary Islands: a privileged site for astronomical observations*. http://www.ia.es/eno/folleto.htm).

- Actualización continua de la página Web del Proyecto, tratando de darle utilidad científica proporcionando gráficas y resultados obtenidos durante estas campañas de prospección de Sitio.

- Se ha impartido un curso y charlas de divulgación al público en general sobre los Observatorios del IAC (relacionadas a continuación), publicado dos artículos en revistas de divulgación y, varias colaboraciones con los medios de comunicación.

“Estudio de la calidad del cielo de Canarias”, Seminario impartido en la Facultad de Física de la Universidad de La Laguna a los alumnos de Instrumentación Astrofísica.

“La Astronomía en Canarias”, Curso cuatrimestral impartido en la Universidad de La Laguna dentro del Programa para Mayores organizado por el Vicerrectorado de Extensión Universitaria.

ALTA RESOLUCION ESPACIAL

DESARROLLO DE SISTEMAS DE IMAGEN DE ALTA RESOLUCION (P35/86)

J.J. Fuensalida.
C. Hoegemann, S. Chueca y J.M. Rodríguez González.

Colaboradores del IAC: J.M. Rodríguez Ramos, A. Alonso y M. Reyes.

J. Vernin (Univ. de Niza, Francia); R. Foy (Obs. de Lyon, Francia).

Introducción

La obtención del máximo rendimiento de los nuevos proyectos de grandes telescopios de clase 8 y 10 m (entre los que se encuentra el Gran Telescopio CANARIAS, GTC), y en gran medida su justificación observacional, reside en lograr aprovechar sus máximas posibilidades de resolución espacial. Como es bien sabido, el aumento del tamaño de la pupila de entrada de un telescopio conlleva, no solamente un beneficio en la magnitud límite, sino también en la capacidad para discernir detalles de la estructura espacial, es decir, una mejora en la resolución espacial. Téngase en cuenta que, hacer 10 veces mayor la apertura de un telescopio supone que la resolución espacial (límite de difracción) mejora por un factor 10, mucho mayor que la obtenida en magnitud límite considerando sólo su área colectora. Esta faceta, sin embargo, ha quedado inutilizada hasta la actualidad debido a la degradación de las imágenes producida por la turbulencia de la atmósfera terrestre. Tradicionalmente, la resolución espacial de los telescopios ha quedado reducida a algo menos de 1 segundo de arco en los mejores observatorios y este comportamiento se ha convertido en el parámetro más importante de calidad de los mismos.

Aunque las primeras ideas para soslayar la limitación impuesta por nuestra atmósfera sobre los telescopios terrestres datan de hace un par de décadas, no ha sido sino en los últimos años que se han logrado éxitos usando sistemas basados en óptica adaptativa. Estos sistemas corrigen las deformaciones del frente de onda producidas por la turbulencia atmosférica, utilizando la detección de las perturbaciones sobre el haz de una estrella puntual suficientemente brillante y cercana al objeto.

Todos los proyectos de grandes telescopios contemplan la disponibilidad de diversos sistemas de este tipo. Utilizando un sistema de óptica adaptativa funcionando en condiciones óptimas para un telescopio de 10 m se obtendrían imágenes con resolución espacial 4 veces mejor que con el Telescopio Espacial: podría lograrse discernir, atendiendo exclusivamente a su capacidad resolutiva y no a otros aspectos como el de señal o contaminación, por ejemplo, no solamente un posible planeta tipo Júpiter alrededor de cualquiera de las componentes de α-Centauri, sino también un posible satélite tipo Calixto.

Sin embargo, es relativamente poco frecuente encontrar una estrella con suficiente brillo y cercanía al objeto de interés, en cuyo caso los sistemas de óptica adaptativa pierden absolutamente todo su potencial. Para eludir este problema se ha propuesto la generación de fuentes artificiales producidas por la propia atmósfera terrestre al ser estimulada por la emisión de un láser desde la superficie de la Tierra; estos sistemas se han dado en llamar *Estrellas Láser de Guiado* (Laser Guide Star, LGS) y en todos los nuevos proyectos de grandes telescopios está prevista su instalación. Un láser con suficiente potencia y sintonizado en la longitud de onda deseada se lanza para estimular la emisión de las capas altas de la atmósfera, por encima de la turbulencia, en una zona cercana a la línea de visión del objeto de interés. La detección de esta emisión sirve de *testigo* de la acción de la turbulencia y puede ser utilizada para la corrección del frente de onda procedente del objeto con el sistema de óptica adaptativa correspondiente.

Hay que hacer notar que el número de experimentos capaces de generar una LGS en la comunidad astronómica es muy reducido. Las facilidades disponibles en el telescopio OGS del OT proporcionan una ocasión inmejorable para trabajar experimentalmente en este campo con muy pocas inversiones.

LGS para grandes telescopios

Los sistemas de LGS presentan algunos problemas todavía sin solución. La inclinación global del frente de onda no queda determinado por la emisión de una LGS *monocromática*, por ejemplo, utilizando los átomos de sodio presentes en la mesosfera. Una propuesta para evitar esta limitación es el uso de la emisión estimulada de átomos de varios elementos simultáneamente en la mesosfera. Para estudiar la viabilidad de esta solución es fundamental conocer los perfiles de distribución y densidades de los componentes de la mesosfera.

Los sistemas de LGS para telescopios mayores que 5 m presentan algunos problemas específicos todavía en estudio. Para pupilas de entrada tan grandes, el efecto cono es considerablemente importante incluso para LGS producidas en la mesosfera. La producción de un *array* de LGS soslayaría este efecto aunque implicaría utilizar sensores de frente de onda de campo grande.

Alineamiento de segmentos

Dentro del marco del sensado de frente de onda se seguirá trabajando en la optimización de un sistema para detectar el pistón local de un frente de onda proveniente de un espejo segmentado. La medida de los defectos de fase de los elementos de un espejo segmentado es imprescindible para lograr una resolución espacial mejor que la del *seeing*. Convendría que este sistema pudiera utilizar tanto una estrella natural como una LGS para detectar las aberraciones.

Objetivos generales

Los objetivos del Proyecto están centrados en los problemas de sensado de frente de onda y la caracterización de la atmósfera en el OT para la generación de LGS's experimentalmente.

Respecto a la detección y recuperación del frente de onda se propone estudiar numéricamente soluciones a las dificultades mencionadas anteriormente relacionadas con la aplicación de LGS en telescopios de 10 m. Asimismo, utilizando medidas del perfil vertical de turbulencia (SCIDAR en el telescopio TCS), estudiar las características espaciales y de emisión de una LGS generada con el telescopio OGS, estudiar la influencia de la estructura vertical de la turbulencia y condiciones para la máxima eficiencia en la emisión de la LGS y, adicionalmente, obtener un registro temporal del perfil vertical de turbulencia.

Complementariamente, se seguirán estudiando las posibilidades reales de la propuesta de detección de saltos de fase para llegar a ser un sistema útil.

(Ver http://www.iac.es/project/gare)

Algunos resultados relevantes

Tratamiento teórico, basado en la teoría de la difracción, de la señal de curvatura producida por errores de alineamiento entre los elementos de un espejo segmentado

A partir de la experiencia lograda en los años anteriores, se ha realizado un estudio riguroso del tipo de señal que producen los desalineamientos en los planos de detección de un sensor de curvatura. De este modo, se pueden evaluar la importancia y dependencia de las posiciones y características de los detectores y la longitud de onda en función de la magnitud del error de alineamiento. Este análisis es fundamental para una futura implementación de un sistema para medir los errores de desfase de los segmentos de un espejo principal de gran tamaño, de la categoría de los *Telescopios Extremadamente Grandes*.

Generación y detección de una estrella artificial en la mesopausa por un láser sintonizado en sodio

A finales del año 2001, se logró generar, con un láser lanzado desde el telescopio OGS y sintonizado en la línea D_2 del sodio, un *spot* luminoso en la mesopausa (90 km de altura típicamente) por retrodispersión resonante del sodio mesosférico. La detección se realizó con el telescopio IAC-80. En la Figura 1, se muestra el esquema de la disposición entre los dos telescopios, contemplado desde el Este del OT y, en la Figura 2, la primera imagen obtenida desde el telescopio IAC-80 la noche del 5 de diciembre. La elongación se debe a la perspectiva vista desde el IAC-80 de la emisión a lo largo de la capa de sodio. Se aprecia en ella variaciones de densidad en altura lo que sugiere la presencia de capas esporádicas.

Además del valor que entraña, en sí mismo, el cuerpo de conocimiento adquirido en el desarrollo de esta técnica, la importancia de este evento estriba en las capacidades que abre para el estudio de factores que determinan y limitan la eficiencia de sistemas LGS (Estrellas Artificiales por Láser) en grandes telescopios.

(Ver http://www.iac.es/project/gare/esp/objetivos/laser/des_laser/scattering/scat_lgs_00.htm).

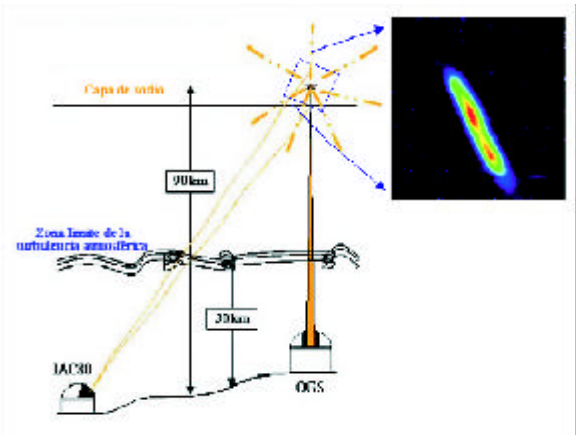
Evolución del Proyecto

Medida de error de fase de los espejos segmentados

Se ha realizado en estudio riguroso del tipo de señal que producen los desalineamientos en los planos de detección de un sensor de curvatura, de este modo podemos evaluar la importancia y dependencia de las posiciones y características de los detectores y longitud de onda en función de la magnitud del error de alineamiento. Este análisis es fundamental para una futura implementación de un sistema para medir los errores de desfase de los segmentos de un espejo principal de gran tamaño, de la categoría de los *Telescopios Extremadamente Grandes*. Este trabajo ha constituido la memoria de investigación para el examen de tercer ciclo de J.M. Rodríguez González.

Perfil vertical de turbulencia y distorsión del frente de onda

Se han completado los primeros experimentos de medida simultánea del perfil vertical de turbulencia y del frente de onda en el telescopio TCS. A partir del instrumento SCIDAR de la Universidad de Niza (Francia) (J. Vernin), se ha complementado con



Primera detección del sodio mesosférico en el OT. En la parte izquierda, se muestra el esquema de la disposición entre los dos telescopios utilizados para este experimento, visto desde el Este del OT: el lanzador (telescopio OGS) y el receptor (telescopio IAC-80). La imagen en la parte derecha corresponde a la primera detección realizada la noche del 5 de diciembre del 2001. Se indica con flechas la colocación del detector respecto al lanzamiento. La elongación se debe a la perspectiva observada, desde el telescopio IAC-80, de la emisión a lo largo de la capa de sodio. Se aprecian variaciones de densidad en altura con indicios claros de la presencia de capas esporádicas.

incorporación de un sensor de frente de onda, lo que nos ha permitido poner a prueba algunas hipótesis teóricas de la turbulencia atmosférica. Actualmente se está en proceso de reducción e interpretación de los datos y, paralelamente, en el diseño de un prototipo que permita la adquisición sistemática de este tipo de medidas.

Caracterización atmosférica con láser (CALas)

Las actividades relacionadas con la generación y medida de *scattering* en la atmósfera están fuertemente dominadas por el logro de producir la primera LGS (Estrella Artificial por Láser) en el OT. A lo largo del 2001, se instaló el sistema óptico de lanzamiento del láser de colorante (sodio), se caracterizó el sistema de focalización del haz con medidas de la geometría del talle en la atmósfera, se estudió el sistema de sintonización y corrección de la longitud de onda en la rama de muestreo y, finalmente, en el mes de diciembre, generamos y medimos el *spot* en sodio (ver apartado anterior).

Otro resultado relevante ha sido la elaboración de un modelo de contaminación lumínica de posible sistemas LGS en el ORM sobre otros telescopios vecinos. Este trabajo se ha llevado a cabo a partir de medidas de dispersión por láser dentro del experimento CALas. También se ha continuado con las medidas sistemáticas de sodio diurno utilizando los telescopios solares del OT.

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE TELESCOPIOS

OPERACION DE LAS INSTALACIONES TELESCOPICAS DEL IAC EN EL OT (3I1101)

A. Oscoz.
S. Chueca, M.T. Eibe, M. Polen, V. Sánchez Béjar, A. Rosenberg, C. Abajas, M. Aguiar, E. Cadavid, J. Calvo, L. Chinarro, Á. Gómez, S. López, E. Páez, A. Pimienta, y T. Viera.

Colaboradores del IAC: Mantenimiento Instrumental, Mantenimiento del OT, Administración del OT, Delineación Técnica, Taller de Mecánica y Taller de Electrónica.

Introducción

El Observatorio del Teide (OT), junto con el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) y la sede central del IAC, constituye el ENO, la organización europea de Astronomía en el norte. Dentro del conjunto del ENO, este Proyecto tiene como objetivo la gestión de las instalaciones telescópicas del IAC en el OT. Por un lado, se tienen instalaciones propias del IAC, como los telescopios TCS, IAC-80 y MONS, cuya gestión corresponde al 100% a este Proyecto. Por otro lado, se dispone del 20% de otras instalaciones, los telescopios: OGS, VTT, GCT y THEMIS, responsabilidad también del Proyecto, aunque en colaboración con personal del IAC. Finalmente, están los instrumentos y experimentos compartidos: Laboratorio Solar, complejo CMB, VNT y STARE, para los que se presta apoyo a sus respectivos responsables.

Dentro de esta estructura, los objetivos fundamentales del Proyecto son:

Conseguir que las instalaciones funcionen de forma correcta durante los períodos disponibles para la comunidad astrofísica internacional.

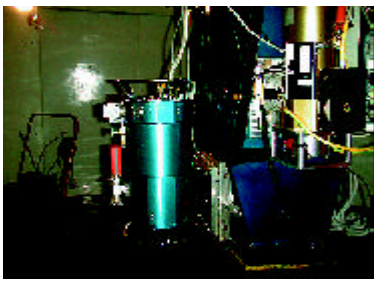
Adaptar las instalaciones a las nuevas tecnologías e incluir mejoras que faciliten las labores de observación de los astrónomos.

Lograr que los astrónomos usuarios disfruten de un aprovechamiento máximo de sus períodos de observación en el OT.

Algunos resultados relevantes

La ocupación en los telescopios nocturnos ha sido realmente notable. Durante este año, se han utilizado el 92,3% de las noches del telescopio TCS y el 86,2% de las noches del telescopio IAC-80. En las noches no ocupadas, de las que casi el 50% corresponden al período navideño, se realizaron programas rutinarios, de servicio y diversas pruebas. En cuanto al telescopio OGS, el IAC dispuso de 41 noches, con una ocupación del 100%. De ellas, un 54% ha correspondido al Proyecto de generación de una estrella guía con rayo láser.

En el telescopio TCS se han instalado con éxito tanto la caja porta-equipos que permite tener instalados simultáneamente CAIN y CVF como la nueva caja de adquisición y guiado, incluida una cámara de guiado mucho más sensible que la anterior.



Detalle de la nueva caja porta-equipos del TCS, donde se puede apreciar ambos instrumentos, CAIN y CVF.

Se han realizado una serie de mejoras en el telescopio MONS, entre las que destacan la adquisición de una nueva CCD ST-8, el alineado de los espejos y el incremento del parque informático. Por otra parte, sigue en aumento el número de universidades que han solicitado los servicios del MONS.

Los operadores de telescopios del OT han asumido nuevas responsabilidades, como son la realización de programas rutinarios, copias de seguridad, instrucción de ciertos astrónomos y control del telescopio STARE. Asimismo, se ha continuado con su plan de formación mediante cursos de UNIX y IRAF.

Se ha conseguido financiación externa por dos vías diferentes. Por un lado, la concesión de fondos FEDER para la realización de diferentes mejoras en las instalaciones. Por otro lado, trece noches de los telescopios IAC-80 y TCS han sido sufragadas con fondos europeos de acceso al ENO.

Evolución del Proyecto

El Proyecto nació este año gracias a la fusión de dos proyectos anteriores y a la contratación de un Jefe de Operaciones Telescópicas. Las actuaciones más notables realizadas durante el año anterior, todas ellas encaminadas a la consecución de los objetivos detallados anteriormente, son:

Nueva caja porta-equipos en el telescopio TCS

Uno de los objetivos marcados para este año fue la colocación de la nueva caja porta-equipos que permitiría que CAIN y CVF, los dos instrumentos fundamentales del telescopio CST estuvieran instalados simultáneamente en el telescopio. Si bien solamente se puede utilizar un instrumento cada noche, su instalación facilita enormemente el cambio de instrumento, lo que permite poder emplear ambos durante el mismo turno de observación, factor necesario para ciertos programas. Adicionalmente, el hecho de tener siempre refrigerados CAIN y CVF evita posibles degradaciones de los mismos.

Caja de Adquisición y Guiado del telescopio TCS

El año 2001 vio la instalación de la nueva caja de adquisición y guiado del telescopio TCS, lo que incluye la nueva cámara de guiado que es mucho más sensible que la anterior, lográndose guiar sin problemas con estrellas de magnitud 15. Ya está funcionando con normalidad.

FIN (Fotómetro INfrarrojo)

Uno de los objetivos fundamentales del Proyecto, en marcha desde 2000, es la sustitución del antiguo CVF por un nuevo fotómetro. Este instrumento, FIN, incorporará una interfase mucho más moderna y atractiva para el usuario que mejorará sustancialmente las prestaciones anteriores. El desarrollo del Proyecto se está realizando en los plazos previstos, lo que implicará que las primeras pruebas se llevarán a cabo durante 2002.

Nuevas instalaciones

Durante este año ha habido dos incorporaciones al parque telescópico del OT. Por un lado, el Telescopio Automático STARE (colaboración entre el HAO y el IAC), que observa regiones determinadas del cielo con una cámara de gran campo con el fin de detectar planetas extrasolares. STARE está montado en un Meade LX200 y consta de una CCD 2K x 2K de Pixelvision. Por otra parte, otro Telescopio Automático, STELLA, está en proceso de construcción. Con 1,2 m de diámetro y un espectrógrafo incorporado, el telescopio STELLA se dedicará fundamentalmente a observar trazadores de actividad estelar en estrellas frías. STELLA es una colaboración entre diversas instituciones: AIP, Hambruger Sternwarte e IAC.

Vista del nuevo telescopio STARE con el Teide al fondo.

Operadores

Dentro de la nueva estructura del Proyecto, los operadores han pasado a depender de nuevo del Area de Investigación. La intención es asignar más responsabilidades a los operadores de telescopios del OT. Para ello, un primer paso ha consistido en impartirles dos cursos de formación, uno de UNIX y otro de IRAF. Asimismo, los operadores han comenzado a asumir nuevas labores, como la realización de los programas rutinarios de observación en el telescopio IAC-80 y las copias de seguridad nocturnas de los TTNN. Dentro de sus obligaciones adicionales se encuentra la apertura, cierre y solución de problemas del nuevo telescopio STARE.

Astrónomos de Soporte (AS)

Se ha continuado con la estrategia de que cada uno de los astrónomos de soporte sea responsable de un instrumento o tarea determinada dentro de los TTNN. En este sentido, se ha procedido a la realización de numerosas pruebas para caracterizar los TTNN y su instrumentación, se han generado nuevas versiones de los manuales y se ha actualizado la página Web de los TTNN.

Estación meteorológica

La finalización del Proyecto de la nueva estación meteorológica corrió a cargo de un becario de verano. Su misión, entre otras tareas, consistió en la integración del software con los PCs de control de los TTNN, el diseño de las interfases de usuario y de la página Web así como la creación de archivos históricos. Gracias a ello, se podrá instalar definitivamente la estación durante el primer trimestre de 2002.

Mejora del parque informático

La actualización y mejora de los componentes informáticos en el OT ha supuesto la adaptación de tres nuevas SUN, un disco de 36 GB y dispositivos DDS-3 y DDS-4 para CAIN y una nueva impresora para el telescopio IAC-80.

Revisión del Proyecto de reformas del VNT

Dentro del antiguo Proyecto de reforma del telescopio VNT, se procedió a una revisión completa del mismo. Para ello, se informó de todas las modificaciones previstas y del estado del Proyecto a una serie de personas expertas en diferentes áreas. Se están actualizando las recomendaciones realizadas, que han sido numerosas e importantes.

INSTRUMENTACION OPTICA

ESPECTROGRAFO DE ALTA RESOLUCION IACUB (P2/91)

R.J. García López.
R. Rebolo, G. Gómez, J.C. Vega y M. R. Villamariz.

Colaboradores del IAC: J.L. Rasilla.

E. Barnnett (Obs. de Armagh, Irlanda del Norte); B. Bates (Queen's Univ. Belfast, Irlanda del Norte).

Introducción

El espectrógrafo de alta resolución IACUB es un instrumento de uso común en el telescopio NOT durante tiempo CAT. Es fruto de una colaboración entre el IAC y la Queen's Universidad de Belfast, y opera bajo responsabilidad del IAC desde 1991. Durante estos años se ha procedido a realizar diversas mejoras en el mismo, así como a dotarlo de los soportes técnico y de operación necesarios para convertirlo en un instrumento competitivo en el ORM.

Algunos resultados relevantes

Durante este año el IACUB ha proporcionado servicio a una campaña de observación correspondiente a tiempo CAT, en la que han estado involucrados fundamentalmente investigadores del IAC.

Evolución del Proyecto

Se ha llevado a cabo de forma rutinaria el montaje de IACUB en el telescopio por parte de Mantenimiento Instrumental, así como las labores de soporte de las observaciones.

Se ha hecho mantenimiento general de los diversos componentes.

OSIRIS: OPTICAL SYSTEM FOR IMAGING LOW RESOLUTION INTEGRATED SPECTROSCOPY (411700)

J. Cepa Nogué.
A. Pérez de Taoro, M. Aguiar, J.A. Ballester, H. Castañeda, S. Correa, V. González Escalera, F.J. Fuentes, A.B. Fragoso, J.V. Gigante, B. Hernández, E. Joven, J.C. López, L. Peraza y J.L. Rasilla.

I. González (Univ. de Cantabria); C. Militello (Univ. La Laguna); F. Cobos, C. Espejo, J. González, R. Langarica, B. Sánchez, C. Tejada y S. Tinoco (IA-UNAM, México).

Introducción

OSIRIS será el instrumento de rango visible de Día Uno del Gran Telescopio CANARIAS (GTC), que estará operativo a mediados del 2004 en el ORM, en la isla de La Palma. Su diseño es fruto de la colaboración entre el IAC y el Instituto de Astronomía-UNAM de México. A cargo del IA-UNAM se encuentra el diseño óptico y la manufactura de parte de las lentes. El IAC, por su parte, es responsable del resto del diseño del instrumento y de su construcción, así como de su ensamblado, integración, verificación y comisionado. El dispositivo contará con tres modos primarios de observación: imagen, espectroscopía de rendija de baja resolución y espectroscopía multi-objeto. Además, dispondrá de un modo de observación en fotometría rápida. OSIRIS está diseñado para operar en el rango de 365 a 1.000 nm con un campo de adquisición de 7 x 7 minutos. Una de las principales prestaciones que lo distinguirán de instrumentos similares operando actualmente en telescopios de clase 8-10 metros será el uso de filtros sintonizables ("tunable filters"). Dos filtros de este tipo serán utilizados en OSIRIS, uno para observar la parte azul del espectro hasta 650 nm y otro para alcanzar los 1.000 nm hacia el rojo.

Durante los primeros años de operación del telescopio GTC, OSIRIS será el único instrumento científico en el rango óptico disponible en el Gran Telescopio CANARIAS. Por ello se ha considerado de gran importancia diseñar un instrumento competitivo para el uso de la comunidad astronómica española, adaptable a una gran variedad de programas científicos y capaz de afrontar los retos de investigaciones de frontera.

Evolución del Proyecto

Una de las tareas realizadas en la primera mitad del año fue la contratación del estudio de los efectos de la luz difusa en el instrumento *(Stray Light Analysis)* a la compañía Photon Engineering (Tucson, EEUU). El resultado, tanto en el estudio como en lo referente al intercambio de información con la empresa, fue plenamente satisfactorio.

Se contrata con el *National Research Council of Canada* un estudio de adaptación del cargador de máscaras del instrumento GMOS (desarrollado por

ellos para el telescopio de clase 8 metros GEMINI), que queda finalmente descartada por considerarse mejor opción la desarrollada por el equipo del Proyecto en el IAC.

Se recibe el controlador del detector desarrollado por Bob Leach (EEUU), que se integrará posteriormente con el software de control desarrollado en el LAOMP (*Laboratoire d'Astrophysique de l'Observatoire Midi Pyrénées*, Francia) montado en banco de pruebas con el CCD de ingeniería suministrado por GRANTECAN S.A. Con él se tiene físicamente en el IAC el primer dispositivo que será montado en el instrumento.

Durante los meses de febrero y marzo, se invierte un esfuerzo considerable en la preparación de la documentación para la revisión anual del Proyecto, así como en la preparación de la reunión misma, que tiene lugar en el IAC a principios de abril. Dicha reunión tuvo como objeto la revisión del estado de la óptica y la mecánica de OSIRIS.

Aunque el estudio no resultó tan exhaustivo como hubiera deseado el equipo del Proyecto, lo cual es comprensible dado el grado de avance y complejidad al que se ha llegado en el diseño, se obtienen varias aportaciones de utilidad de las que se citan varios ejemplos a continuación.

Siguiendo las recomendaciones citadas anteriormente y fundamentado en el propio análisis estructural realizado posteriormente en el seno del Proyecto, se introduce un cambio importante en el diseño, el elemento que actuará como compensador de flexiones gravitatorias pasa a ser el colimador en lugar del Folder Mirror.

Otra de las aportaciones de interés del panel de revisores fue la seria puesta en duda el diseño opto-mecánico del barril de cámara para el montaje de las lentes. A partir de este momento se decide contactar con empresas expertas en opto-mecánica con vistas a contratar el diseño del barril de cámara.

Con este fin y con el de preparar las próximas licitaciones para el espejo colimador y las ruedas de filtros (Wavelength Selection Subsystem), varios miembros del equipo se desplazan a la Península, Francia, Bélgica y Suiza, entrando en contacto con diversas empresas de mecánica y opto-mecánica.

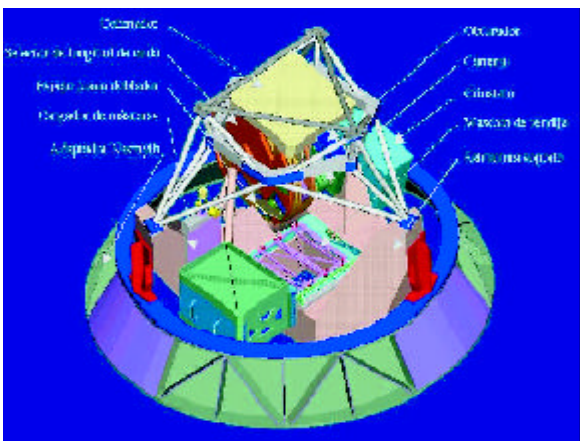
En la UNAM (México) comienzan las pruebas de sellado de la lente que hará de ventana en el criostato, usando diferentes materiales de sellado entre la lente y su interfase con la ventana.

Un análisis exhaustivo de los efectos térmicos en la cámara revela la importancia de éstos y la necesidad de buscar un elemento compensador. Por este motivo se detiene por un período de tres meses el trámite de contratación del diseño detallado del criostato, puesto que una de las posibles soluciones consideradas consiste en usar como compensador el propio detector (ubicado en el interior del criostato). Después de varios meses de trabajo se llega a la solución de introducir en una de las lentes un compensador pasivo. Esta medida, junto al movimiento del foco de la cámara, podrá corregir la degradación de imagen provocada por estos efectos.

Se toma la decisión de ubicar una ventana de entrada en el instrumento, a fin de evitar la acumulación de polvo en el interior, reduciendo de este modo las posibles tareas de mantenimiento, principalmente de los elementos ópticos. Con esta medida también se pretende minimizar el efecto de los cambios térmicos.

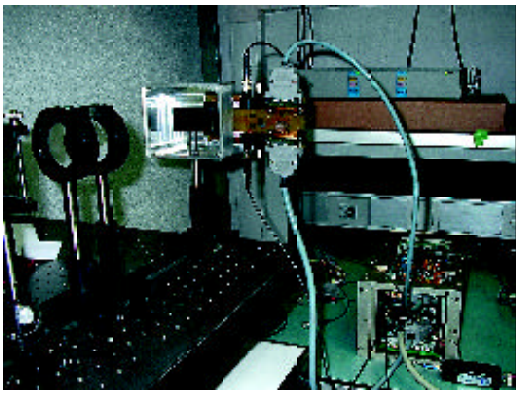
Otras tareas relevantes durante la segunda mitad del año comprenden: la elaboración de las especificaciones de prácticamente todos los subsistemas de OSIRIS; la finalización de los presupuestos de errores opto-mecánicos (calidad y movimiento de imagen, *throughput* y térmico); los primeros pasos en la preparación del AIV, definiendo los requerimientos ópticos necesarios; las licitaciones de los subsistemas "Collimator & Folder Mirror" y "Wavelength Selection Subsystem", etc.

Por otro lado se finaliza la optimización del diseño de la estructura soporte y se evalúan varias soluciones de diseño en el camino, quedando lista para la revisión final de los correspondientes documentos de especificaciones y de Statement of Work para su siguiente licitación en concurso público.



Modelo mecánico de OSIRIS en 3D.

Se genera una versión preliminar, aún no de libre circulación, del documento de "Overview" del Proyecto OSIRIS, cuya finalidad es la de explicar su concepción en el marco científico y técnico, y dar una visión global y fácilmente comprensible del instrumento.



Banco de pruebas y electrónica de adquisición de datos de OSIRIS: los elementos son (1) un detector MAT-44-82, conectado a temperatura ambiente a (2) un circuito impreso con entrada/salida programables para voltajes, relojes y señales de vídeo. Esta tarjeta está unida a (3) un controlador de CCDs del tipo ARC/ SDSU-GenII, con etapa amplificadora y muestreo de señal CDS, conversión analógico-digital a 16-bit y 1-MHz, y salida de datos en formato RS-422 a un frame-grabber *digital Datacell-PMC-DIG16, que funciona con* drivers *bajo VxWorks RTOS dentro de una Unidad de Control Local con bus VME comandada por una tarjeta CPU-Motorola MVME-2433.*

DISEÑO OPTICO DEL NUEVO SISTEMA DE IMAGEN PARA EL TELESCOPIO VNT

J.A. Bonet.
M. Amate y A. Díaz.

Introducción

Desde el año 2000 se ha comenzado en el VNT una campaña de observación en el infrarrojo (1,6 micras), a largo plazo, para medir la variabilidad del contraste de las manchas solares durante el ciclo de 11 años. Dado que la escala de la imagen del VNT se concibió para la observación con película fotográfica, se requiere un cambio de dicha escala para adaptar el tamaño de campo requerido por la observación a las dimensiones de las modernas CCD's. Ello ha llevado al objetivo de este Proyecto que es la reconfiguración de la óptica secundaria del telescopio para disminuir su focal efectiva en un factor 0,7.

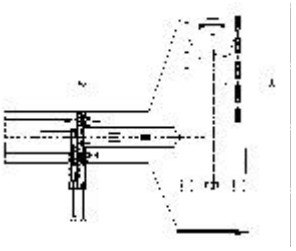
Evolución del Proyecto

El desarrollo del diseño de la nueva óptica y la adquisición de las correspondientes lentes y filtros se ha visto complementado en el año 2001 por una remodelación de la parte mecánica y electrónica del telescopio. Las etapas que se han cubierto en este periodo son:

- Diseño y fabricación de la rueda de filtros motorizada.
- Diseño del posicionador de la rueda de filtros.
- Diseño de la rueda de polarizadores cruzados motorizada.
- Diseño del banco óptico móvil con sinfín.
- Desarrollo de la electrónica de control de los movimientos de: polarizadores, rueda de filtros, deslizamiento del banco óptico, intercambio de lentes y enfoque.
- Adquisición de componentes comerciales: lentes ópticas, filtros, motores, patines y rieles para deslizamiento del banco óptico.

Las tareas pendientes para la consecución del Proyecto son:

- Posicionador de la rueda de filtros: pendiente de fabricación.
- Rueda de polarizadores motorizada: pendiente de fabricación.
- Banco óptico: pendiente de fabricación.
- Caja soporte de motores con rodamientos: pendiente diseño y fabricación.
- Permutador de lentes (visible-infrarrojo): pendiente diseño y fabricación.
- Ensamblado y pruebas de laboratorio.
- Instalación en el telescopio y contrapesado del mismo.



Detalle de diseño de las ruedas de filtros y banco óptico para la nueva configuración óptica del VNT: 1) banco óptico, 2) caja de filtros, 3) rueda de filtros, y 4) rueda de polarizadores.

LGS (LASER GUIDE STAR) CON OGS (OPTICAL GROUND STATION) (313586)

J. Jiménez Fuensalida.
A. Alonso, S. Chueca, C. Hoegemann, L. Jochum, M. Reyes y J.Mª. Rodríguez.

J.M. Rodríguez Ramos (Univ. de La Laguna).

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 inhomogeneidad del índice de refracción de la atmósfera provocada por esa 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, 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 Optica Adaptativa, 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 guía naturales es muy limitado, por lo tanto el empleo de sistemas de óptica adaptativa 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 retrodispersión 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 láser de alta potencia formado por un láser de argón 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 óptica adaptativa en los Observatorios del IAC.

Algunos resultados relevantes

- Marzo-junio: Integración y verificación del sistema óptico de lanzamiento del láser de colorante.
- Mayo-septiembre: Caracterización del sistema de enfoque del haz y medidas de la geometría del talle en la atmósfera. Primeras observaciones científicas.
- Octubre-noviembre: Estudio del sistema de sintonización y corrección de la longitud de onda medida en la rama de muestreo.
- Diciembre: Generación de la estrella artificial de sodio en la mesosfera del OT.

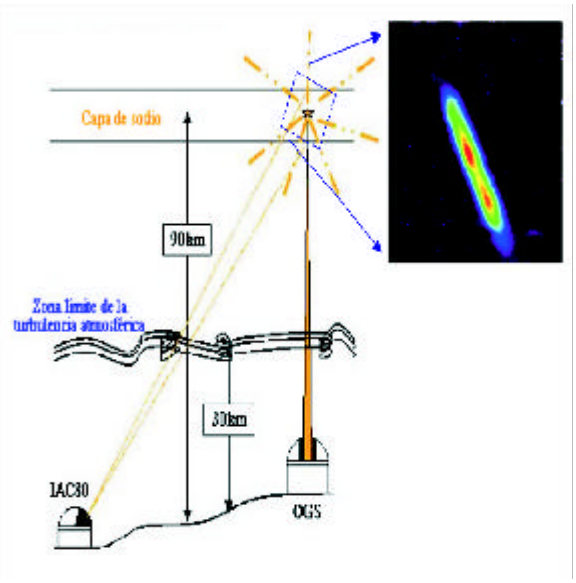
Evolución del Proyecto

Entre los meses de marzo y junio se realizaron las primeras pruebas de lanzamiento de la rama de sodio desde el telescopio OGS, tras integrar los elementos ópticos de la ruta del láser de colorante. Los resultados permitieron identificar un problema en el sistema de enfoque que se corrigió adecuadamente.

Con el diseño revisado, se realizaron entre junio y octubre varias campañas de observación utilizando conjuntamente los telescopios OGS e IAC-80. Los datos obtenidos han permitido continuar el análisis estadístico de la dispersión Rayleigh en las capas bajas de la atmósfera. Al analizar los resultados de estas pruebas se detectó que la longitud de onda tanto del láser de colorante como del láser de titanio-zafiro estaba 0.1-0.2 Å por encima de los valores nominales de resonancia, por un problema en la calibración de la rama de muestreo.

Finalmente, corregido el problema mencionado de la sintonización precisa en las frecuencias de resonancia, en el mes de diciembre se ha generado la estrella de sodio en la mesosfera.

La prioridad de las actividades y campañas de comunicaciones ópticas de la ESA entre el telescopio OGS y ARTEMIS ha impedido realizar una parte importante de las pruebas previstas a lo largo del año que deberán realizarse a lo largo de 2002.



Esquema general del sistema experimental en el OT, a la derecha se muestra la primera imagen de la estrella artificial de sodio generada el 5 de diciembre de 2001, las trazas horizontales corresponden a estrellas naturales en su paso por el campo de observación.

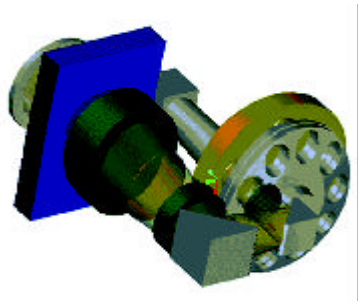
EMIR será un instrumento único en su categoría al proporcionar capacidad de espectroscopía multi-rendija e imagen en un gran campo, en un telescopio de 10 m de apertura. En particular, la capacidad de realizar espectroscopía multi-objeto en la banda de 2,2 micras abrirá campos de investigación únicos a la comunidad de astrónomos usuarios del telescopio GTC.

El proyecto científico principal que dirige el desarrollo de este instrumento es la observación de fuentes con desplazamiento al rojo 2<z<3, para la exploración de épocas de formación de galaxias, y que resultan ser fuentes débiles: galaxias débiles, estrellas de baja masa, enanas marrones, supernovas distantes, poblaciones estelares en galaxias externas resueltas, regiones HII y objetos en regiones oscurecidas por el polvo: núcleos galácticos, objetos estelares jóvenes y galaxias vistas de canto. En cualquier caso, EMIR es un instrumento de uso común en el telescopio GTC, por lo que su diseño debe permitir su uso en una amplia variedad de programas científicos.

EMIR se lleva a cabo por un equipo de instituciones nacionales e internacionales con experiencia en instrumentación infrarroja, liderados por el IAC: la Universidad Complutense de Madrid (UCM), el Laboratorio de Astrofísica de la Universidad de Toulouse (LAOMP), y el Grupo de Instrumentación Astronómica de la Universidad de Durham (Reino Unido). La incorporación de Laboratorio de Astrofísica de Marsella (Francia) se está discutiendo en estos momentos.

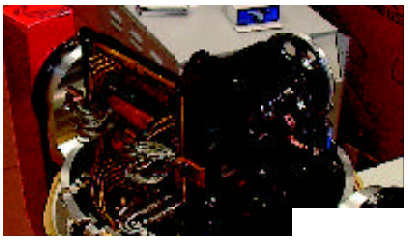
Algunos resultados relevantes

- Configuración mecánica 3-D, empaquetado y análisis estructural (MEDIA Consultores, junio 2001).



Empaquetado estructural seleccionado para EMIR, realizado por MEDIA Consultores.

- Revisión interna del proyecto en el IAC (junio 2001).
- Aprobación de financiación para el desarrollo de la fase de Diseño Preliminar (octubre 2001 - febrero 2003): contrato con GRANTECAN S.A. y financiación del Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica (septiembre 2001).
- Integración del sistema de pruebas del detector HAWAII-2 (2048x2048) (octubre 2001).



Criostato de pruebas del detector HAWAII 2, diseñado y construido en el IAC.

- Actualización y refinado del concepto óptico de EMIR (octubre 2001).

EMIR en la plataforma Nasmyth del telescopio GTC.

EMIR en el rotador Nasmyth del telescopio GTC, con vista del diseño optomecánico interior.

- Inicio de las pruebas del detector HAWAII-2: multiplexor (octubre 2001).

Evolución del Proyecto

EMIR ha cumplido su objetivo principal para el año 2001 con la concreción del concepto optomecánico definitivo que se pretende desarrollar hasta el final. Prueba de ello ha sido la aceptación del nuevo concepto y la financiación de su desarrollo preliminar por la oficina del Proyecto, GRANTECAN, siguiendo la recomendación del Comité Científico Asesor de GTC (SAC), y el Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica (PNAYA), mediante la aprobación del correspondiente proyecto de investigación. Este concepto y su plan de desarrollo fueron presentados al SAC, GRANTECAN y al gestor del PNAYA por el investigador principal de EMIR en una reunión

celebrada en el mes de octubre. Con anterioridad, en junio, tuvo lugar una revisión de carácter interno en el IAC, en la que el Proyecto fue considerado como ambicioso pero factible y mereció el apoyo del Area de Instrumentación.

Durante el año se ha actualizado y refinado el diseño conceptual de la óptica, llegándose a una configuración básicamente definitiva del mismo. Se trata de una configuración clásica de espectrógrafo del tipo colimador-dispersor-cámara, con grismas como elementos dispersores y trabajando en transmisión (sólo existen dos espejos planos para plegar del haz). Se ha avanzado también en el análisis del presupuesto de errores optomecánicos para calidad de imagen y los primeros pasos del presupuesto de movimiento de imagen.

En mecánica se ha subcontratado el empaquetado 3D de los elementos opto-mecánicos y mecanismos del instrumento junto con un primer estudio de la estructura fría del instrumento a la empresa MEDIA Consultores. Los resultados han sido satisfactorios y se han refinado y adaptado para incorporar las últimas modificaciones dictadas por la óptica. El concepto final, consistente en un instrumento completamente rotante y anclado al rotador Nasmyth del telescopio GTC, cumple con todos los requerimientos de tamaño y peso impuestos por el telescopio.

En paralelo a las actividades de diseño básico del instrumento, se ha completado la fabricación e integración del sistema de pruebas, diseñado enteramente en el IAC, del detector HAWAII-2 (Rockwell) de 2048 x 2048 pixeles para el infrarrojo cercano. Se han iniciado las primeras pruebas en frío del multiplexor del detector. Estos trabajo se llevan a cabo bajo contrato con GRANTECAN S.A.

FIN: NUEVO FOTOMETRO INFRARROJO (3I1101)

A. Oscoz.
E. Cadavid, T. Viera, E. Paez, A. Manescau, M. Verde, J. Morrison, J.J. González, J. García, P. Ayala y V. Saavedra.

Introducción

Hasta la entrada en funcionamiento de CAIN, el CVF fue el único instrumento de uso común del telescopio TCS. Aunque su utilización ha decaído en los últimos tiempos, sigue siendo un instrumento de uso habitual, constituyendo uno de los pocos fotómetros en infrarrojo existentes en la actualidad en todo el mundo. Por tal motivo, dicho instrumento debe potenciarse en todo lo posible. Por desgracia, el instrumento tiene una serie de deficiencias provocadas principalmente por la antigüedad del diseño. Esta antigüedad por sí misma también aumenta la incidencia de averías.

A finales de 2000 se inició el Proyecto de un nuevo instrumento para sustituir el actual y en el cual se realizaron los siguientes cambios:

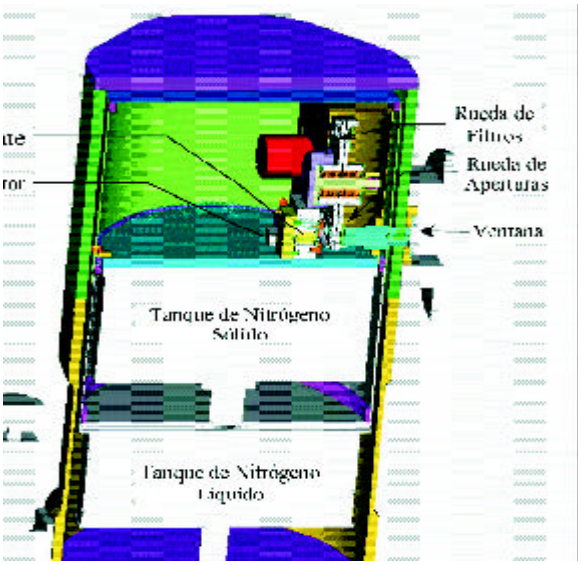
- Cambio de la rueda de filtros eliminando los dos CVF y, de esta manera, dejando la posibilidad de poner hasta 19 filtros con un diámetro de 10 mm y una posición sin filtro abierta. Como consecuencia de la eliminación de los CVF, hay una simplificación de la óptica.
- Cambio del sistema de aperturas (impreciso y manual) por una rueda motorizada con cuatro posiciones correspondientes a 5", 10",15" y 20".
- Nueva estructura del software basada en programación orientada al objeto y en la utilización de CORBA y JAVA.
- Nueva electrónica de detección que incluye el cambio del detector. Se utilizará un nuevo detector de antimoniuro de indio (InSb) de la casa JUDSON con mejores prestaciones que el actual. La conversión de la señal del detector de analógica a digital se hará directamente en el amplificador que está situado en la pared exterior del criostato. Esto debe aumentar la inmunidad frente al ruido y permitirá la utilización de fibra óptica en la transmisión de datos.
- Nueva electrónica de control. Basada en un PC industrial que controlará la electrónica de detección, el chopper y los mecanismos (rueda de filtros y rueda de aperturas).

A lo largo del año, también se decidió proceder al cambio del criostato. El actual viene presentado en los últimos dos años fugas en las soldaduras de los tanques de nitrógeno líquido. Este problema está siendo provocado muy probablemente por la fatiga de los materiales después de la gran cantidad de ciclos de calentamiento y enfriamiento a que fueron sometidos a lo largo del tiempo. El nuevo criostato tendrá dimensiones similares al de CAIN y con una partición central con el fin de facilitar las labores de su mantenimiento.

Algunos resultados relevantes

A lo largo de 2001 destacamos los siguientes:

- Finalización de la definición de los requerimientos (junio).
- Finalización del diseño preliminar electrónico (junio).
- Requerimientos de software (junio).
- Finalización del diseño y adquisición de la óptica (septiembre).
- Finalización del diseño preliminar mecánico (octubre).
- Especificaciones del software electrónico (noviembre).
- Diseño detallado de la electrónica de detección (diciembre).



Vista del Criostato de FIN.

PARTICIPACION EN ISO (P1/88)

F. Garzón.
J.M. Rodríguez Espinosa, P.L. Hammersley, A.M. Pérez, J.A. Acosta, V. Melo y H. Castañeda.

A. Ulla (Univ. de Vigo); Consorcio ISOPHOT; Consorcio ISO.

Introducción

La participación del IAC en la misión espacial ISO *(Infrared Space Observatory*) se centra alrededor del espectrofotómetro doble a redes de difracción ISOPHOT-S, subexperimento dentro del fotopolarímetro ISOPHOT, uno de los cuatro instrumentos de plano focal que equipa el observatorio espacial. Es ésta la primera participación española en misiones que implican la construcción y puesta a punto de instrumentación infrarroja con fines espaciales. El observatorio espacial fue satisfactoriamente puesto en órbita el 17 de noviembre de 1995. Desde entonces ha efectuado con normalidad las operaciones rutinarias de observación científica, de acuerdo con los proyectos propuestos por la comunidad internacional y seleccionados por comités científicos. ISOPHOT–S ha cumplido con notable calidad, mostrando una perfecta funcionalidad, muy acorde con los resultados de laboratorio. La misión en órbita finalizó el 10 de abril de 1998. Es interesante hacer notar que la duración de la misión ha superado los cálculos más optimistas previos al lanzamiento.

El Proyecto se encuentra en la fase final de análisis pormenorizados de las observaciones, determinación y calibración de efectos instrumentales sistemáticos, explotación de resultados y nuevas investigaciones que han surgido alrededor de estos resultados.

Algunos resultados relevantes

Participación en reuniones destinadas al análisis de los resultados de la misión “The Calibration Legacy of the ISO Mission”, P.L. Hammersley y J.A. Acosta.

Evolución del Proyecto

Durante el año 2001 las actividades se han reducido básicamente a la explotación de resultados de la misión. Hay que recordar que este Proyecto, en la

fase actual, tiene como objetivo prioritario dar soporte a aquellos grupos del IAC interesados en el uso de la base de datos de la misión. Por tanto, los resultados concretos de la investigación con datos de ISO aparecerán en aquellos proyectos de los investigadores involucrados en la misma.

OPTICAL GROUND STATION (OGS) (421193)

M. Reyes, P. López, A. Alonso y T. Viera.

Introducción

OGS es un Proyecto realizado por el IAC bajo contrato de la Agencia Espacial Europea (ESA). También participan la empresa Carl Zeiss (Alemania) y la Universidad Politécnica de Cataluña. Su principal objetivo ha sido desarrollar una instalación, en el OT, para la prueba en órbita de terminales de comunicaciones ópticas entre satélites. Además, otros objetivos de la OGS son la observación de residuos espaciales en colaboración con la Universidad de Berna (Suiza) y bajo contrato de la ESA, así como servir de telescopio de propósito general y plataforma de ensayo de nuevas tecnologías de alta resolución espacial basadas en láseres de alta potencia y su uso astronómico general. A su vez, el IAC se ha hecho cargo de los contratos de mantenimiento de la estación y de la operación de la misma con satélites.

La OGS consiste en un telescopio de uso general, de 1 m de diámetro efectivo, tipo Ritchey-Chrétien, con tres configuraciones de foco distintas (Cassegrain, Cassegrain con corrección de campo, y Coudé), más una instrumentación específica instalada en el banco óptico del foco Coudé, denominada *Focal Plane Control Electronics* (FPCE). Dicha instrumentación incluye un sistema láser de gas argón + láser sintonizable de titanio-zafiro, para la transmisión a los satélites; un espejo móvil y dos sensores (adquisición y seguimiento) con su electrónica de control para el apuntado fino; un detector + electrónica de comunicaciones, un espectrómetro y un polarímetro para la recepción; un monitor de seeing y cámara de foco Coudé; un sistema de verificación óptica; y otros elementos auxiliares para la caracterización del enlace óptico.

Las tareas desarrolladas por el IAC son:

Medidas del “seeing” local, incluyendo medidas de alta resolución temporal de centelleo y movimiento de imagen.

Los siguientes desarrollos:
- del sensor de adquisición
- del sistema de control del láser transmisor
- de la electrónica de control de apuntado, adquisición y seguimiento
- de un sistema de verificación óptica
- del monitor de *seeing* y cámara de campo completo del foco Coudé
- del control central de toda la instrumentación y sistema de usuario

La integración y pruebas en el OT.

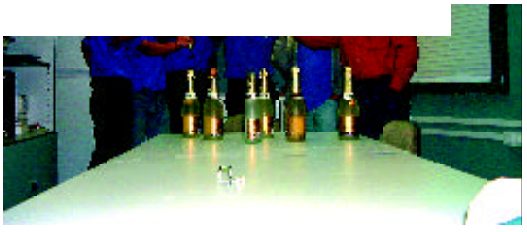
Algunos resultados relevantes

- Enero-marzo: Diseño, desarrollo e integración del software de control del modulador del sistema de comunicaciones (modificación al contrato).
- Febrero (19-23): Estudios y reuniones con Astrium y la ESA, dentro del marco del subcontrato con Astrium para “Consultancy for OGS Optimization” del Proyecto de la ESA “Optical Ground Station for optical data links and deep-space missions”.
- Marzo (1): Presentación final del proyecto OGS del IAC en ESA-ESTEC.
- Julio (13): Lanzamiento de ARTEMIS. Fallo en el lanzador quedando el satélite en órbita baja.
- Julio (24): Fin de la maniobra de circularización de la órbita de ARTEMIS.
- Noviembre (15): Primera prueba de la OGS con ARTEMIS. (Ver detalles en la memoria de “Operación de comunicación óptica con OGS”), con éxito rotundo.

Evolución del Proyecto

A lo largo del primer trimestre se desarrolló el software necesario en MCC para el control del modulador del sistema de comunicaciones de OGS y se realizó la campaña de integración y pruebas con la ESA. Además se añadió una prestación extra al control del telescopio que consiste en el disparo de señales sincronizadas con el GPS para identificar determinados eventos.

A lo largo de diciembre se elaboraron dos artículos, el primero sobre el diseño y las prestaciones finales de la OGS, y el segundo sobre el resultado de las primeras pruebas entre la OGS y el satélite ARTEMIS. Ambos están incluidos como presentaciones dentro del Congreso Photonics-West “Free Space Laser Communication Technologies”, que tendrá lugar en enero de 2002.



Celebración “in situ” del histórico primer enlace de comunicaciones láser en el espacio entre la OGS y el satélite ARTEMIS, 15 de noviembre (personal del IAC, ESA y la Agencia Espacial Alemana DLR).

OPERACIONES DE COMUNICACION OPTICA CON LA OGS (4E1401)

A. Alonso, M. Reyes, C. Abajas, P.A. Ayala, L.F. Domínguez, J.E. García, J.J. González, J.M. de León, P. López, J.A. Morrison y V. Saavedra.

Introducción

Actualmente las comunicaciones por satélite se basan fundamentalmente en el empleo de microondas ($n \approx 10^9$ Hz). El ancho de banda de las transmisiones usuales impone claras restricciones en el flujo de información manejable mediante estos sistemas. Es probable que la creciente limitación de espacio en las órbitas circunterrestres, así como el incremento en la demanda mundial de las telecomunicaciones signifique la saturación de los sistemas convencionales de microondas en un futuro cercano.

A partir de los años 60, y en previsión del mencionado problema, comenzó a investigarse la posibilidad de usar frecuencias ópticas ($n \approx 10^{15}$ 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 de peso, volumen y 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 las primeras fases de estudio. Es en este campo, donde cabe esperar que la OGS permita 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 para su mismo propósito.

En lo que concierne a la Astronomía, el sistema de la OGS proporcionará datos que contribuirán sin duda a refinar los modelos de la turbulencia atmosférica, con el consiguiente impacto sobre los sistemas de óptica adaptativa. En particular, se podría intentar medir por primera vez y de forma simultánea el centelleo causado por la atmósfera tanto en el camino descendente (recepción) como en el ascendente (lanzamiento).

Algunos resultados relevantes

- Marzo-junio: Se realizó el entrenamiento anual del Equipo de Operaciones de la OGS para comunicaciones ópticas.
- Agosto-octubre: Tras el fallo en el lanzamiento de ARTEMIS, se trabajó en la modificación del sistema de apuntado y seguimiento de la estación para poder establecer enlaces con satélites en órbita no geoestacionaria.
- Noviembre-diciembre: Se llevaron a cabo con éxito las dos primeras campañas de comunicaciones ópticas entre la OGS y el satélite ARTEMIS.

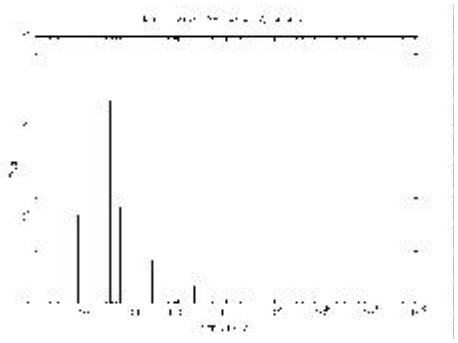
Evolución del Proyecto

Entre los meses de marzo y junio se realizó la campaña anual de entrenamiento del equipo a cargo de las operaciones ópticas con la OGS, y se asistió al personal de la ESA y de Carl Zeiss en sus trabajos de ajuste en el sistema óptico de esta estación.

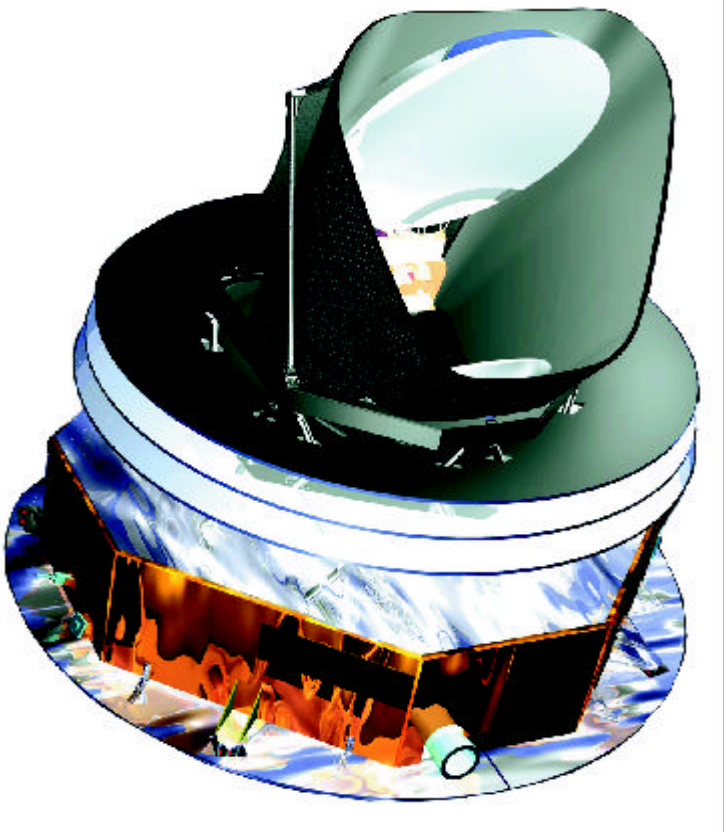
Después de que el lanzador ARIANE-5 inyectase ARTEMIS en una órbita más baja de lo previsto, se trabajó con éxito, durante los meses de agosto y septiembre, en el desarrollo y la integración de nuevas capacidades de apuntado y seguimiento de la estación para poder establecer enlaces con satélites en órbitas no geoestacionarias.

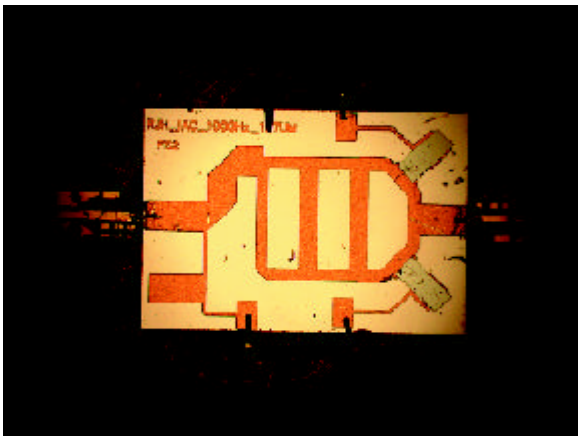
A partir de octubre, la estación quedó lista para establecer el primer enlace con ARTEMIS, que se retrasó hasta noviembre, por necesidades de reprogramación de los sistemas de control y mantenimiento del satélite. Finalmente, en noviembre y diciembre se establecieron ocho enlaces en dos campañas, que permitieron comprobar el funcionamiento adecuado de los sistemas de comunicaciones ópticas tanto de la OGS como de ARTEMIS.

A final de año se llevó a cabo un análisis preliminar de los resultados obtenidos en las dos campañas con vistas a su presentación en un congreso internacional sobre comunicaciones ópticas en el espacio.



Histograma con las tasas de error (Bit Error Rate) medidas en la OGS durante uno de los enlaces establecidos el 10 de diciembre.





AREA DE INSTRUMENTACION

Corresponde al Area de Instrumentación el soporte tecnológico, la elaboración y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, para el cumplimiento de los fines y objetivos del Instituto.

El Area de Instrumentación se responsabiliza de:

- El desarrollo de nueva instrumentación para la investigación astrofísica.
- El mantenimiento de la instrumentación astronómica existente.
- La utilización de las capacidades tecnológicas en otros campos de la ciencia o de la técnica que favorezcan el desarrollo del entorno.
- La capacitación de personal técnico.
- Generar y ceder tecnología.

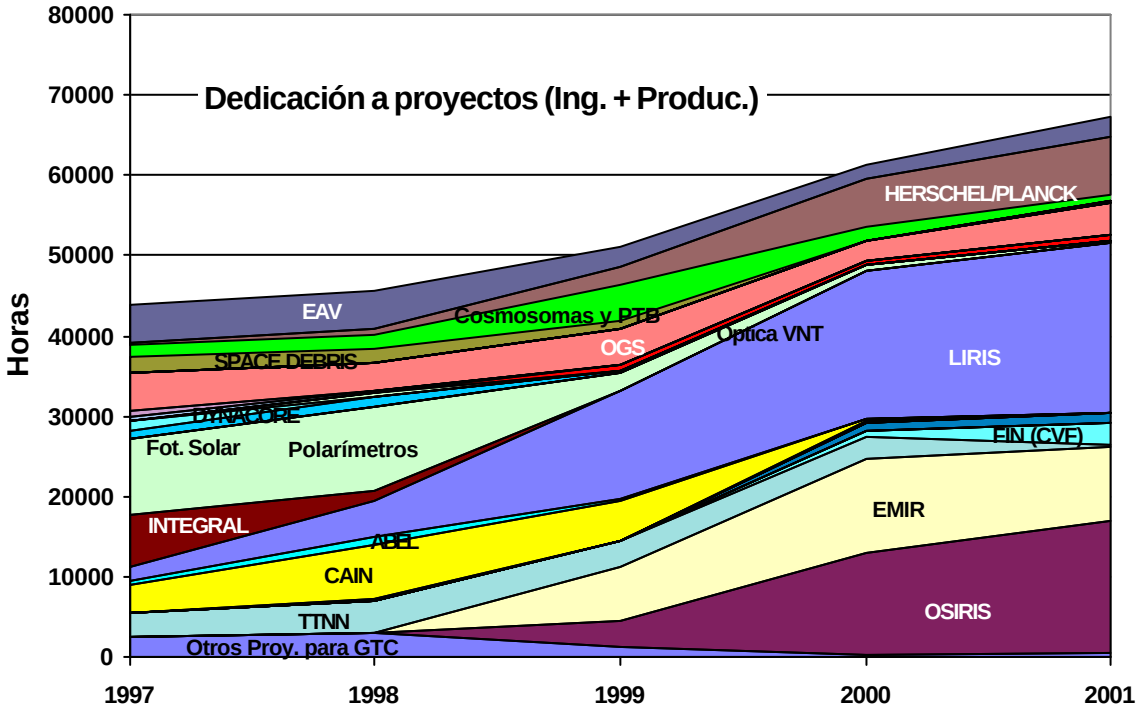
ALGUNOS RESULTADOS RELEVANTES

Durante 2001 actividad ha seguido centrada principalmente en los grandes Proyectos: LIRIS, OSIRIS, EMIR y HERSCHEL-PLANCK, cada uno en diferente fase de desarrollo. Este año se ha asistido al principio de la integración de LIRIS, que se ha realizado en una sala especialmente acondicionada para ello dado que sus dimensiones y requerimientos impedían realizar estas labores en otro laboratorio. También destacar el establecimiento del haz de comunicaciones láser desde el telescopio OGS con el satélite ARTEMIS, un gran éxito para el equipo de proyecto y para todo el IAC. Desde el mismo telescopio se ha lanzado por primera vez en Izaña un haz láser para la caracterización de la atmósfera y el establecimiento de una estrella artificial en la capa de sodio.

EMIR ha pasado por una etapa de rediseño para simplificar, en lo posible, el concepto y garantizar su viabilidad, y en HERSCHEL-PLANCK se ha ido pasando con éxito por todas las etapas de diseño del software para poder empezar a codificar en 2002. Finalmente, OSIRIS ha estado en pleno desarrollo ultimando los detalles que permitan pasar los diseños detallados y la fabricación de la mayor parte de la mecánica y la óptica, a la industria.

En el siguiente gráfico puede verse la evolución de la dedicación del Area a los proyectos más significativos desde 1997. El incremento de los últimos años, tanto de recursos de ingeniería como de producción, se debe a la inclusión de los gestores en la estadística, al aumento significativo del porcentaje de dedicación a los proyectos y a la contratación de nuevos ingenieros con cargo a los propios proyectos de financiación externa.

En el gráfico puede verse la continuación de la tendencia del año pasado y el nacimiento de los proyectos Pruebas de Estrellas Láser Guía con la OGS y FIN (Reforma del CVF).



INGENIERIA

Ingeniería está estructurada en 4 Departamentos: Electrónica, Mecánica, Software y Optica; la componen 34 titulados superiores de las diferentes especialidades de Ingeniería (Industrial, Telecomunicaciones, Informática, Aeronáutica) y de Ciencias (Físicas y Matemáticas).

MEJORA DE LAS CAPACIDADES

Departamentos y laboratorios

En paralelo a toda la actividad dentro de los proyectos, como todos los años, se han realizado algunas mejoras en el equipamiento de los laboratorios. A continuación se mencionan brevemente.

En el **Laboratorio de Electrónica** se ha adquirido una estación de soldadura-desoldadura con aspiración, un analizador de la calidad de las redes eléctricas y un armario rotatorio dotado con varios kits de material fungible electrónico.

Se recibió la cámara infrarroja adquirida para el **Laboratorio de Optica** y también se compraron tres posicionadores lineales con micrómetro y su sistema de control. Se colocaron en el laboratorio tres terminales telefónicas y se encargó la sustitución de la puerta interior.

Para el **Laboratorio de Integración Mecánica** se han adquirido sensores para el medidor MERCER y una impresora de etiquetas. Para la sala de criogenia se ha comprado una unidad de adquisición de temperaturas criogénicas de 8 canales y una unidad de filtrado y recuperación de vapores de aceite para la bomba rotatoria. En ambos laboratorios también se repusieron y ampliaron herramientas y componentes fungibles, y se adquirieron lámparas-lupa.

En la **Sala de CAD/CAE** se han renovado todas las máquinas (PC Pentium IV) y se han actualizado las versiones del software MathCAD, ANSYS y AutoCAD, incluyendo el módulo Mechanical Desktop. También se han actualizado y ampliado a 6 las licencias de Pro-Engineer y Pro-Mechanica.

Web del Area de Instrumentación

Este año se ha desarrollado la Web interna del Area. A continuación se mencionan los contenidos de la nueva Web y, posteriormente, se describen con un poco más detalle algunos aspectos.

Contenidos

Los contenidos se han agrupado en los siguientes apartados: Objetivos, Memoria Anual, Procedimientos, Plantillas, Bases de Datos, Personal, Páginas de Proyectos y Enlaces de Interés.

- Objetivos: Enlaza con el Programa Operativo del IAC, una presentación de las Metas de Instrumentación y el Plan de Actuación.
- Memoria Anual: Pueden verse las Memorias de Ingeniería y Producción, el folleto *IAC-Tecnología* y los resultados del análisis EFQM del Area.
- Procedimientos: Listado de todos los procedimientos directamente relacionados con el Area para facilitar su consulta.
- Plantillas: Recoge-contiene todas las plantillas propias del Area para hacer cómoda su descarga.
- Bases de Datos: Acceso directo al Archivo Documental, a la Consulta de Almacenes, a Export, al Programa de Gestión de Tiempos y a la aplicación para la Consulta y Reserva de las Salas de Reuniones y Equipos.
- Personal: Incluye una página con las últimas novedades de personal (incorporaciones y bajas) y unas tablas donde se muestran las ausencias del personal mes a mes. Estas tablas son muy útiles para saber en todo momento qué personas están de viaje, de vacaciones, etc.
- Páginas de Proyectos: Da entrada a las páginas propias de los proyectos (externas, internas o privadas).
- Enlaces de Interés: Ofrece multitud de enlaces relacionados con la Astronomía y la Instrumentación agrupados en los siguientes temas: gestión de proyectos; formación; telescopios; satélites; Newsletters on-line; búsqueda de recursos astronómicos, artículos y patentes; innovación tecnológica; próximos congresos; diccionarios y glosarios; constantes y unidades; estándares; y software y electrónica.

Finalmente, la Web del Area incluye un apartado de novedades y la posibilidad de ver un listado con los últimos documentos introducidos en el archivo documental. De esta forma se facilita el ver las novedades en el Archivo sin necesidad de entrar a la base de datos.

Archivo de documentación y plantillas

Siguiendo en la línea de años anteriores, durante este año se ha seguido mejorando el sistema de Archivo de Documentación del Area. Se han sacado nuevas versiones de las plantillas de documentos y se ha mejorado el procedimiento siguiendo en su mayor parte las sugerencias y propuestas de mejora de los propios usuarios del sistema. Se han añadido cuatro nuevas plantillas, 1) *Notas de ingeniería* y 2) *Registros de pruebas* para documentar cómoda y

rápidamente las notas técnicas y de pruebas, 3) *Presentaciones Power Point* para las presentaciones que deba hacer el personal del Area interna o externamente y 4) *Informe mensual de gestión*, para los informes que mensualmente presentan los gestores al Coordinador.

Actualmente el uso del archivo y de las plantillas, a través de la Web interna, está generalizado y es una herramienta de gran utilidad para la conservación y el aumento del know-how del Area.

Programa de gestión de tiempos

Para la entrada de datos y las consultas de los partes diarios de trabajo, se ha desarrollado a través del SIC una aplicación accesible desde la red interna mediante un navegador de Internet. Esta aplicación, llamada PGT, se empezó a aplicar oficialmente desde el primero de septiembre de 2001 y ha sustituido a los métodos existentes hasta la fecha.

Consulta y reserva de salas de reuniones y equipos

Esta nueva aplicación permite consultar desde la Web el estado de las reservas de la salas de reuniones del Area y proceder a realizar una reserva. Su uso es muy sencillo y ha sustituido al libro de reservas que se llevaba en Secretaría. Además de las salas también se pueden consultar y reservar las cámaras de fotos digitales, el proyector multimedia y/o el retro-proyector portátil.

Nuevos procedimientos

Becas de verano

Se ha creado un nuevo procedimiento que regula todo el proceso de las *Becas de verano*. Las actividades que se han contemplado son principalmente: la aprobación del texto de la convocatoria y su publicidad, la recepción y selección de los becarios, la selección de los proyectos en los que van a trabajar, las actividades comunes durante su estancia y la valoración final.

Guía de propuesta técnica

Dentro del procedimiento general de *Apertura Seguimiento y Cierre de Proyectos*, se ha desarrollado una guía para la *Elaboración de la Propuesta Técnica de un Proyecto*. Esta guía cubre todos los aspectos a tener en cuenta a la hora de hacer el plan inicial del proyecto, aunque la forma que adopte dicho plan pueda depender del formalismo que requiera cada proyecto en particular según sea, por ejemplo, el organismo al cual debe presentarse dicho proyecto.

Informe mensual de gestión

Aunque no se le ha dado carácter formal de norma, este año se ha establecido que los gestores de proyectos entregarán mensualmente al Coordinador un breve resumen de la actividad de su proyecto durante ese período, siguiendo los contenidos de la plantilla, *Informe mensual de gestión*, recién creada.

Evaluación EFQM

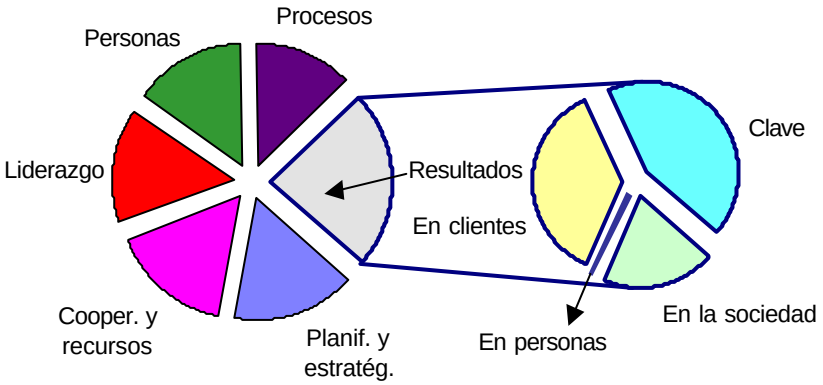
Este año se ha realizado la evaluación según el modelo de EFQM de toda el Area. El proceso consistió en formar dos grupos que realizaron la evaluación en paralelo y luego se hizo una puesta en común. Del trabajo de estos grupos ha salido una evaluación del Area en su conjunto y toda una serie de propuestas de mejora que se incorporarán, en su mayor parte, al plan de actuación del próximo año. Los detalles de esta valoración pueden consultarse en el "enlace" existente en la Web interna.

La puntuación final obtenida según este modelo en esta evaluación ha sido 222 sobre 1.000. La comparación con los resultados anteriores no es directa ya que el año pasado no se evaluó el Area como un todo sino por partes; sin embargo, sí puede apreciarse una mejoría en algunos aspectos donde antes no se tenían prácticamente datos.

Los resultados fueron los siguientes (Gráfico I):

Gráfico I

Valoración según EFQM



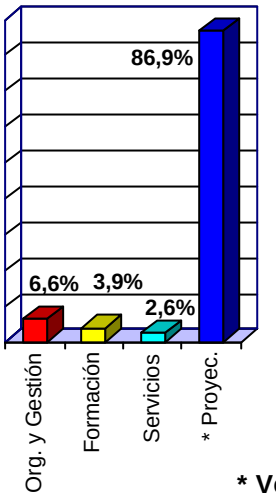
ACTIVIDAD

Este apartado describe el desglose de las actividades de Ingeniería durante 2001.

El siguiente gráfico (Gráfico II) muestra la distribución del empleo del tiempo en la Ingeniería según el tipo de actividad, esto es, dedicación a Proyectos, Formación, Servicios y Organización y Gestión Interna durante el año 2001.

Gráfico II

Distribución por actividad



*** Ver Gráfico III**

En organización y gestión, un 6,6%, se incluyen las tareas del Jefe de Ingeniería, la gestión de los Departamentos por parte de los Jefes y el tiempo de los ingenieros dedicado a los Laboratorios, al estudio o realización de trabajos para el propio Departamento, o a la compra, recepción y puesta en marcha de equipos, etc. Este año, el tiempo dedicado a la organización y gestión de la Ingeniería ha sido similar al del año pasado, debido a que ha continuado la importante dedicación de los Jefes de Departamento a las tareas dentro de los proyectos.

En cuanto al tiempo de formación, el 3,9% da una idea del esfuerzo del IAC dedicado expresamente a formación, aunque no incluye la formación específica que se pueda adquirir durante el desarrollo de un proyecto instrumental. Este valor es inferior al del año pasado, lo cual confirma la tendencia de los últimos años a concentrar mucho el esfuerzo en los proyectos. Las actividades de formación, como la asistencia a cursos fuera del IAC, han ido disminuyendo poco a poco y, aunque ha habido una tendencia mayor a la realización de cursos en el propio IAC, que son más rentables en tiempo y en dinero, está claro que en los últimos años las actividades de formación organizadas han ido disminuyendo para permitir dedicar un mayor esfuerzo a los proyectos. Este bajo porcentaje dedicado a la formación no implica que no se estén adquiriendo nuevos conocimientos. Por el contrario, los grandes retos que suponen los proyectos en curso están suponiendo un incremento notable en el know-how, pero está siendo adquirido en el trabajo del día a día, resolviendo nuevos problemas.

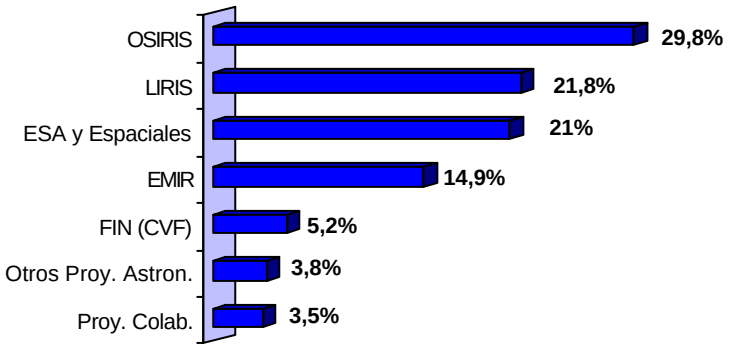
El 2,1% dedicado a servicios por parte de Ingeniería, incluye principalmente el tiempo de las actividades relacionadas con el IAC que son ajenas a los proyectos en marcha o a los propios Departamentos. Esto es, preparación y atención a visitas, Comité de Empresa, resolución de consultas técnicas, tanto internas como externas al IAC, asistencia a Mantenimiento Instrumental, realización de pequeños trabajos por encargo como pueden ser calibraciones, actividades relacionadas con la calidad y EFQM, etc. El porcentaje es ligeramente mayor al del año anterior.

Finalmente el 86,9% de toda la capacidad de la Ingeniería se ha dedicado a trabajar directamente en proyectos, porcentaje que es un punto y medio mayor que el del año 2000. Este valor expresa claramente el gran esfuerzo en maximizar los recursos dedicados a proyectos que se están haciendo en los últimos años.

En el siguiente gráfico (Gráfico III) vemos el reparto de tiempos entre los diferentes proyectos:

Gráfico III

Distribución por Proyectos



Este año destaca especialmente la concentración de esfuerzos en tres proyectos OSIRIS (29,8%), LIRIS (21,8%) y EMIR (14,9%). También se aprecia la aparición significativa del proyecto de reforma del CVF (FIN) con un 5,2% y el incremento del tiempo dedicado a los proyectos espaciales. Los demás proyectos, Pruebas de estrella láser guía con la OGS, Reforma óptica del VNT y, en menor medida, las actividades del nuevo *Tenerife Infrared Polarimeter* (TIP II) y retoques en los Polarímetros ya terminados, se reparten un 3,8% de dedicación.

Los proyectos espaciales o relacionados con la ESA constituyen el 21% del total dedicado a proyectos, lo cual representa más de cuatro puntos que el año pasado. Esto es debido al punto y medio que ha crecido HERSCHEL/PLANCK (13,3%) y a los casi dos puntos que ha crecido OGS (7,0%), que este año ha visto el lanzamiento del satélite ARTEMIS y el establecimiento con éxito del enlace óptico. El próximo año se notará un incremento de la actividad en HERSCHEL/PLANCK, debido a la contratación de nuevo personal, y se apreciará el nacimiento de las actividades de ROCLI's y SUNRISE.

Finalmente, los proyectos de colaboración han requerido el 3,5%, cantidad ligeramente superior a la del año pasado. Ese tiempo está dedicado al Espacio Acústico Virtual exclusivamente.

En comparación con 2000, la actividad de este año ha supuesto una continuidad en la dedicación a los grandes proyectos que se inició hace dos años.

FORMACION

Como en años anteriores, en 2001 también se ha hecho un esfuerzo en la formación de los ingenieros. 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** la formación ha consistido en:

- Congreso "SPIE's Photonics West Meeting" (EEUU)
- Cursos: "Tornado/VxWorks" (IAC) y "Design of Analog Integrated Circuits" (EEUU)
- Presentación "Productos Nat. Instruments" (Las Palmas de G/C)
- Seminario "Embedded Computing & Real Time Computing Show" (Madrid)

En aspectos **ópticos** la formación ha consistido en:

- Congreso "SPIE's Large lenses and Prisms" (Reino Unido)
- Curso "Modern optical testing" (Reino Unido)

En aspectos de **software** la formación ha consistido en:

- Congreso "3th Simposium on distributed objects. DOA'01" (Italia)
- Cursos: "Tornado/VxWorks" y "Programación JAVA" (IAC); "Análisis y diseño orientado a objetos" y "LabView básico I y II" (Madrid); "Ultimos avances en informática 2001. Internet y bases de datos" (Univ. La Laguna)

En aspectos **mecánicos** la formación ha consistido en:

- Congreso "9th European Space Mechanisms and Tribology Symposium" (Bélgica)
- Cursos: "Pro-Engineer. Curso avanzado de planos", "Pro-Engineer. Fundamentos avanzados de diseño 3D"; "Diseño mecánico y tolerancias"; "Fundamentos y notas técnicas de vacío" e "Introducción a ANSYS" (IAC); "Pro-Engineer. Large assembly management", "Introduction to Optomechanical Design & Advanced Topics in Optomechanics" y "Principles for Mounting Optical Components·(Reino Unido)
- Presentación "PTC Expo 2001" (Madrid)

En aspectos relacionados con la **gestión de recursos humanos** o **habilidades no técnicas** ha habido las siguientes actividades formativas:

- Cursos: "Eficacia de las reuniones", "Modelo Europeo de la Gestión de la Calidad. Autoevaluación", "Presentaciones eficaces" y "Lo esencial en la dirección y gestión de las personas" (IAC)

En general la asistencia a estas actividades formativas ha sido bastante numerosa cuando se ha organizado en el IAC y de una o dos personas cuando ha sido fuera. En comparación con años anteriores destacan un gran número de cursos en el Departamento de Mecánica, Departamento que ha crecido mucho últimamente, mientras que por el contrario ha habido una escasez de actividades formativas en el Departamento de Optica y ninguna actividad específica para el grupo de gestores.

Finalmente, hay que mencionar que al igual que otros años, los presupuestos de formación también han subvencionado las clases de perfeccionamiento de inglés de muchos ingenieros.

Por otro lado, este año se ha empezado a aplicar efectivamente el cuestionario mejorado de fin de formación. De esta manera se puede comprobar la

adecuación de las actividades formativas concretas a los objetivos que se persiguen. En general, las actividades de formación han sido bien valoradas por los asistentes. La estadística total muestra los siguientes aspectos y valores (de 1 a 5): contenido 3,5; duración 3,5; profesorado 4; aplicabilidad de los conocimientos 4,2; la valoración global ha sido de un 3,7. (La tabla completa con detalles de las actividades de formación, se encuentra en la Secretaría del Area donde puede ser consultada).

También se ha seguido con la política de dejar una copia del material formativo en el Archivo Documental para así conservar y difundir el conocimiento entre los miembros del Area.

PERSONAL

Este año han dejado el Area los siguientes ingenieros: A. Cruz-López y C. Tejeda, del Departamento de Software, y J.A. Ballester, del Departamento de Mecánica.

Las nuevas incorporaciones fueron: P. López, A. Díaz, R. Abréu y A. Obradó al Departamento de Software; E. Hernández al Departamento de Mecánica y L. Jochum al Departamento de Optica.

Los becarios de verano fueron: P. Gaviña, A. Obradó, E. Hernández, A. Gil y K. Johnson.

En prácticas estuvieron los siguientes estudiantes: N. Le Moigne, T. Fenal y L. Lalaque.

En el Departamento de Mecánica también estuvo becada M.B. Hernández.

BECARIOS

Este año, al igual que otros, se ha dado la oportunidad a varios estudiantes o recién licenciados de disfrutar de una beca para la realización de un estudio o trabajo en el Area de Instrumentación que en algunos casos ha servido para la realización del proyecto fin de carrera.

De las 146 solicitudes recibidas para las becas de verano, se concedieron cinco. La nota media de los expedientes recibidos fue de 1,61 (1=Aprobado, 2=Notable, 3=Sobresaliente y 4=M.H.). Además, tres estudiantes franceses realizaron aquí su período de prácticas necesario para obtener la licenciatura.

- Pedro Gaviña (Licenciado en Ciencias Físicas por la Univ. de Valencia).
Beca de Verano en el Dpto. de Optica en el Proyecto de Medida de la luz difusa producida por el polvo del OT en espejos. El objeto de la beca era la caracterización de la *Bidirectional Reflectance Distribution Function* de espejos con recubrimientos de aluminio expuestos a condiciones normales de trabajo en OT. El trabajo consistió en familiarizarse con la medida de la luz difusa, tomar una serie de muestras en el OT, realizar las medidas en el Laboratorio de Óptica y ajustar un modelo a los datos para hacer más fácil su incorporación a otros estudios y trabajos.
Supervisores: *L. Jochum y A. Manescau*.

- Antoni Obradó (Estudiante de 5º de Ingeniería Informática en la Univ. Rovira i Virgili de Tarragona).
Beca de Verano en el Dpto. de Software en el proyecto de puesta en marcha de la nueva estación meteorológica modificando el programa de control de los telescopios y haciendo un servidor de datos meteorológicos. El servidor de datos meteorológicos crea una página Web y mantiene un registro de las condiciones del Observatorio.
Supervisores: *A. Hoscos, M. Aguiar y C. Martín*. Se ha contado con el apoyo de *Mantenimiento Instrumental.*

- Elvio Hernández (Estudiante de 6º de Ingeniería Industrial, especialidad Mecánica, en la ETSII de Las Palmas de Gran Canaria).
Beca de Verano en el Dpto. de Mecánica, en el proyecto de armado, integración y verificación de los mecanismos criogénicos y del criostato de LIRIS. El trabajo consistió en dar un soporte técnico en las tareas de integración y caracterización a temperatura ambiente y a temperaturas criogénicas de los subsistemas de mecanismos de LIRIS (módulo de rueda de rendijas, submódulo de ruedas centrales y criostato definitivo). También incluyó la adquisición y procesado de datos y la documentación.
Supervisor: *V. Sánchez* con la participación de *P. Redondo y F. Tenegi.*

- Arturo Gil (Ingeniero Industrial en Automática y Mecánica por la Univ. Miguel Hernández de Alicante).
Beca de Verano en el Dpto. de Electrónica en el Proyecto del Espacio Acústico Virtual sobre temas de visión tridimensional. En concreto, estudió la mínima resolución espacial necesaria para la percepción de la estereoscopía y participó en la integración y pruebas de un prototipo con un casco de realidad virtual.
Supervisor: *L.F. Rodríguez* conjuntamente con *J. García* (Univ. de La Laguna).

- Klas Johnsson (Ingeniero Físico por la Univ. de Umea, Suecia).
Trabajó en el proyecto de desarrollo de software para el experimento SCIDAR. El trabajo consistió en la implementación del software de pre-reducción de datos SCIDAR y en la adaptación, al mismo entorno, del software ya existente para la reducción de datos del sensor de frente de onda.
Supervisores: *C. Hoegemann y J. Jiménez Fuensalida*.

- Nicolas le Moigne (Estudiante de la Escuela Nacional de Ingenieros de Brest, Francia).
Prácticas durante 5 meses, a partir de febrero, en el Proyecto EMIR, para trabajar en la adquisición de datos del criostato de pruebas del detector.
Supervisor: *J.J. Díaz.*

- Thomas Fenal (Estudiante de la Escuela Nacional de Ingenieros Aeronáuticos de Toulouse, Francia).
Prácticas, de marzo a agosto, dentro del Proyecto HERSCHEL/PLANCK, para trabajar en la codificación y optimización del algoritmo de compresión de datos del *Low Frequency Instrument*.
Supervisor: *H. Chulani.*

- Lauren Lalaque (Estudiante de la Escuela Nacional de Ingenieros de Brest, Francia).
En el Dpto. de Electrónica en el proyecto de medida y caracterización de la radiación electromagnética de los laboratorios del IAC y del OT. Por un periodo de 5 meses desde agosto, se tomaron medidas y se analizaron los niveles de calidad de la radiación electromagnética, las tierras y las tomas de corriente de los laboratorios del IAC y de los telescopios del OT.
Supervisor: *F. Gago*.

- M. Belén Hernández (Estudiante de 5º de Ingeniería Industrial, especialidad de Mecánica, en la ETSII de Las Palmas de Gran Canaria)
Beca los dos últimos meses del año para participar en el diseño y análisis de los sistemas mecánicos y optomecánicos en el Proyecto OSIRIS.
Supervisor: *J. Fuentes*.

Dentro del procedimiento de becarios de verano, este año se ha realizado una encuesta de fin de estancia entre los becarios. En dicha encuesta se les pregunta por diferentes aspectos de su estancia y su trabajo. La valoración que han realizado ha sido buena.

PRODUCCION

Producción, con 3 titulados superiores, 2 titulados medios y 21 técnicos, se estructura en: Taller de Mecánica, Taller de Electrónica, Gabinete de Delineación Técnica, Servicio de Mantenimiento Instrumental y Laboratorio de Fibras Opticas.

MEJORAS DE INFRAESTRUCTURA

Las mejoras de los medios productivos que dispone el Area de Instrumentación se enfocaron hacia un aumento de las prestaciones de la maquinaria existente y adquisición de maquinaria auxiliar.

El **Taller de Mecánica** adquirió una pulidora manual, un nivel con medidor de ángulo electrónico, y una curvadora hidráulica manual que facilitarán los trabajos de soldadura. En lo referente a verificación de fabricación de piezas, se calibró, como viene siendo habitual cada dos años, la máquina de medir por tres coordenadas.

El **Taller de Electrónica** adquirió una pistola de calor y para el **Laboratorio de Calibración Eléctrica** una nueva máquina de aire acondicionado para mantener las condiciones ambientales dentro de los rangos establecidos. El resto de inversión para este Laboratorio fue destinada a la calibración externa de nuestros patrones y para la auditoría de reevaluación.

Para el **Servicio de Mantenimiento Instrumental** se adquirieron una fuente de alimentación variable, un carro de herramientas, una estación soldadora-desoldadora y una estación desoldadora con lupa. El espacio asignado a este Servicio fue reestructurado y se adaptó una sala limpia de AIV para realizar el armado, integración y verificación del fotómetro LIRIS. En la parte exterior de este Servicio se instaló un recinto para ubicar los tanques de nitrógeno líquido de forma que el llenado de los criostatos se pueda realizar mediante un sistema de llenado automático.

Respecto a temas de Seguridad y Salud, en el **Taller de Mecánica** se instalaron en los cuatro puestos de trabajo que faltaban focos que facilitan la iluminación puntual. Con la finalidad de mejorar las condiciones de seguridad durante los procesos productivos se dotó a las máquinas-herramientas que no lo poseían, de un sistema eléctrico de seguridad de forma que la puesta en marcha del equipo de trabajo, tras una parada por un fallo de alimentación, sólo se podrá efectuar mediante una acción voluntaria sobre un dispositivo de accionamiento previsto para tal efecto, así como un sistema de parada de emergencia. Estas mejoras se realizaron basándose en el informe realizado durante el pasado año sobre las instalaciones eléctricas de B:T. por la empresa ATISAE, perteneciente al Organismo de Control Autorizado (OCA).

En el **Taller de Electrónica** se realizó la revisión de la evaluación inicial de riesgos, estableciéndose acciones de mejora. Como elemento directo en materia de seguridad se instaló una ducha de emergencia en la zona de reprografía química.

Dentro del campo informático y de forma general en todo el Area de Instrumentación de adquirieron 51 nuevos Pc´s para despachos y 6 Pc´s, de mayor potencia (cuatro para la sala de CAD y dos para el Gabinete de Delineación Técnica) y una configuración acorde con los programas que se usan habitualmente, tanto para cálculos como para diseño en 3D. Con vistas a solucionar los problemas de incompatibilidad que tenía el plotter de calidad fotográfica con el programa de Proengineer y la lentitud con que se imprimían los planos, el Gabinete de Delineación Técnica adquirió, con la ayuda del Area de Investigación, una impresora de gran formato, cediendo su plotter al Servicio Multimedia (SMM). Las aplicaciones de esta nueva impresora están orientadas a CAD Mecánico, Diseño Industrial e Ingeniería Civil.

En el **Taller de Electrónica** y en el **Servicio de Mantenimiento Instrumental** se han actualizado las licencias de Protel 98 al nuevo Protel 99 SE. Entre las nuevas prestaciones incluidas en la nueva versión, cabe destacar, entre otras, el manejo y almacenamiento de diseños como bases de datos compactas, así como la utilidad "Camtastic 2000 Designer Edition" que permite editar ficheros Gerber, ficheros utilizados para la producción industrial de placas de circuito impreso.

FORMACION

Al igual que en años pasados, la formación fue considerada de tres tipos, interna, externa y nuevas tecnologías. Interna: se trata transferir los conocimientos de personas cualificadas en unos determinados temas al resto de sus compañeros, incluida la lectura de documentos, manuales, etc. Externa: se trata de mejorar y ampliar conocimientos de procesos y uso de maquinaria, mediante cursos impartidos por personal no perteneciente a Producción. Nuevas técnicas: aprendizaje sobre técnicas hasta ahora no utilizadas en Producción.

Respecto al pasado año el tiempo dedicado a formación disminuyó del 3,76% al 2,01% del total de horas trabajadas. Este tiempo fue dedicado principalmente a la formación externa, pasando del 0,63% al 1,71% del total.

En aspectos del **Taller de Mecánica**, la formación ha consistido en:

- Cursos: "Windows 95/98" (MBA Escuela de Negocios, La Laguna); "Fundamentos y Notas Técnicas de Vacío"(IAC) y "Formación de Soldeo" (Air Liquide, S/C de Tenerife)

En aspectos del **Servicio de Mantenimiento Instrumental** la formación ha consistido en:

- Cursos: "Pro-Engineer: Fundamentos avanzados de Diseño 3D", "Pro-Engineer: Curso Avanzado de Planos" y "Fundamentos y Notas Técnicas de Vacío" y "Introductorio de Ansys v.7" (IAC)
- Feria: "Feria Internacional de Bilbao"

En aspectos del **Gabinete de Delineación Técnica** la formación ha consistido en:

- Cursos: "Pro-Engineer: Fundamentos avanzados de Diseño 3D", "Pro-Engineer: Curso Avanzado de Planos" y "Diseño Mecánico y Tolerancias" (IAC)
- Feria: "PTC EXPO 2001. Presentación Nuevas Versiones Pro-Engineer" (Madrid)

En aspectos del **Taller de Electrónica** la formación ha consistido en:

- Curso: "Implantación de los Requisitos de la nueva Norma UNE-EN-ISO/IEC 17025" (Madrid)

Como continuación en la aplicación del Modelo Europeo de la Calidad (EFQM) y siguiendo el plan de mejora establecido el pasado año, se analizaron los resultados de la encuesta realizada a los clientes del taller de mecánica, comunicando los resultados en una de las reuniones periódicas que se realizan con el personal del Taller.

En aspectos relacionados con la **gestión de recursos humanos** ó **habilidades no técnicas** ha habido las siguientes actividades formativas:

- Charla: "Charla-taller sobre el Euro" (MBA Escuela de Negocios, La Laguna)
- Cursos: "Modelo Europeo de Gestión de la Calidad-Autoevaluación", "Eficacia de las reuniones" y "Lo Esencial en la Dirección y Gestión de las Personas (IAC); "Implantación de los Requisitos de la nueva Norma UNE-EN-ISO/IEC 17025" (Madrid)
- Subcomité: "Subcomité Técnico de Electricidad" (Madrid)

SERVICIOS VARIOS

Los medios de Producción, tanto humanos como materiales, no se limitan a dar soporte exclusivamente al Area de Instrumentación, sino también a todo el conjunto del IAC que requiera sus servicios. Las horas y el porcentaje de dedicación a actividades internas que no están relacionadas con Proyectos, trabajos externos, Departamentos, Talleres, Laboratorios o Servicios pertenecientes al Area de Instrumentación fueron 759 horas, un 2,83%.

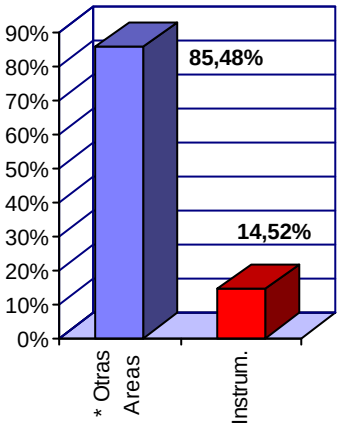
ACTIVIDAD

La actividad desarrollada en Producción durante el año 2001 ha tenido un incremento del 10,72% en la dedicación a otras Areas. Esta dedicación está principalmente relacionada, al igual que otros años, con trabajos solicitados por Proyectos, Departamentos y Servicios del IAC.

La dedicación del tiempo total facturado al Area de Instrumentación y al resto del IAC a lo largo del año se puede observar en el siguiente gráfico (Gráfico IV):

Gráfico IV

Distribución del tiempo invertido por Producción



*** Ver Gráfico V**

Los medios materiales de que dispone el Area requieren un mantenimiento por parte de empresas externas o del personal propio que garantice el funcionamiento de los mismos. A lo largo del año se han invertido 3.361 horas para mantener los distintos Departamentos, Laboratorios, Talleres y Servicios del Area de Instrumentación, equivalente al 12,51% del total de horas del personal de Producción. Esto supone una reducción del 8,97% respecto al año 2000.

Continuando con el Modelo Europeo de la Calidad (EFQM), este año se comenzaron a realizar las acciones encaminadas a conseguir los objetivos propuestos en el 2000. Estos objetivos estaban relacionados con hacer partícipes a todas las personas sobre ciertas decisiones, mejorar aspectos de formación, mejorar la comunicación horizontal aumentando el conocimiento de las tareas realizadas por cada uno, conocer las preocupaciones e insatisfacciones de las personas, mejorar el ambiente laboral, conocer las opiniones de los clientes sobre temas relacionados con los trabajos que solicitan con la finalidad de mejorar la atención al cliente, mejorar la eficiencia de las reuniones internas, aumentar y medir la motivación del personal, etc.

Podemos citar como ejemplo la realizada por el **Taller de Electrónica** sobre la opinión que los clientes tienen sobre distintos aspectos del desarrollo del trabajo que solicitan a este Taller.

Han habido sugerencias relacionadas con el funcionamiento interno del Taller: hacer un check-list de las pruebas que se realizan a la finalización de un trabajo y continuar con la colaboración entre Ingenieros y Técnicos, dando más responsabilidades de diseño a estos últimos.

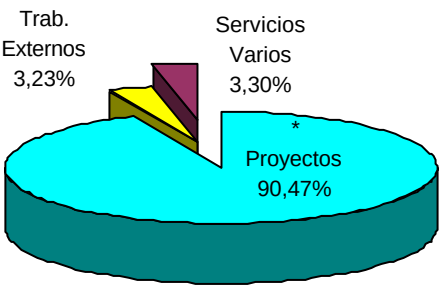
Respecto a esta última sugerencia se han realizado mejoras de la plena dedicación de dos técnicos del Taller de Electrónica al Proyecto LIRIS y su integración en el equipo de Proyecto, asistiendo a sus reuniones. El tipo de trabajo que realizan incluye su participación en el diseño del conjunto electrónico. Trabajos tales como: seleccionar y establecer los tipos de conectores necesarios para todo el Proyecto, teniendo en cuenta las condiciones de vacío y temperaturas criogénicas a las que estarían sometidos; fijación de motores de criogenia y *drivers* del sistema de control de mecanismos mediante la integración y verificación en los distintos ciclados de prueba; definición e instalación del cableado necesario para todo el Proyecto, tanto externos como internos (motores, temperatura y control del detector) y, en especial, los de vacío y criogenia, donde se han utilizado cables coaxiales ultra miniatura de acero y cables de bronce fosforados de diámetros de 0,13 mm donde la longitud total de los cables se estima en más de 1 km; apoyo técnico en la realización de pruebas; diseño y fabricación del sistema de control de las resistencias calefactoras del criostato; selección del armario electrónico y diseño de la distribución de los distintos equipos que contiene, así como su cableado; documentación; etc., han sido tareas realizadas por ellos.

El resto de Talleres y Servicios de Producción siguen modelos similares, que sin lugar a dudas servirán para mejorar el servicio y la efectividad.

El apartado denominado “Otras Areas” se compone de los grupos “Total Proyectos”, “Servicios Varios” y “Trabajos Externos”. La distribución del porcentaje total de este apartado se muestra en el siguiente gráfico (Gráfico V):

Gráfico V

Distribución del tiempo invertido en otras Areas



*** Ver Gráfico VI**

Estos valores son muy similares a los obtenidos en el año 2000. El tiempo dedicado a Proyectos se incrementó un 0,33%, el dedicado a trabajos externos un 0,67%, y el de servicios varios disminuyó un 0,99%.

La actividad se ha clasificado en seis grupos. Su porcentaje de dedicación, respecto del total de Proyectos, se puede ver en el Gráfico VI.

Telescopios e Instrumentos para observar son los que continúan requiriendo más dedicación por parte del personal de Producción. Respecto al año 2000, el porcentaje de dedicación a estos grupos disminuyó el 5,7% del tiempo total dedicado a Proyectos, cuyo reparto del tiempo se puede ver en el Gráfico VII.

Gráfico VI

Distribución del tiempo invertido en tipos de Proyectos

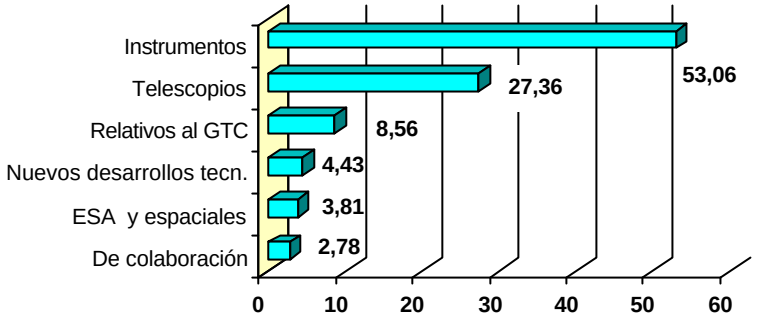
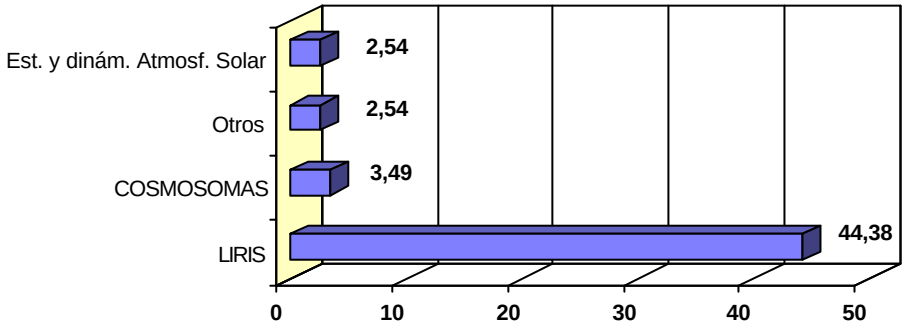


Gráfico VII

Distribución del tiempo invertido en Instrumentos



Como puede observarse, LIRIS ha sido el Proyecto que más dedicación ha requerido de Producción. El Taller de Mecánica le dedicó un 56,79%, el Taller de Electrónica un 43,83% y el Gabinete de Delineación Técnica un 51,44% del total de tiempo facturado.

En "Otros" se han agrupado una serie de Proyectos a los que la dedicación no llegó al 1% tales como: "Estudio de la Anisotropía del Fondo Cósmico", "Sismología Solar y Estelar", "Espectropolarimetría Solar", "VSA", "Desarrollo Star", "Desarrollo de Sistemas de Alta Resolución", "Espectrógrafo Alta Resolución", "Física de la Materia Interplanetaria", "Sistema Automatizado para Medir Vapor de Agua" y "Leónidas".

La dedicación a los Telescopios disminuyó un 7,62% respecto a 2000. Dentro de este grupo, las acciones correspondientes a la "Utilización de los Recursos Científicos" disminuyó un 0,51% respecto al pasado año.

El Servicio de Mantenimiento Instrumental es el que más tiempo dedica al grupo de Telescopios. Durante el 2001 le dedicó el 61,23% de su tiempo total facturado frente al 8,71% de Gabinete de Delineación Técnica, el 3,71% del Taller de Mecánica y el 1,3% del Taller de Electrónica.

El grupo de "Nuevos Desarrollos Tecnológicos" lo constituyen el Laboratorio de Calibración Eléctrica y el Laboratorio de Metrología Dimensional. Han tenido una disminución del 0,98% en el porcentaje de dedicación, centrándose prácticamente todo el tiempo invertido en el primero. Este año fue superada con éxito la auditoría de reevaluación del Laboratorio de Calibración Eléctrica realizada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC). Esta auditoría tiene el mismo carácter que la inicial para obtener la acreditación, evaluándose tanto la gestión como la capacidad técnica del Laboratorio. Por otro lado, se aprovechó la oportunidad de mejorar la tabla de

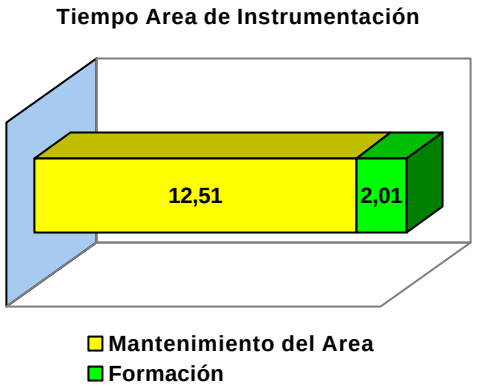
alcance de las calibraciones. Hubo cambios importantes en la organización y se realizaron avances en ampliar el tipo de calibraciones a ofertar. Se dieron dos charlas en el Instituto Tecnológico de Canarias (ITC), una en de S/C de Tenerife y la otra en Las Palmas de G/C.

Los Proyectos "ESA y espaciales" lo componen OGS y PLANCK/FIRST. Su dedicación se incrementó un 1,06% respecto al año pasado. Como ya viene siendo habitual, es el Proyecto OGS el que genera la mayor parte de la demanda de trabajo en este grupo y el Servicio de Mantenimiento Instrumental quien más horas aporta.

Finalizando con la dedicación a Proyectos, el "Espacio Acústico Virtual" ha supuesto el 2,78% frente al 0,89 del tiempo total de Proyectos del año 2000.

El tiempo dedicado al Area de Instrumentación ha supuesto a lo largo del año el 14,52% del total de las horas facturadas. Esto indica una disminución del 10,72% respecto al año 2000. Esta actividad se divide en dos grupos: Mantenimiento y Formación. La distribución de este porcentaje se puede ver en el siguiente gráfico (Gráfico VIII):

Gráfico VIII



ACCIONES DE APOYO TECNOLOGICO

Este grupo abarca todos 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 podríamos citar a los siguientes:

Para **GRANTECAN S.A.**, se han realizado los siguientes trabajos:

- Fabricación de la maqueta del dispositivo elevador de segmentos y varios cables.
- Continuar con la modificación, fabricación y montaje de las siguientes tarjetas de circuito impreso: 3 placas DSP timing board (DSP), 3 placas Clock driver board (CLK), 4 placas Signal Processing board (SP), 3 placas Power board (PWR) y 3 placas Backplana board (BP), 3 placas PCI. Diseño y construcción de seis placas tipo "extender" para el sistema del controlador de A&G (3 para la fase de pruebas y 3 para el montaje definitivo).
- Realización de dos cables totalmente conectados según esquemas de conexionado que han sido proporcionados previamente. Este trabajo estaba relacionado con los controladores de la CCD para GTC.
- En su fase de diseño supuso la revisión y modificación del diseño original, seis placas de cuatro capas, la preparación de los ficheros necesarios para su fabricación. Una segunda fase del trabajo realizado consistió en el acopio de los componentes utilizados, la mayoría en SMD, tarea que destacamos dada la dificultad de conseguir determinados componentes.
- Montaje de las 18 placas usando la estación de soldadura PACE.

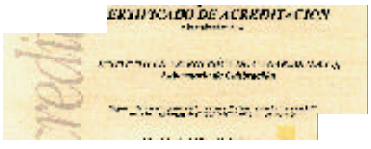
Para **THEMIS S.L.** se han realizado los siguientes trabajos:

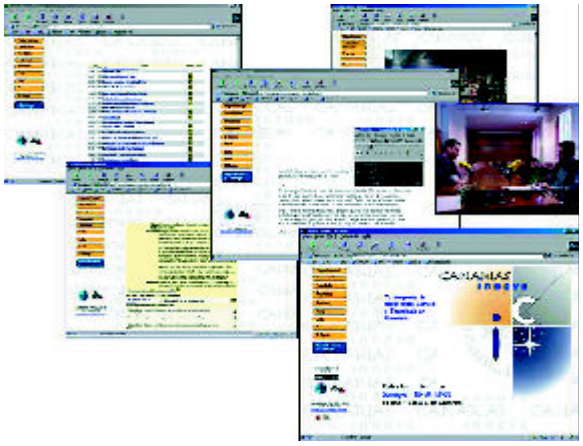
- Fabricación en aluminio de: diversas piezas con anodizado negro o pintura negra, dos soportes para palpadores y tuercas, una máscara con 4 rendijas y 13 rendijas para las observaciones.
- Fabricación de una tarjeta a doble cara.

Para la **Empresa Padilla Manipulación y Servicios S.L.** Tratamiento térmico a dos discos de acero.

Para el **Telescopio Nacional GALILEO**. Fabricación de 3 piezas en aluminio y 3 espárragos roscados en fibra de vidrio para el Dewar DOLORES.

Para la **UTE IDS.** Fabricación y comprobación dimensional de los útiles para metalizado de barras excitadoras de los sensores de borde del M1 del telescopio GTC y del útil para la metalización de la barra excitadora del mismo sensor. En este trabajo destaca la complejidad de fabricación debido a las tolerancias.


CERTIFICADO DE ACREDITACION



AREA DE ENSEÑANZA

Corresponde al Area de Enseñanza organizar y coordinar las actividades del Instituto para la difusión de los conocimientos astronómicos, la colaboración con la enseñanza universitaria especializada en Física y Astronomía y la formación y capacitación de personal científico y técnico en todos los campos relacionados con la Astrofísica. La formación de nuevos doctores en Astrofísica es uno de los cometidos fundamentales del Area. El Area de Enseñanza organiza, en particular, el programa de Becas de Formación de Doctores en Astrofísica (Residentes y Becas en el Extranjero), la "Canary Islands Winter School of Astrophysics" - este año se organizó la XIII edición - y el programa de Becas de Verano de Iniciación a la Investigación Astrofísica.

Este año se ha reforzado la estructura organizativa del Area al crearse la figura de Secretario del Area de Enseñanza. De forma similar a lo que ocurre con el Coordinador del Area, que coincide con el Director del Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna, el Secretario del Area coincide también con el Secretario del Departamento. Con la creación de esta nueva figura se persigue organizar de forma más eficiente las tareas encomendadas al Area, estrechando también los vínculos de colaboración entre el Departamento y el IAC.

El IAC participa activamente en las enseñanzas adscritas al Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna. Se imparten enseñanzas de primer y segundo ciclo en las Facultades de Física y Matemáticas, incluyendo la docencia de las orientaciones de Astrofísica (Facultad de Física) y Astronomía (Facultad de Matemáticas). En el marco de las enseñanzas de tercer ciclo, el IAC participó en el programa de título *Física del Cosmos*, en colaboración con el Departamento de Astrofísica y el de Física Fundamental II.

Dentro de la actividad docente correspondiente a 2001 se impartieron los cursos de doctorado y los seminarios que se relacionan a continuación:

CURSOS DE DOCTORADO

Programa de Doctorado *"Física del Cosmos"*

"Astrofísica con Telescopios espaciales"
Dr. Ismael Pérez Fournon (IAC)
Del 8 al 26 de enero.

"Astrosismología"
Prof. Teodoro Roca Cortés (IAC)
Del 8 al 26 de enero.

"Historia de la Astronomía"
Dres. Juan A. Belmonte Avilés (IAC) y David A. King (Inst. de Historia de la Ciencia, Frankfurt. Alemania)
Del 29 de enero al 16 de febrero.

"Evolución química del Universo"
Dres. César A. Esteban López (IAC) y Leticia Carigi (UNAM, México)
Del 29 de enero al 16 de febrero.

"Avances en Instrumentación Astronómica"
Dres. Francisco Garzón y Peter Hammersley (IAC)
Del 12 de febrero al 2 de marzo.

"Astrofísica Relativista"
Dr. Evencio Mediavilla Gradolph (IAC)
Del 5 al 23 de marzo.

"Tratamiento avanzado de imágenes astronómicas"
Dr. José A. Bonet Navarro (IAC)
Del 5 al 23 de marzo.

"Determinación de parámetros físicos en atmósferas estelares"
Dr. Ramón J. García López (IAC)
Del 26 de marzo al 20 de abril.

"Introducción a las Teorías Gauge"
Dres. Jesús González de Buitrago Díaz (IAC) y Fernando Atrio Barandela (Univ. de Salamanca)
Del 26 de marzo al 20 de abril.

"Interacción Estrellas-Medio Interestelar"
Dr. César A. Esteban López (IAC), Dr. Romano Corradi (IAC) y Dr. Arturo Manchado Torres (IAC)
Del 23 de abril al 11 de mayo.

"Radioastronomía"
Dres. Pere Planesas Bigas y Rafael Bachiller García y (Obs. Astronómico Nacional, Madrid)
Del 23 al 27 de abril y del 7 al 11 de mayo.

"Simulación numérica por ordenador en Astrofísica"
Dr. Åke Nordlund (Univ. de Copenhague, Dinamarca)
Del 14 de mayo al 1 de junio.

"Espectropolarimetría en Astrofísica"
Dr. Javier Trujillo Bueno (IAC)
Del 4 al 22 de junio.

"Fluidos en Astrofísica"
Prof. Fernando Moreno Insertis y Dres. Casiaña Muñoz Tuñón y Kristof Petrovay (IAC)
Del 4 al 22 de junio.

"Estructura y Evolución Estelar"
Dr. F. Carlos Lázaro Hernando (IAC)
Del 22 de octubre al 9 de noviembre.

"Fundamentos de Física galáctica"
Dres. Antonio Aparicio Juan y Jordi Cepa Nogué (IAC)
Del 22 de octubre al 16 de noviembre.

"Procesos de acreción"
Dres. Ignacio González Martínez-Pais y Jorge Casares Velázquez (IAC)
Del 3 al 21 de diciembre.

"Evolución de galaxias y cosmología"
Dr. Juan Betancort Rijo (IAC)
Del 3 al 21 de diciembre.

SEMINARIOS

Siguiendo el programa de seminarios-charlas informativas para el personal del instituto iniciado en 1995, cada dos semanas aproximadamente y con cierto carácter informal, vienen dándose en el IAC, bajo el título de "Seminarios", una serie de breves charlas informativas sobre el trabajo científico individual del personal del Instituto y visitantes. En el 2001 han tenido lugar los siguientes seminarios:

"Tomografía Doppler de las binarias de rayos X de baja masa XTE J1118+480 y AC211"
D. Manuel Pérez Torres (Univ. de Cork, Irlanda)
9 de enero

"Trayectoria profesional de los doctorandos en el IAC 1987-1999: estadística"
Prof. Fernando Moreno Insertis (IAC)
8 de febrero

"Indicaciones experimentales de oscilaciones de neutrinos"
Dr. Enrique Fernández (Inst. de Física de Altas Energías, Univ. Barcelona)
16 de febrero

"La preparación de los artículos de investigación"
D. Terry Mahoney (IAC)
16 de febrero

"Operación óptima de telescopios"
Dra. Ana I. Gómez de Castro (Facultad de Matemáticas, Univ. Complutense de Madrid)
8 de marzo

"The MSX stellite: From Far-UV to Mid-IR"
Dr. Martin Cohen (Univ. de Berkeley, EEUU)
19 de marzo

"Microestructuras y eyecciones colimadas en Nebulosas Fotoionizadas"
Dr. Luis López-Martín (Obs. de París, DEMIRM, Francia)
27 de marzo

"ATST: a 4-meter class telescope for Solar Physics"
Prof. Steve Keil (NSO, Tucson, Arizona, EEUU)
2 de abril

"La estrella de nuestra vida"
Dra. Inés Rodríguez Hidalgo (IAC)
25 de abril

"Adaptive optics for day-and nighttime extremely large telescopes"
Dr. Jacques Beckers (Univ. de Chicago, EEUU)
26 de abril

"Lobe/jet speeds in classical double radio sources (FRI/FRII)"
Dr. Tigran Arshakian (Cavendish Lab., Univ. de Cambridge, Reino Unido)
27 de abril

"Evolution of Galaxies Observed in the HST Medium Deep Survey"
Prof. Richard Griffith (Carnegie Mellon Univ., EEUU)
9 de mayo

"Visible-light investigation on board Solar-B"
Dr. Bruce Lites (HAO/NCAR, Boulder, Colorado, EEUU)
10 de mayo

"The Harsh Destiny of a Planet in the system of HD 82943"
Dr. Garik Israelian (IAC)
11 de mayo

"Exploration of the dust distribution in the Local Interstellar Medium using Hipparcos observations"
Sr. Reuben Greet-Smith (Imperial College, Londres, Reino Unido)
28 de junio

"Optica adaptativa en el ojo humano: realidades y fantasía"
Prof. Pablo Artal (Lab. de Optica, Univ. de Murcia)
10 de julio

"G-band Spectral Synthesis in Solar Magnetic Concentrations"
Dr. Jorge Sánchez Almeida (IAC)
13 de julio

"Óptica adaptativa multiconjugada: un nuevo horizonte para la Astronomía"
Dra. Dolores Bello (ONERA, Francia)
11 de octubre

"Studies of Oscillations and Vertical Structures in Sunspots"
Dr. Kostas Tziotziou (Obs. de París-Meudon, Francia)
15 de octubre

"Operaciones con el VLT: 3 años después"
Dña. Almudena Prieto (ESO, Garching, Alemania)
31 de octubre

"El GTC: Preparando la primera luz"
Dr. José Miguel Rodríguez Espinosa (IAC)
8 de noviembre

COLOQUIOS

Siguiendo el programa iniciado en 1991, el IAC organiza una serie de conferencias de especial relevancia a las que asiste como invitado un científico de prestigio internacional. Con ello se pretende que los distintos grupos de Investigación tengan una oportunidad complementaria de establecer relaciones con personalidades científicamente relevantes, activas y en vanguardia a nivel mundial. Durante el 2001 tuvieron lugar los siguientes:

"Multiply Barred and Lopsided Galaxies"
Prof. Linda Sparke (Univ. de Wisconsin, EEUU)
18 de enero

"The Solar Corona and Solar Wind"
Prof. Eckart Marsch (Inst. Max-Planck-Institut de Aeronomía, Alemania)
15 de febrero

"Star Formation and the Initial Mass Function"
Dr. Aake Nordlund (Univ. de Copenhague, Dinamarca)
17 de mayo

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:

- Jonay Isaí González Hernández (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "La composición química de estrellas en sistemas binarios que contienen agujeros negros y estrellas de neutrones"
Directores: Dr. G. Israelian y Prof. R. Rebolo López.

- M. del Carmen Eliche Moral (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Evolución cosmológica de bulbos galácticos"
Director: Dr. M. Balcells.

- José Antonio Caballero Hernández (Univ. Complutense de Madrid)
Proyecto: "Formación, Evolución y Multiplicidad en Enanas Marrones"
Director: Prof. R. Rebolo López.

- Fabiola Martín Luis (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Desarrollo de modelos de emisión estelar de 1 a 30 micras"
Directores: Dres. M. Kidger y M. Cohen (Univ. de California, EEUU)

- Héctor Vázquez Ramió (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Observación de la Convección en Estrellas de Tipo Solar"
Directores: Prof. T. Roca Cortés y Dra. C. Régulo Rodríguez.

- Angel Rafael López Sánchez (Univ. de Granada)
Proyecto: "Origen, características y efectos de la formación estelar masiva en galaxias Wolf-Rayet enanas"
Director: Dr. C. Esteban López.

Becas de iniciación a la investigación en Astrofísica

El Programa de Verano 2001 (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 2001 se concedieron becas de verano a las siguientes personas:

- Anastassia Boyarchuk (Univ. de Moscú, Rusia)
Trabajo: "Búsqueda de restos de galaxias enanas en torno a cúmulos globulares jóvenes de la Vía Láctea"
Director: Dr. D. Martínez Delgado.

- Katarina Kovac (Univ. de Belgrado, Yugoslavia)
Trabajo: "¿Son galaxias enanas genuinas las condensaciones alrededor del par de galaxias ARP141?"
Directores: Dres. C. Muñoz-Tuñón y H. Deeg.

- Eugenio Megías Fernández (Univ. de Granada)
Trabajo: "Desarrollo de herramientas para el análisis interactivo de los datos del espectrógrafo de fibras INTEGRAL"
Directores: Dres. J.A. Acosta Pulido y B. García-Lorenzo.

- Cristina Campos García (Univ. de La Laguna)
Trabajo: "Naturaleza de las estructuras de baja ionización en nebulosas planetarias: determinación de los parámetros físicos"
Directores: Dres. D. R. Gonçalves, R. Corradi y A. Mampaso Recio.

- José Ruyman Azzollini Felipe (Univ. de La Laguna)
Trabajo: "Heliosismología en el Laboratorio Solar del Observatorio del Teide"
Director: Dr. A. Jiménez Mancebo.

- Néstor Fernández Conde (Univ. de La Laguna)
Trabajo "Observación con TIMES *(Tenerife Imaging Meteor System)* y análisis de curvas de luz"
Directores: Dres. M. Serra-Ricart y D. Martínez Delgado.

- Rebecca Centeno Elliot (Univ. de La Laguna)
Trabajo: "Propagación numérica de ondas magnetohidrodinámicas"
Director: Dr. M. Collados Vera.

- Yaiza Schmohe Ollero (Univ. Autónoma de Madrid)
Trabajo: "Variabilidad con el ciclo solar: observaciones de manchas en IR y del disco solar en el visible"
Director: Dr. J.A. Bonet Navarro.

Becas Internacionales de Astrofísica

En el marco de los Acuerdos Internacionales del IAC se concedió una Beca Externa para realizar la tesis doctoral en la Universidad de Goettingen, Alemania, a Itahiza F. Domínguez Cerdeña (Univ. de La Laguna).

Becas en el Centro Cultural "Blas Cabrera"

Desde el mes de abril de 1997, el IAC colabora con el Centro Cultural "Blas Cabrera" (Arrecife, Lanzarote) seleccionando a los becarios, licenciados recientes en Astrofísica, que trabajan en dicho Centro. En 2001 han disfrutado de estas becas:

- Gregorio González Artiles (enero-agosto)
- David Rodríguez Real (enero-abril)
- M. del Pino García (mayo-diciembre)
- Raul Martínez Morales (junio-diciembre)

"European Union (EU) Contest for Young Scientists"

Es una iniciativa de la Comisión Europea dentro del programa "EU's Improving Human Potential programme". Este concurso se consolidó con la idea de facilitar la cooperación y el intercambio entre jóvenes científicos europeos, dando la oportunidad a jóvenes estudiantes de ciencia a competir con los mejores compañeros europeos de su mismo nivel, además de tener la oportunidad de conocer otras técnicas e intereses similares y ser asesorados por los más prominentes científicos de Europa.

En 1989 tuvo lugar en Bruselas la primera edición de este concurso. Desde entonces, se ha celebrado en Copenhague, Zürich, Sevilla, Berlín, Luxemburgo Newcastle, Helsinki, Milán, Oporto, Thessaloniki, y esta ultima edición, la número 12, de nuevo en Bruselas.

Del 13 al 19 de agosto, los ganadores de esta última edición, Tanja Brown, Jakub Onufry Wojtaszczyk y Florence Durrey, tuvieron la oportunidad de conocer el trabajo de investigación que se lleva a cabo en el IAC además de compartir con algunos jóvenes doctorandos el trabajo que éstos desarrollan aquí. También tuvieron la oportunidad de visitar las instalaciones del IAC, la sede central y los Observatorio del Teide y del Roque de los Muchachos. En el Observatorio del Teide llevaron a cabo observaciones fotométricas de imagen directa de diversos cúmulos globulares con el Telescopio IAC-80.

Astronomy Easter School

El IAC participó, junto con las Universidades de La Laguna, Hertfordshire (Reino Unido) y Groningen (Países Bajos) en una Escuela sobre "Astrofísica Extragaláctica" dirigida a estudiantes de último curso de carrera de estas universidades, celebrada en el campus de la Univ. de Hertfordshire, del 1 al 11 de abril.

A la Escuela asistieron un total de 18 estudiantes seleccionados en las tres Universidades (6 de cada una). Por parte de la Univ. de La Laguna, los estudiantes seleccionados fueron:

- Antonio Benítez Cañete
- Rebecca Centeno Elliot
- Ithaiza Domínguez Cerdeña
- M. del Carmen Eliche Moral
- Sergio Fernández Acosta
- Jonay I. González Hernández

Dos de los ocho profesores de la escuela procedían del IAC-Univ. de La Laguna: los Dres. Marc Balcells y José Miguel Rodríguez Espinosa.

Además de las clases, los estudiantes prepararon propuestas de observación para el Telescopio JKT del ORM, que fueron realizadas por personal del Observatorio de manera que los estudiantes

pudieron reducir y analizar los datos durante la Escuela, presentando sus resultados al final de la misma. Se llevaron a cabo también visitas a la reunión de la Royal Astronomical Society en Cambridge, el Departamento de Astronomía de la Univ. de Oxford y el Rutherford Appleton Lab.

Un 50% de la financiación de la Escuela corrió a cargo del Programa Sócrates de intercambio de estudiantes europeos y el 50% restante fue sufragado por las Universidades e Institutos participantes.

TESIS DOCTORALES

En el 2001 se leyeron 6 tesis doctorales y 2 tesinas. (Ver PRODUCCION CIENTIFICA)

XIII ESCUELA DE INVIERNO "Cosmoquímica: el crisol de los elementos"

Este año tuvo lugar la decimotercera edición de la Escuela de Invierno de Astrofísica de las Islas Canarias, cuyo título fue "Cosmoquímica: el crisol de los elementos". El IAC contó con el apoyo económico y colaboración de la Comisión Europea (Euroconferencia dentro del Programa IHP, *Improving Human Research Potential Programme*), el Ministerio de Ciencia y Tecnología, los Cabildos Insulares de Tenerife y La Palma, IBERIA, el Hotel Puerto Palace y el Ayuntamiento del Puerto de la Cruz. Se celebró del 19 al 30 de noviembre, en el Centro de Congresos del Casino Taoro del Puerto de la Cruz. En esta edición, los cursos fueron impartidos por ocho profesores expertos en Cosmoquímica que abordaron el tema desde diferentes puntos de vista. Se impartieron un total de 40 horas de clase y asistieron 63 participantes de 20 países.

Se concedieron 48 becas. Dentro de las actividades paralelas a la Escuela los estudiantes presentaron, en forma de pósters y artículos, sus trabajos y/o proyectos de tesis. Además, estudiantes y profesores visitaron el Instituto de Astrofísica y los Observatorios del Teide (Tenerife) y del Roque de los Muchachos (La Palma).

La dirección y organización estuvo a cargo de los doctores C. Esteban, A. Herrero, R. García López y F. Sánchez. *Cambridge University Press* editará el curso dentro de su serie dedicada a las Escuelas de Invierno de Astrofísica de las Islas Canarias.

La relación de profesores y programas es la siguiente:

"MOLECULES IN THE COSMOS"
Prof. José Cernicharo

1. Introduction
2. The Formation of Molecules in the Interstellar Medium
3. Chemistry in Dense Clouds
4. Chemistry in the Circumstellar Envelopes of Evolved Stars
5. Molecular emission / absorption at all Wavelength Domains
6. The interpretation of molecular spectra

"ELEMENT ABUNDANCES IN NEARBY GALAXIES"
Dr. Donald R. Garnett

1. Observational methods for measuring metallicity
2. Abundances in nearby dwarf irregular and dwarf elliptical galaxies
3. Abundances in spiral galaxies
4. Open questions

"STELLAR ABUNDANCES"
Prof. David L. Lambert

1. Stellar compositions and nucleosynthesis
2. Model stellar atmosphere
3. Stellar compositions and cosmochemistry
4. Lithium, beryllium and boron
5. Galactic chemical evolutions (continued)

"NUCLEOSYNTHESIS IN STARS"
Prof. Norbert Langer

1. Thermonuclear reaction rates
2. Formation of oxygen to iron
3. Supernova (I and II) nucleosynthesis
4. Heavy elements: s- and r- process
5. Speculations and open questions (e.g.: p-process, un-process, GRB nucleosynthesis.)

"CHEMICAL EVOLUTION OF GALAXIES AND INTRACLUSTER MEDIUM"
Prof. Francesca Matteucci

1. Basic parameters: birthrate function, stellar nucleosynthesis, gas flows
2. Basic equations for chemical evolution, analytical solutions and numerical models
3. The chemical evolution of galaxies of different morphological type: observations and model predictions for our Galaxy
4. The chemical evolution of ellipticals and irregulars
5. The chemical enrichment of the intracluster medium

"ELEMENT ABUNDANCES THROUGH THE COSMIC AGES"
Dr. Max Pettini

1. Overview and methods for measuring abundances
2. Abundances in the Interstellar medium of the Milky Way the importance of dust
3. Abundandes in Lyman Break Galaxies - the precursors of today's bulges and ellipticals?
4. Damped Lyman alpha systems - fresh clued to the origin of elements
5. The Intergalactic medium. Do we need Pop III stars? Summary and future prospects

"ABUNDANCE DETEMINATIONS IN HII REGIONS AND PLANETARY NEBULAE"
Prof. Grazyna Stasiñska

1. Basics of abundance determinations of heavy elements in photoionized nebulae
2. Main problems
3. The determination of the helium abundance and its problems
4. Observational results on abundances: distribution of abundances in the disk of our Galaxy
5. Observational results on abundances: planetary nebulae populations

"PRIMORDIAL ALCHEMY: FROM THE BIG BANG TO THE PRESENT UNIVERSE"
Prof. Gary Steigman

1. Overview of the physics of the early evolution of the Universe
2. The physics of primordial nucleosynthesis and the predicted abundances in the standard model
3. The observational status or the primordial abundances
4. Confrontation between the theoretical predictions and the observational data
5. BBN in non-standard models of Cosmology and Particle Physics

El Prof. Gary Steigman también dio la conferencia de divulgación científica "Conexiones cósmicas", durante la celebración de la Winter School en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife.

ADMINISTRACION 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 ASTROFISICA

LA GERENCIA ADMINISTRATIVA

Durante el año 2001 se ha continuado con la mejora de la estructura y organización interna de la Administración culminando el proceso de implantación del Euro.

A fin de conseguir el objetivo anterior se completó un plan de mejora encaminado a reforzar los procesos administrativos, elaborando los nuevos procedimientos de tesorería, gestión de viajes, gestión de servicios y gestión de la nómina y revisando los existentes de gestión de suministros y préstamos al personal.

Se reorganizó y mejoró la infraestructura del archivo de documentos del IAC.

Además se diseñó e implementó el nuevo Departamento de tesorería a fin de agilizar la gestión de cobros y pagos del IAC.

GERENCIA OPERACIONAL

En el año 2001 se ha continuado con el plan de mejora de las instalaciones telefónicas. A tal fin se ha actualizado la versión de la centralita IBERCOM y se la ha dotado de sistema de ahorro de llamadas a la telefonía móvil, tanto en llamadas entrantes como salientes.

Cabe destacar la contratación de un nuevo grupo electrógeno para la Sede Central con capacidad adecuada para garantizar la continuidad del suministro eléctrico.

Se han adaptado las dependencias del laboratorio de fotografía y anexo para estudios del Servicio de Multimedia (SMM), así como la adaptación de otra dependencia para almacén general del Servicio de Informática Común (SIC).

Se han instalado nuevos cuadros eléctricos, líneas y canalizaciones en las dependencias del SIC, según de las exigencias de los nuevos equipamientos.

El acceso principal de la Sede Central dispone desde este año de puerta con apertura automática por sensores de presencia dotada también de apertura anti-pánico.

El IAC ha completado sus servicios de prevención de riesgos laborales con ampliación de los contratos a la MUTUA DE ACCIDENTES DE CANARIAS, de manera que en la actualidad dicha Mutua cubre también el específico de vigilancia de la salud y, por tanto, todos los previstos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Se ha concluido la mejora y acondicionamiento de los archivos destinados a la Administración de Servicios Generales del IAC.

FONDO EUROPEO DE DESARROLLO REGIONAL (FEDER)

El Instituto de Astrofísica de Canarias ha contado durante el 2001 con cofinanciación del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) que la Dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología tiene asignados en los Programas de I+D de los Fondos Estructurales para el período de programación 2000-2006.

Los proyectos que se han beneficiado de esta cofinanciación durante el 2001 son:

- Sala de Armado, Verificación e Integración de grandes instrumentos científicos (obra civil y equipamiento).

- Adaptación del Aula del IAC para su uso por personal de I+D del centro y personal externo de investigación (obra y equipamiento).

- Equipamiento científico y mejoras de infraestructura para los telescopios del IAC del OT (equipamiento). Durante el año 2001 se ha instalado un pequeño

OBSERVATORIO DEL TEIDE

telescopio, STARE (HAO, Boulder, Colorado, EEUU) próximo a Cielo Nocturno. El principal objetivo del telescopio es la búsqueda de exoplanetas y como resultado colateral el estudio de estrellas variables pulsantes y eclipsantes. En el mes de diciembre se empezó la obra civil de STELLA (AIP, Astrophysikalisches Institut Potsdam, Alemania). A mediados del año 2002 se espera que llegue el primero de los dos telescopios de 1,5 m de diámetro.

Durante el mes de julio, la Dra. T. Gómez y colaboradores (INTA, Madrid) estuvieron calibrando en una de las instalaciones del Laboratorio Solar placas solares para su uso en satélites.

En el año 2001 entra a pleno rendimiento la OGS *(Optical Ground Station)*. Durante la primera mitad del año se realizan las observaciones de la órbita Geoestacionaria (GEO). Gracias a las excelentes condiciones atmosféricas (especialmente durante las campañas de enero y febrero) la campaña GEO se ha llevado a cabo en 6 meses en un total de 90 noches de observación. Los resultados son espectaculares llegándose a detectar objetos con magnitudes mínimas de 20-21 sin filtros y con tiempos de exposición alrededor de los 2 s. A partir del albedo se han inferido tamaños mínimos de 10 cm. En el mes de agosto se realizó el primer enlace con el satélite ARTEMIS para probar el sistema de comunicación con láser. Todos los sistemas funcionaron perfectamente y las pruebas fueron un éxito.

Diversos grupos de estudiantes europeos realizaron sus prácticas de astronomía en el telescopio MONS. Las distintas Universidades que nos han visitado han sido:

- Estudiantes de la Universidad de La Laguna. Meses de abril y noviembre.
- Estudiantes de las Universidades de Southamptom y Liverpool (Reino Unido). Meses de abril y mayo.
- Estudiantes de la Universidad de San Louise, Campus español. Mes de octubre.

Se ha continuado con los trabajos de repoblación y reconstitución del paisaje natural del OT, con protección (y plantación en caso necesario) de cualquier parcela del Observatorio afectada por obras.

Durante el año 2001 se ha procedido a finalizar y proteger de las incidencias climáticas los equipos de protección contra-incendios forestales. Siguiendo las directrices del procedimiento de seguridad y emergencias del OT se han realizado las prácticas básicas de RCP (Reanimación Cardio-pulmonar) y rescate y traslado de heridos durante los meses de abril y octubre.

En el año 2001, el número de visitantes que accedieron al OT fue de 7.286 personas. De ellos aproximadamente 2.500 visitaron las instalaciones solares, que abrieron sus puertas el 28 de abril, a modo de clausura de las actividades que se llevaron a cabo con motivo del Día Internacional Sol-Tierra.

OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS

El número de visitantes que accedieron a alguna de las instalaciones del Observatorio durante el año 2001 fue de 7.850 personas. De ellos 5.448 lo hicieron a través de las tres Jornadas de Puertas Abiertas que se celebraron en los meses de julio, agosto y septiembre, respectivamente. Destaca asimismo la visita de 709 alumnos, correspondientes a 23 centros de Enseñanza Media o Secundaria, de los cuales 204 pertenecían a centros de la Isla de La Palma.

En relación con las obras de nuevas instalaciones telescópicas destaca:

- Gran Telescopio de Canarias (GTC) (España). Se han cerrado los edificios de la cúpula, auxiliar y anexo, procediéndose al montaje e instalación de la cúpula. Esto permitirá realizar los trabajos de instalación en el interior de dichos edificios a lo largo del invierno del año 2002.
- Telescopio MAGIC (Alemania, España). Comenzaron las obras de instalación del telescopio MAGIC. Ha finalizado el montaje de la estructura del telescopio y se está a la espera de instalar la óptica y la electrónica, por lo que su puesta en marcha se prevé para mayo del 2002.
- Telescopio Liverpool (Reino Unido). Comenzaron las obras para la instalación del telescopio Liverpool. Se ha realizado ya la obra correspondiente a la cimentación. El telescopio y la cúpula del edificio han sido transportados en su totalidad al ORM. Su puesta en marcha se producirá hacia el verano del año 2002.
- Telescopio Mercator (Bélgica). El telescopio y la instrumentación fueron probados, por lo que está operativo desde el mes de julio.
- Torre Solar Sueca. Finalizaron los trabajos de remodelación para la renovación de sus espejos por los de 1 m de diámetro que ya están instalados. La puesta en marcha del nuevo equipamiento se prevé para mayo del 2002.

El proyecto para la construcción del CALP (Centro Común de Astrofísica en la Palma) recibió un nuevo impulso, redactándose el proyecto de acuerdo con las necesidades de las distintas Instituciones Usuarias.

Otras actividades fueron las siguientes:

- Se procedió durante el mes de agosto al cambio de la Contrata que lleva los servicios de cattering, limpieza y recepción de la Residencia.
- El servicio de enfermería registró un total de 894 actuaciones, de las que 578 fueron derivadas de la obra del GTC.
- Se pusieron en marcha diferentes procedimientos administrativos para mejorar y optimizar la facturación a las Instituciones Usuarias y el pago a los proveedores.
- Se elaboró un informe bimestral tipo dando cuenta de la gestión del Observatorio, destinado a los Directores de las Instituciones Usuarias y a los miembros de los Subcomité de Operaciones y Finanzas.
- Durante el año se propuso la modificación de la página Web del ORM, incorporando nuevas facilidades. Se estima su puesta en marcha para el primer trimestre del año 2002.
- Se remodeló la cocina de la Residencia y se renovó parte de su mobiliario y equipamiento, acorde con la normativa vigente para este tipo de instalaciones.
- En colaboración con el ING, se realizaron mejoras en la infraestructura de la red de datos y sala de ordenadores del ORM, permitiéndose la conexión de ordenadores personales a la red del ING desde la propia sala.
- En coordinación con la empresa MUTUA DE ACCIDENTES DE CANARIAS, se ha desarrollado el plan de prevención y mapa de riesgos para la Residencia, anexo y edificio de zonas comunes. Se elaboró un documento borrador con un plan de emergencia y evacuación para todo el Observatorio.

CENTRO COMUN DE ASTROFISICA DE LA PALMA

La evolución de la operación del Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) y la llegada del Gran Telescopio CANARIAS (GTC) son más razones para disponer en la Isla de La Palma, en un lugar bien comunicado y de fácil acceso, de una sede complementaria del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). La decisión de crear el Centro Común de Astrofísica de La Palma (CALP) se produce en un momento muy oportuno, en que todas las instituciones usuarias del Observatorio del Roque de los Muchachos están interesadas en un espacio común donde puedan instalar su infraestructura actual y dar servicio a sus instalaciones telescópicas, enriqueciendo la atmósfera de cooperación que es el fundamento del *European Northern Observatory* (ENO). Además permitirá aumentar la presencia del IAC en La Palma, impulsar la tecnología y la difusión de la ciencia en la isla y, en definitiva, potenciar el acercamiento del Observatorio a la sociedad palmera.

El proyecto para la construcción del CALP recibió un nuevo impulso, redactándose el proyecto de acuerdo con las necesidades de las distintas Instituciones Usuarias. Dicho proyecto fue presentado a los Organismos e Instituciones pertinentes para recabar de ellos los permisos correspondientes para la construcción del mismo.

El centro estará ubicado en el municipio de Breña Baja (La Palma), en terrenos situados entre el barranco de “Amangavinos” y la “Cuesta de San José”, que han sido cedidos por el Ayuntamiento de Breña Baja y el Cabildo de La Palma, aprovechando el edificio nunca terminado del Albergue Juvenil. Entre sus instalaciones contará con una zona de despachos y oficinas para los astrónomos, una biblioteca, una sala de reuniones y una sala de conferencias, además de almacenes. Los talleres y laboratorios permitirán el mantenimiento y desarrollo de instrumentación científica.

Vista del edificio del albergue juvenil de Breña Baja, que será parte de la futura sede del CALP.

OFICINA TECNICA PARA LA PROTECCION DE LA CALIDAD DEL CIELO

La OTPC ha continuado con las labores de inspección y denuncia a instalaciones de alumbrado. Se han realizado 323 inspecciones y 81 denuncias y se han resuelto 71 denuncias. Se han emitido 120 informes técnicos (36 favorables, 61 con medidas correctoras, 5 desfavorables y 18 peticiones de información). En el gráfico de evolución que se adjunta puede verse una cierta estabilización de los datos desde el año 1999.

Se continúa con las mediciones periódicas del fondo del cielo con instrumentación propia de la OTPC y de campo eléctrico en el OT.

No ha habido denuncias por invasión del espacio aéreo protegido en ambos Observatorios, ni por sobrepasar los niveles de campo eléctrico, registrándose un normal cumplimiento de esta Norma en estos dos aspectos.

Labores realizadas por la OTPC durante 2001

Divulgación

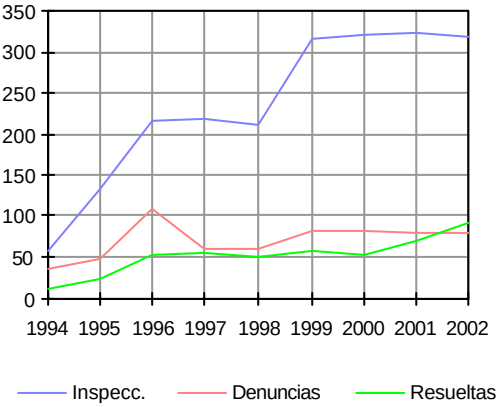
- Participación y presentación del Vídeo de La Ley del Cielo en el XXVII Simposium Nacional de Alumbrado en Ponferrada del 23-27 de mayo.
- Presentación de la ponencia "La Ley del Cielo y el Ahorro Energético" en las III Jornadas de Ingeniería Insular organizadas el 12 de junio en El Cabildo de Tenerife por el Colectivo de Ingenieros de Canarias, Madeira y Azores.
- Presentación de la ponencia "El impacto medioambiental en el cielo nocturno, causas y soluciones" en la Jornada Técnica de Gestión Pública organizada por la Diputación de Barcelona el 14 de junio.
- Terminación del vídeo divulgativo sobre la Ley del Cielo. Se ha elaborado un CD-Rom de prueba con el contenido del video.

Colaboraciones, Medidas y Control

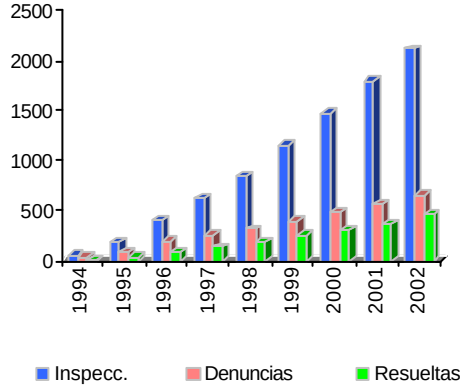
- Se continúa colaborando con el Comité Internacional de Iluminación (CIE) C.T.4.21 para la actualización de la recomendación sobre instalaciones de iluminación en el entorno de los observatorios astronómicos. La última reunión tuvo lugar en Atenas, Grecia, el 4 y 5 de mayo.
- Colaboración en la elaboración de una ordenanza modelo para reducir la contaminación lumínica, Comité Español de Iluminación e IDAE, Madrid (octubre-diciembre).
- Se realizaron medidas del fondo del cielo: 1 noche en el ORM y 1 en el OT.
- Durante 2001 se han realizado 323 inspecciones, 81 denuncias y 120 informes técnicos a instalaciones de alumbrado exterior. Hasta 2001 se han realizado 1.794 inspecciones y 566 denuncias de las cuales se han resuelto 372 (66%).
- Se ha realizado un informe técnico de estación radioeléctrica correspondiente a una estación de televisión.
- Realización periódica de medidas del fondo de radiofrecuencia en ambos Observatorios por parte de la Dirección de Telecomunicaciones. Este año se ha realizado una medida en el OT.
- Se ha iniciado el Plan de Mejora de Calidad IAC, habiéndose mantenido 4 reuniones en la OTPC y el Plan para el trienio 2001-2003.
- Se han iniciado los trámites con la FECAM para subscribir un convenio de colaboración para una mejora de la aplicación de la Ley del Cielo por parte de los Ayuntamientos y se ha pedido el informe jurídico al Gobierno de Canarias para implementar/ mejorar los aspectos legales de la Ley conforme al acuerdo del último Consejo Rector del IAC.

Vídeo-CD Divulgativo de la OTPC.

DATOS ANUALES



DATOS ACUMULADOS



EJECUCION DEL PRESUPUESTO 2001

GASTOS

DESTINO FONDOS	(Mlls de Ptas.)	
- Personal	1.155,99	
- Funcionamiento (suministros y m. fungible)	222,80	
- Financieros	0,34	
- Transferencias corrientes	0,00	
- Inversiones reales	321,46	
- Activos financieros	5,50	
- Compras	561,06	
TOTAL GASTOS		2.267,15
VARIACION FONDO MANIOBRA		24,00

FINANCIACION

ORIGEN FONDOS	(Mlls de Ptas.)	
PRESUPUESTARIOS		1.494,13
- Administración del Estado	996,76	
- Comunidad Autónoma	262,01	
- Universidad de La Laguna	128,88	
- CSIC	106,48	
EXTRA-PRESUPUESTARIOS		797,02
- Contratos, acuerdos, etc. con financiación externa	464,36	
- Venta de servicios y otros	332,66	
TOTAL FINANCIACION		2.291,15

Otras actividades y exposiciones

- Día Metereológico Mundial. Con motivo de la celebración del Día Metereológico Mundial el 23 de marzo, el Instituto Nacional de Meteorología organizó, en la isla de La Palma, una serie de actos para dar a conocer la importancia de la meteorología en la sociedad actual. El programa de actos incluía una conferencia sobre la observación astronómica en el Observatorio del Roque de los Muchachos y una visita a las instalaciones del Observatorio.

- La maqueta del Gran Telescopio CANARIAS (GTC) ha estado expuesta en el Museo "Príncipe Felipe" de Valencia en una muestra que, bajo el título "Claves de la España del siglo XX", organizó la Sociedad Estatal España Nuevo Milenio. En esta muestra se exponen los símbolos que han marcado la evolución del país durante los pasados 100 años. La exposición ha estado abierta entre los meses de marzo y junio.

"CANARIAS INNOVA" en Radio Nacional de España en Canarias, Radio 1

El programa de promoción y divulgación CANARIAS INNOVA cumplió en el mes de julio un año en antena, un programa radiofónico que emite semanalmente Radio Nacional de España en Canarias (Radio 1), dirigido por la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) del IAC. Este programa pretende acercar al oyente la ciencia y la tecnología, especialmente de las Islas, de una forma rigurosa y amena. Aun tratándose de una iniciativa del IAC, en este espacio radiofónico tienen cabida todas las áreas de conocimiento. Asimismo, CANARIAS INNOVA pretende captar la atención de los empresarios de Canarias interesados en la investigación, la tecnología y la innovación.

Durante su primer año de existencia se han emitido más de 70 programas. Por ellos han pasado más de 120 expertos para hablar de distintos temas, que han abarcado prácticamente todas las áreas del conocimiento.

A través de CANARIAS INNOVA, el oyente puede estar informado sobre la actualidad científico-tecnológica, conocer las últimas convocatorias tanto de ayudas a la I+D como de becas y descubrir curiosidades astronómicas. También puede hacer llegar sus dudas a un número de teléfono con funcionamiento las 24 horas del día, durante todo el año.

Esta iniciativa aprovecha la enorme difusión de la radio, y en particular la de Radio Nacional de España, para acercar al gran público el mundo de la ciencia y la tecnología.

CANARIAS INNOVA persigue abrirse un hueco como programa informativo en cuanto a la divulgación científica se refiere, al igual que contar con una participación activa de los oyentes, de manera que el programa cumpla con las expectativas por todos deseadas.

Desde la página Web: http://www.iac.es/otri, se puede acceder al enlace del programa y escuchar todas las emisiones en formato MP3, además de ver fotos de algunos directos, etc.

DIA INTERNACIONAL SOL - TIERRA

El día 27 de abril, las agencias espaciales estadounidenses y europea celebraron el quinto aniversario del lanzamiento del satélite SOHO organizando el Día internacional Sol-Tierra.

El IAC participó en esta iniciativa lanzando una campaña de divulgación de la Física Solar con el lema "El Sol, la estrella de nuestra vida". Esta campaña consistió en una serie de actividades para el público en general que tuvieron lugar los días 27 y 28 de abril. El IAC, en colaboración con el Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna y el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife, se sumó así al esfuerzo de divulgación simultáneo en centros educativos, museos, planetarios, etc. de Europa y Estados Unidos, orientado a extender a la sociedad el conocimiento del Sol, su influencia en la vida sobre la Tierra y su estudio desde observatorios en tierra y en el espacio.

La campaña incluía la difusión de artículos de divulgación, que fueron publicados en la prensa local y nacional; charlas de divulgación impartidas en distintos lugares del archipiélago; una jornada de puertas abiertas solares en el Observatorio del Teide; una observación directa del Sol, en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife y programas de radio especiales dentro de CANARIAS INNOVA.

Artículos de divulgación en prensa

Una serie de artículos de divulgación firmados por especialistas en el estudio del Sol, que fueron publicados en la prensa local y nacional. La relación de los artículos, publicados en un número especial dedicado a este día son los siguientes:

- "Los sonidos del Sol", "La corona solar" y "¿De qué está hecho el Sol". T. Roca Cortés (IAC)
- "El ciclo de actividad solar". *A. Eff-Darwich y B. García-Lorenzo (IAC)*
- "La rotación del Sol". *C. Régulo (AC)*
- "Influencia de la actividad solar en las misiones espaciales". *F. Herrera Cabello (Univ. La Laguna)*
- "Las barreras de la Tierra contra la influencia solar". *M. Vázquez (IAC)*

Almaini O. et al. (Incluye Pérez Fournon I., González Solares E.) "The Overlap and Clustering between Chandra and SCUBA Sources"

"JENAM 2001: Five Days of Creation: Astronomy with Large Telescopes from Ground and Space", 10-15 septiembre, Munich, Alemania

Rodríguez Espinosa J.M. "Current Status of the 10m GTC"

Ardeberg A., Andersen T., Rodríguez Espinosa J.M. "Euro50: Proposal for a 50m Optical and Infrared Telescope"

Bon E., Popovic L., Mediavilla E. "The Shape of III Zw2Hα Line: Evidence of Keplerian Relativistic Disk"

Balthasar H., Sütterlin P., Collados M. "Penumbral Finestructure: Need for Larger Telescopes"

Schmidt W., Solanki S.K., Schüssler M., Curdt W., Lites B.W., Titla A.M., Martínez Pillet V. "High-Resolution Solar Polarimetry with Sunrise"

"X Latin-American Regional Meeting of Astronomy", 17-21 septiembre, Córdoba, Argentina

Prieto M., Aguerri J.A.L., Varela A.M., Munoz-Tuñón C. Bars, Lens and Rings in the B-D Decomposition of Disk Galaxies"

Oscoz A., Alcalde D., Serra-Ricart M., Mediavilla E., Abajas C., Barrena R., Motta V., Muñoz J.A. "Time Delay in QSO 0957+561 from 1984-99 Optical Data"

Paredes J.M., Casares J., Zurita C., Marti J., Ribo M. "New Results on the Microquasar LS5039"

"COROT Science Week" 17-21 septiembre, Viena, Austria

Deeg H.J., Garrido R. "Analysis of Multicolor Planet Transit Data on the Example of HD209458"

"II SOLSPA Euroconference: Solar Cycle and Space Weather", 25-29 septiembre, Nápoles, Italia

Rodríguez Hidalgo I. "Recent Advances and Future Projects in Solar Instrumentation at the IAC"

"The Evolution of Galaxies. II Basic Building Blocks", 16-21 octubre, Isla de la Reunión, Francia

Hidalgo S., Aparicio A., Gallart C. "NGC 3109: Halo/ Disk Structures in Faint Galaxies"

Rosenberg A., Aparicio A., Piotto G., Saviane I. "Galactic Globular Clusters Relative Ages. Clues on the Milky Way Formation and Evolution"

Beckman J.E., Zurita A., Cardwell A., Relaño M., Ryder S. "A Scenario for the Ionization of the Diffuse ISM in Galaxies and the IGM in Clusters"

"The Mass of Galaxies at Low and High Redshift", 24-26 octubre, Venecia, Italia

Balcells M., Aguerri J.A.L., Peletier R.F. "Growth of Masses Bulges in Spiral Galaxies"

"XII IRIS Workshop", 5-8 noviembre, Nápoles, Italia

Pallé P.L. "Analysis of Variability of *p*-mode Parameters in 11 Years of IRIS Data"

"Disks of Galaxies: Kinematics, Dynamics and Perturbations", 5-9 noviembre, Puebla, México

Balcells M. "Evolution of Galaxy Bulges"

González García A.C., Balcells M., van Albada T.S. "Disk Galaxy Mergers and the Fundamental Plane"

Cabrera Lavers A.L., López Corredoira M., Garzón F., Hammersley P.L. "Old Stellar Galactic Disc in Near-Plane Regions according to 2Mass: Scales, Flare and Warp"

Graham A.W., Erwin P., Caon N., Trujillo I. "A Correlation between Supermassive Black Hole Mass and Galaxy Light Concentration"

Graham A.W., Balcells M., Peletier R.F. "The Distribution of Disks in the μo-log(h) Plane and the Inclination Correction"

Erwin P. "Double Bars, Inner Disks and Nuclear Rings in Barred Galaxies"

Erwin P., Sparke L.S., Vega Beltrán J.C., Beckman J.E. "The Ceentral Kpc of Starbursts and AGN: The La Palma Connection"

"IAU Symp. No. 209: Planetary Nebulae: Their Evolution and Role in the Universe", 19-23 noviembre, Camberra, Australia

García Hernández D.A., Manchado A., García-Lario P., Domínguez-Tagle C., Conway G., Prada F. "Nature of the H_2 Emission around Planetary Nebulae Precursors"

Acker A., Grosdidier Y. "Wind Inhomogeneities in [WC] Central Stars: From Late- to Early-type Nuclei"

Grosdidier Y., Acker A., Blais-Ouellette S., Joncas G., Moffat A.F.J. "CFHT Fabry-Perot 2D Spectroscopy in H-a of the Planetary Nebula NGC 40: Universal Multifractal Analysis and Turbulent Status"

Cuesta L., Phillips J.P. "Density and Excitation Mapping for NGC 7009"

Cuesta L., Phillips J.P. "The Physical Structure of NGC 7662"

Cuesta L., Phillips J.P. "Haloes in Abell Planetary Nebulae"

Goncalves D.R., Corradi R.L.M., Mampaso A., Campos C. "Density of Low-Ionization Structures in PNe"

Rabaca C., Cuisinier F., Lorenz-Martins S., Epitacio Pereira D., Goncalves D.R., Lastennet E. "New Insight on Hubble 4"

Villaver E., Manchado A., Garcí-Segura G. "The Dnamical Eolution of the Gas Ejected by Low- and-Intermediate-Mass Stars: The Planetary Nebula Formation"

XIII Canary Island Winter School "Cosmochemistry: The Meeting Pot of Elements", 19-30 noviembre, Puerto de la Cruz, Tenerife

Urbaneja M.A., Herrero A., Lennon D.J., Puls J. "Stellar Metal Abundances of M33 Supergiants"

García Gil A. "An Exhaustive Study of the Near-UV Spectrum of Vega"

"Galaxies: The Third Dimension", 3-7 diciembre, Cozumel, México

Relaño M., Beckman J.E., Zurita A., Rozas M., Knapen J.H. "High Velocity Gas in the Luminous HII Regions of NGC 1530"

Mediavilla E., Motta V., Arribas S., Muñoz J.A., Falco E., Kochanek C. "Integral Field Spectroscopy of Lens Galaxies"

Monreal A. "2D Spectroscopy of ULIRGs with INTEGRAL"

Melo V., Muñoz-Tuñón C. "Taurus Observations of Starburst Galaxy NGC 4631"

Castañeda H. "The Instrument OSIRIS at the GTC"

Pérez García A.M., Acosta-Pulido J.A., García Lorenzo B., González-Hernández J.I., Melo V., Muñoz-Tuñón C., Rodríguez-Espinosa J.M., Varela A.M. "Catalogue of Starbursts Galaxies Observed from the Canarian Observatories"

García Lorenzo B., Pérez García A.M, Acosta-Pulido J.A, Muñoz-Tuñón C., Melo V. "Integral Field Spectroscopy of the Starburst Galaxy NGC 2782"

"Workshop EARA: The Spheroidal Components of Galaxies: Bulges and Halos", 5-8 diciembre, Garching, Alemania

Hidalgo S., Aparicio A. "Halo/Disk Structure in NGC 3109"

Martínez Delgado D. "Tidal Tails in Galactic Dwarf Satellites: Clues for the Formation of the Halo"

Trujillo I. "Bulge Galaxy Light Concentration and its Relation to Galaxy Structure and Dynamics"

Erwin P. "Identifying the Real Bulge in Barred (and Double Barred) Galaxies"

Graham A. "The Relation between Supermassive Blackholes and Bulge Structure"

Erwin P. "Single and Double Bars and Merger Remnants"

"2nd CMBNet General Meeting", 13-14 diciembre, Roma, Italia

Rubiño-Martín J.A. "A Generalized Chi2 Tests for CMB Analyses"

COMUNICACIONES A CONGRESOS NACIONALES

"IV Encuentros para la Enseñanza de la Astronomía", 3-7 septiembre, Murcia

Belmonte J.A. "Templos, pirámides y estrellas: La Astronomía del Egipto faraónico"

"XXVIII Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física", 24-28 septiembre, Sevilla

Rodríguez Espinosa J.M. "El GTC: Estado actual"

Recillas E., Muñoz-Tuñón C., Rodríguez-Espinosa J.M. "Evolución en Cúmulos de Galaxias"

"II Congreso sobre la Comunicación Social de la Ciencia: La Ciencia es Cultura", 28-30 noviembre, Valencia

Rodríguez Hidalgo I. "Un tiempo para el espacio: Cinco minutos semanales de Astronomía"

Pinilla N. "Un Universo de cine"

Cuesta L. “STARTEC: La unión hace la fuerza”

Del Puerto C. “Marketing de planetas: descubrimientos astronómicos en los medios de comunicación”

Anguita M.C. “Del Cielo a las Escuelas”

Domènech A. “Un camino abierto en la divulgación: CAOS”

López Betancor B. “Atención a medios audiovisuales en instalaciones científicas. El caso de los observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias”

ARTICULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES SIN ARBITRO Y COMUNICACIONES CORTAS

Casares J., Zurita C., Shahbaz T., Rodríguez-Gil P., Charles P., Hynes R., Wagner R.M., Ryan E., Foltz C., Starrfield S. “XTE J1118+480”
IAUC 7617, 1C.

Hurst G.M., Armstrong M., Meikle P., Bramich D., Corradi R.L.M., Erwin P., Boles T., Irwin M., Fassia A. “Supernova 2001dc in NGC 5777”
IAUC 7662, 1.

Kidger M.R., Ferrando R., Manteca P., Rodríguez D., Ligustri R. “Comet C/2001 A2 (LINEAR)”
IAUC 7679, 3.

Rodríguez-Gil P., Martínez Delgado D., Casares J., Zurita C., Martínez-Pais I.G., Shahbaz T. “Brightening of WZ Sge”
The Astronomer’s Telegram, 73.

Arévalo M.J., Lázaro C., Domínguez R.M., Martínez-Pais I.G., “BVR Photometry of the Short-Period Algol System VV UMa”
BVS 5160, 1.

Barris B. et al. (Incluye Herrero A.) “Supernovae”
IAUC 7745, 1.

ARTICULOS EN REVISTAS NACIONALES

Belmonte J.A. “Una nueva visita a las Pirámides de Güímar”
*Tribuna de Astronomía y Universo, **20**, 22.*

Varela A.M., Muñoz-Tuñón C. “El cielo de Canarias: excepcional para las observaciones astronómicas”
*Tribuna de Astronomía y Universo, **25-26**, 58.*

Rodríguez Hidalgo I. ”Desafíos para la Física solar del siglo XXI”
*Tribuna de Astronomía y Universo”, **25-26**.*

López Corredoira M. “Determinismo en la Física Clásica: Laplace vs. Popper o Prigogine”
*El Basilisco, **29**, 29.*

Varela A.M. “La Astronomía en Canarias: La calidad de nuestros observatorios”
*Economía y Economístas de Canarias, **17**, 35.*

Esteban C. “Astronomía y religión ibérica”
*Revista de Arqueología, **238**, 12.*

Belmonte J.A. “Así en la Tierra como en el Cielo: Un ensayo sobre Astronomía Cultural”
*Pharus, **21**, 52.*

Esteban C., Rodríguez Hidalgo I. “Astronomía, pirámides y especulaciones”
*Revista Semanal de Ciencia y Cultura (suplemento del Diario La Opinión), **92**, 8.*

Belmonte J.A., Springer Bunk R., Perera Betancort M.A., Marrero R. “Las escrituras líbico-beréberes de Canarias, el Magreb y el Sahara y su relación con el poblamiento del Archipiélago canario”
*Revista de Arqueología, **245**, 6.*

PUBLICACIONES DEL IAC

Balcells M. “Las fusiones de galaxias”
*IAC Noticias, **1/01**, 5.*

Betancort J. “El modelo del colapso esférico y sus generalidades”
*IAC Noticias, **1/01**, 13.*

Collados M., Martínez Pillet V. “La polarización de la luz en Astrofísica”
*IAC Noticias, **1/01**, 21.*

Beckman, J.E. “En torno a la personalidad científica de Galileo”
Especial “Eurosimposium Galileo 2001”, 4.

Del Puerto Varela, C. “La paternidad del término telescopio”
Especial “Eurosimposium Galileo 2001”, 18.

Roca Cortés, T. “Los sonidos del Sol”
Especial “Día Internacional Sol-Tierra”, 3.

Roca Cortés, T. “La corona solar”
Especial “Día Internacional Sol-Tierra”, 5.

Roca Cortés, T. “¿De qué está hecho el Sol”
Especial “Día Internacional Sol-Tierra”, 7.

Eff-Darwich, A., García Lorenzo, B. “El ciclo de actividad solar”
Especial “Día Internacional Sol-Tierra”, 10.

Régulo, C. “La rotación del Sol”
Especial “Día Internacional Sol-Tierra”, 12.

Vázquez, M. “Las barreras de la Tierra contra la influencia solar”
Especial “Día Internacional Sol-Tierra”, 17.

Rodríguez Hidalgo, I. “Conviviendo con una estrella”
Especial “Día Internacional Sol-Tierra”, 20.

Trujillo Bueno, J. “Magnetismo solar: la clave para descifrar los enigmas del Sol”
Especial “Día Internacional Sol-Tierra”, 22.

Jiménez Mancebo, A. “Un viaje al Sol”
Especial “Día Internacional Sol-Tierra”, 25.

Martínez Pillet, V. “Las futuras misiones heliosféricas de la Agencia Espacial Europea”
Especial “Día Internacional Sol-Tierra”, 27.

Sánchez Almeida, J. “¿Por qué los astrónomos estudian el Sol”
Especial “Día Internacional Sol-Tierra”, 29.

Rodríguez Hidalgo, I. “La estrella de nuestra vida”
*IAC Noticias, **2/01**, 5.*

Prieto M., Graham A.W. “El modelo *iceberg*”
IAC Noticias, **2/01**, 11.

Bellot Rubio L.R., Martínez Delgado D., Serra-Ricart M., Rodríguez Gil P., Cuesta L. “Leónidas 2001 en Australia”
*IAC Noticias, **2/01**, 17.*

Martínez Roger C., Martín C., Calvo J. “Instrumentación astrofísica”
*IAC Noticias, **2/01**, 25*

LIBROS Y CAPITULOS DE LIBROS

“The Evolution of Galaxies on Cosmological Timescales”
*Astrophys. Space Sci., **276**.*
Eds. Beckman J.E., Mahoney T.J.

“Cool Stars, Stellar Systems and the Sun”
*ASP Conf. Ser., **223**. (ISBN 1-58381-056-0). Eds. R. García López, R. Rebolo, M.R. Zapatero-Osorio.*

“The Central Kiloparcsec of Starburst and AGN: The La Palma Connection”
*ASP Conf. Ser., **249**. Eds. J.H. Knapen, J.E. Beckman, I. Shlosman, T.J. Mahoney.*

“The Solar Cycle and Terrestrial Climate”
*ESA SP-**463**. Eds. A. Wilson, M. Vázquez.*

“Helio-and Asteroseismology at the Dawn of the Millenium”
*ESA SP-**464**. Eds. A. Wilson, P.L. Pallé.*

“Solar Encounter: The First Solar Orbiter Workshop”
*ESA SP-**493**. Eds. B. Battrick, H. Sawaya Lacoste, E. Marsh, V. Martínez Pillet, B. Fleck, R. Marsden.*

Vázquez M. “Sunspot Umbra: Structure and Evolution”
Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics. Ed. P. Murdin. Institute of Physics Publishing and Nature Publishing Group, 1, 3197.

Moreno-Insertis F. “Solar Interior: Emerging Magnetic Flux Tubes”
Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics. Ed. P. Murdin. Institute of Physics Publishing and Nature Publishing Group, 1.

Martínez Pillet V. “Chromosphere: Emerging Flux Regions”
Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics. Ed. P. Murdin. Institute of Physics Publishing and Nature Publishing Group, 1, 332.

“Binary Stars: Selected Topics on Observations and Physical Processes”
Eds. F.C. Lázaro, M.J. Arévalo. LNP 563, Springer.

TESIS DOCTORALES

Villamariz Cid M.R. “Análisis espectroscópico de estrellas OB galácticas”
Director: A. Herrero.

Sánchez Béjar V.J. “Las Enanas Marrones y planetas aislados en cúmulos jóvenes: caracterización, evolución y función de masas”
Directores: R. Rebolo y E. Martín Guerrero.

Zurita Muñoz A. “The Properties of the Ionized Interstellar Medium in Spiral Galaxies”
Director: J.E. Beckman.

Villaver Sobrino E. “The Circumstellar Gas Evolution from the AGB to the Planetary Nebula Phase”
Director: A. Manchado.

Jiménez Reyes S.J. “Helioseismic Analysis of the Solar Activity Cycle”
Directores: P.L. Pallé y S. Tompyk.

Vela Villahoz E. “Estudio del efecto Everdhed y de la estructura fina del campo magnético en la penumbra de las manchas solares”
Director: J. Sánchez Almeida.

TESINAS

Vázquez Ramió H. “Análisis heliosismológico de los datos de GOLF/SOHO en épocas de máximo y de mínimo actividad solar”
Director: T. Roca Cortes.

Camero Arranz A. “Búsqueda de contrapartida óptica de las fuentes de rayos g Cygnus Gro J2019+40”
Director: R. Rebolo.

RESUMEN

ARIA	IR	CI	CN	ARIS	ARN	PIAC	L	T	t
125	19	143	10	6	9	20	10	6	2

ARIA Artículos en revistas internacionales con árbitros.
IR Invited Reviews (Conferencias invitadas).
CI Comunicaciones a congresos internacionales.
CN Comunicaciones a congresos nacionales.
ARIS Artículos en revistas internacionales sin árbitros y comunicaciones cortas.
ARN Artículos en revistas nacionales.
PIAC Publicaciones del IAC.
L Libros y capítulos de libros.
T Tesis doctorales.
t Tesinas.

REUNIONES CIENTIFICAS

REUNIONES CIENTIFICAS CON PARTICIPACION DE INVESTIGADORES DEL IAC

"197th American Astronomical Meeting"
California (EEUU). Enero.

"QSO Hosts and their Environments"
Granada. Enero.

"Magnetic Fields across the HR Diagram"
Santiago de Chile. Enero.

"Workshop EARA: Galaxy Mergers"
La Laguna (Tenerife). Enero.

"Astrophysical Ages and Time Scales"
Hilo, Hawai (EEUU). Febrero.

"The Calibration Legacy of the ISO Mission"
Madrid. Febrero.

"Galileo 2001: Eurosymposium"
Puerto de la Cruz (Tenerife). Febrero.

"New Century of X-Ray Astronomy"
Yokohama (Japón). Marzo.

"IAU Symp. Nº 207: Extragalactic Star Clusters",
Pucón (Chile). Marzo.

"THEMIS and the New Frontiers of Solar Atmosphere Dynamics"
Roma (Italia). Marzo.

"New Quests in Stellar Astrophysics: The Link between Stars and Cosmology"
Puerto Vallarta (México). Marzo.

"Large Lenses and Prism Conference"
Londres (Reino Unido). Marzo.

"United Kingdom Joint National Astronomy Meeting"
Cambridge (Reino Unido). Abril.

"The Central KPC of Starbursts and AGNs: The La Palma Connection"
Los Cancajos, Breña Baja (La Palma). Mayo.

"MHD Waves in Astrophysical Plasmas"
Palma de Mallorca. Mayo.

"Solar Encounter: The First Solar Orbiter Workshop"
Puerto de la Cruz (Tenerife). Mayo.

"Vulcano Workshop: Particle Astrophysics"
Vulcano (Italia). Mayo.

"198th Meeting of the American Astronomical Society"
Pasadena, California (EEUU). Junio.

"GLITP Workshop on Gravitational Lens Monitoring"
La Laguna (Tenerife). Junio.

"1st Eddington Workshop: Stellar Structure and Habitable Planet Finding"
Córdoba. Junio.

"Observed HR Diagrams and Stellar Evolution: The Interplay between Observational Constrains and Theory"
Coimbra (Portugal). Junio.

"IAU Coll. No. 184: AGN Surveys"
Byurakan (Armenia). Junio.

"1st Isilí Solstice Symposium: Astronomia e Megalitismo"
Cerdeña (Italia). Junio.

"Tracing Cosmic Evolution with Galaxy Cluster"
Sessto, Alta Pusteria (Italia). Julio.

"IAU Coll. No. 185: Radial aand Non-radial Pulsations as Probes of Stellar Physics"
Leuven (Bélgica). Julio.

"The XIIth Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems and the Sun"
Colorado (EEUU). Julio-agosto.

"The Lowest-Mass Galaxies and Constraints on Dark Matter"
Ringberg Castle (Alemania). Julio–agosto.

"The Physics of Cataclysmic Variables and Related Objects"
Göttingen (Alemania). Agosto.

"Meteoroids 2001"
Kiruna (Suecia). Agosto.

"SEAC 2001: Symbols, Calendars and Orientations"
Estocolmo (Suecia). Agosto.

"IV Encuentros para la Enseñanza de la Astronomía"
Murcia. Septiembre.

"Two Years of Science with Chandra"
Washington (EEUU). Septiembre.

"JENAM 2001: Five Days of Creation: Astronomy with Large Telescopes from Ground and Space"
Munich (Alemania). Septiembre.

"X Latin-American Regional Meeting of Astronomy"
Córdoba (Argentina). Septiembre.

"COROT Science Week"
Viena (Austria). Septiembre.

"XXVIII Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física"
Sevilla. Septiembre.

"II SOLSPA Euroconference: Solar Cycle and Space Weather"
Nápoles (Italia). Septiembre.

"The Evolution of Galaxies. II Basic Building Blocks"
Isla de la Reunión (Francia). Octubre.

"The Mass of Galaxies at Low and High Redshift"
Venecia (Italia). Octubre.

"XII IRIS Workshop"
Nápoles (Italia). Noviembre.

"Disks of Galaxies: Kinematics, Dynamics and Perturbations"
Puebla (México). Noviembre.

"IAU Symp. No. 209: Planetary Nebulae: Their Evolution and Role in the Universe"
Camberra (Australia). Noviembre.

XIII Canary Island Winter School "Cosmochemistry: The Meeting Pot of Elements"
Puerto de la Cruz (Tenerife). Noviembre.

"II Congreso sobre la Comunicación Social de la Ciencia: La Ciencia es Cultura"
Valencia. Noviembre.

"Galaxies: The Third Dimension"
Cozumel (México). Diciembre.

"Workshop EARA: The Spheroidal Components of Galaxies: Bulges and Halos"
Garching (Alemania). Diciembre.

"2nd CMBNet General Meeting"
Roma (Italia). Diciembre.

REUNIONES CIENTIFICAS ORGANIZADAS POR EL IAC

CONGRESO INTERNACIONAL "SOLAR ENCOUNTER: THE FIRST SOLAR ORBITER WORKSHOP" ("Encuentro Solar: primera reunión de trabajo sobre *Solar Orbiter*")

En colaboración con la Agencia Espacial Europea (ESA) y el Cabildo Insular de Tenerife, el IAC organizó en el Centro de Congresos del Puerto de la Cruz (Tenerife), del 14 al 18 de mayo, el congreso internacional "Solar Encounter: The First Solar Orbiter Workshop" ("Encuentro Solar: primera reunión de trabajo sobre *Solar Orbiter*").

Solar Orbiter es un proyecto aprobado recientemente por la ESA para diseñar y construir un nuevo satélite que observará el Sol de forma complementaria a como lo hacen los satélites solares, aún en funcionamiento, como SOHO y ULYSSES.

La reunión, a la que asistieron unos 150 participantes, congregó en la isla a destacados especialistas mundiales en Física Solar y a los máximos responsables de las secciones de Sistema Solar de las cuatro agencias espaciales más importantes del mundo, la estadounidense (NASA), la europea (ESA), la japonesa (ISAS) y la rusa (RSA).

El propósito de esta primera reunión era informar a la comunidad científica internacional de las oportunidades que la misión ofrece para la ciencia y de proporcionar un foro adecuado en el que especificar y profundizar sobre sus objetivos científicos, establecer contactos y tratar sobre futuras colaboraciones internacionales.

Entre las conclusiones alcanzadas en la reunión destaca lo publicado por la Agencia Espacial Europea en nota de prensa (26 junio) en la que se comunica que "la ESA ha decidido adelantar la fecha de lanzamiento del *Solar Orbiter* al año 2010" (inicialmente estaba previsto el lanzamiento para el 2012).

DISTINCIONES

Premios Extraordinarios de Doctorado

Luis Bellot Rubio, David Martínez Delgado, Alfred Rosenberg González, Alexandre Vazdekis Vazdekis y M. Rosa Zapatero Osorio, cinco doctores recientes del Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna e investigadores del IAC, fueron galardonados con los Premios Extraordinarios de Doctorado que concede esta universidad.

Premio "Jaume I de Investigación"

La Generalitat Valenciana ha concedido el Premio "Jaume I de Investigación 2001" al astrofísico del IAC y Profesor de Investigación del CSIC Rafael Rebolo López, por sus "fructíferos estudios en Astrofísica y Cosmología". Este galardón es el segundo en importancia de los de su categoría, tras el "Premio Príncipe de Asturias".

Mejores Prácticas en la Administración

El IAC, organismo adscrito al Ministerio de Ciencia y Tecnología, ha sido galardonado por el Ministerio de Administraciones Públicas con el Premio a las Mejores Prácticas en la Administración General del Estado, distinción destinada a "recoger las iniciativas de los órganos y organismos para mejorar la calidad de sus servicios". Se trata de la primera edición de estos premios, que se han concedido en esta ocasión a 12 instituciones, en una lista que encabeza el IAC por la práctica "Implantación del Proyecto CAIAC (Calidad en el IAC)".

Página Web del ENO

La página Web http://www.iac.es/eno/, correspondiente al European Northern Observatory (ENO), fue seleccionada en enero de este año en el Lightspan´s StudyWeb por constituir uno de los mejores recursos educacionales en la Web para investigadores.

Encomienda de la Orden de Isabel la Católica

El Director del IAC, Francisco Sánchez, recibió la Encomienda de Número de la Orden de Isabel la Católica de la mano del Presidente del Gobierno Autónomo de Canarias, Román Rodríguez, en nombre del Rey de España, Juan Carlos I, por su trayectoria profesional.

Día de Canarias de Jóvenes Investigadores

El astrofísico Héctor Socas Navarro, actualmente en el High Altitude Observatory (Boulder, EEUU), ha obtenido el premio "Día de Canarias de Jóvenes Investigadores", en su VIII edición, que concede el Gobierno Autónomo de Canarias. Este investigador hizo su tesis doctoral en el IAC, dirigida por los doctores del centro Javier Trujillo y Basilio Ruiz, por la que también obtuvo el primer premio de la Sociedad Española de Astronomía (SEA) en el año 2000.

Premio a "CANARIAS INNOVA" en la Convocatoria Premios de Periodismo "Salud y Sociedad"

El programa de radio de promoción y divulgación científica "CANARIAS INNOVA", realizado por el IAC en colaboración con Radio Nacional de España en Canarias (Radio 1), ha recibido un Premio en la Convocatoria Premios de Periodismo "Salud y Sociedad" II Edición, convocada por la Fundación Canarias de Salud y Sanidad del Cabildo Insular de Tenerife. El programa de radio del 29 de julio, titulado "Salud, Ciencia y Sociedad", ha recibido un Accesit en la mencionada convocatoria. El programa tuvo como invitados al Dr. Amós García Rojas, epidemiólogo y Jefe de la sección de Promoción de la Salud de la Dirección General de Salud Pública, y al Dr. Emilio Sanz, profesor titular del Departamento de Farmacología y Medicina Física de la Universidad de La Laguna.

Premio “Vídeo Científico”

La Universidad de Zaragoza y la CAI (Obra Social) han otorgado el segundo premio de la X Bienal Internacional de Cine y Vídeo Científico en español, al vídeo titulado “Agujeros Negros: Magia en el Universo”, de 30 minutos de duración, realizado por la productora “Creativos Multi-media”, en colaboración con el IAC (el guión del vídeo fue elaborado por Carmen del Puerto, Alejandro Oscoz y Clemente González).

Premio de la Asociación de la Prensa de Murcia

La Asociación de la Prensa de Murcia premió a Rafael Rebolo López, investigador del IAC y Profesor de Investigación del CSIC, por su labor científica y de divulgación.

Homenaje al Dr. Paul Murdin

El pasado 20 de octubre, en los actos de homenaje al Dr. Paul Murdin, Director de Astronomía del PPARC *(Particle Physics and Astronomy Research Council),* con motivo de su jubilación, el Director del IAC, Francisco Sánchez, glosó la importante actividad del homenajeado en relación con los Observatorios canarios y le hizo entrega de una escultura alegórica, diseñada por Gotzon Cañada. El Dr. Murdin, en cuyo honor se organizó el Workshop “Science from La Palma-Past, Present and Future”, ha estado muy vinculado a los Observatorios del IAC desde sus orígenes.

In Memoriam

Fernando Cabrera Guerra, investigador post-doctoral del IAC, falleció en La Laguna (Tenerife), el 30 de julio. Natural de La Palma, su afición por la Física y Astrofísica le llevaron a cursar estudios de la licenciatura de Física, primero en el centro Asociado de la Universidad Nacional de Educación a Distancia y posteriormente en la Universidad de La Laguna, donde estudió la especialidad de Astrofísica. Por sus excelentes resultados académicos le fue concedido el Premio Extraordinario de Licenciatura.

Tras acabar la carrera fue seleccionado para realizar una tesis doctoral en el IAC como Astrofísico Residente. Su trabajo doctoral sobre “Observaciones de alta resolución en la radiogalaxia Cygnus A” demostró una gran capacidad de análisis de datos astrofísicos de diversos telescopios, en tierra y espaciales, y su interpretación.

Se encontraba en su tercer año como investigador post-doctoral, donde además de desarrollar sus proyectos de investigación realizaba tareas de soporte de software astronómico.

Fernando constituye un ejemplo a seguir para todos los que trabajan en Astrofísica y para aquellos que están empezando. En el IAC se lamenta su fallecimiento. Siempre se le tendrá en el recuerdo.

VISITANTES

El IAC y sus Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos constituyen un obligado punto de encuentro de la comunidad astronómica internacional y, por ello, anualmente reciben visitas de científicos (también de ingenieros y técnicos) procedentes de todo el mundo. Muchos de ellos vienen a observar con los telescopios instalados en los Observatorios, tras haber solicitado y conseguido el tiempo de observación que asignan los comités correspondientes. Otros vienen a colaborar con el personal del Instituto que trabaje en su mismo campo, a impartir un curso o a dar una charla. Todos los años se celebran, además, varias reuniones científicas, a las que acuden cientos de participantes, de modo que el número de visitas se incrementa notoriamente.

NOMBRE	FECHA	PROCEDENCIA
STEPHEN SMARTT	9-14/1	Univ. de Cambridge (Reino Unido)
GUILLERMO BERNABEU	10-12/1	Univ. de Alicante
FRANCISCO NAJARRO	10-18/1 25-28/9	Instituto de Estructura de la Materia
EMILIO ALFARO	11-12/1	IAA, Granada
CARLOS EIROA BENJAMIN MONTEISNOS	11-13/1	Univ. Autónoma de Madrid LAEFF, Madrid
DEAN YI CHOU	13-17/1 2-3/10	Univ. de Taiwán
JOHANNA MIKOLAJEVSKA	14-21/1	Copernicus Centre (Polonia)
MARTIN ROTH	16-18/1	Inst. de Astrofísica de París (Francia)
SILVIA TORRES	18-27/1	UNAM (México)
JOHAN KNAPEN	19-20/1	ING (La Palma)
HECTOR FLORES	21-26/1	CEA Saclay
NICOLAS LE MOIGNE	25/1-3/2	Brest (Francia)
ELSA RESILLAS	26/1-8/2 6/3-2/4	INAOE (México)
BEATRIZ SANCHEZ SANZ	29-30/1	Compañía IBERIA (Madrid)
LETICIA CARIGI	3-11/2	UNAM (México)
BERTRAND LECORT	8-23/2	Obs. de París (Francia)
ENRIQUE FERNANDEZ	14-17/2	IFAE - Univ. de Barcelona
HORST WENNINGER	14-17/2	CERN
JAVIER R. PACHECO JUAN SEQUEIROS	14-18/2	Univ. de Alcalá de Henares (Madrid)
CARLOS GONZALEZ BIEDMA	16-26/2 21-22/3 16-17/4	MEDIA Consultores (Madrid)
KARIM AGABI	17-18/2	Obs. de Niza (Francia)
SILVIA BAEZ-FISCHMAIR	17-18/2 4-12/10 21-23/10	Univ. de Viena (Austria)
RAFAEL REY	20-24/2 16-17/4	MEDIA Consultores (Madrid)
AURORA ULLAN	25-28/2 5-13/3 16-20/3 25-27/3 30/5-7/6	Univ. de Cantabria
SERENA CRISCUOLI	3-19/3	Univ. de Roma (Italia)
MARTIN LAFON	5-9/3	Obs. Midi-Pyrenees (Francia)
ANA I. GOMEZ DE CASTRO	7-8/3	Univ. Complutense de Madrid
HECTOR CASTAÑEDA	8-10/3	IA-UNAM (México)
RAFAEL GARCIA LOPEZ	12-16/3	MEDIA Consultores (Madrid)
NUNO SANTOS	14-27/3	Obs. de Ginebra (Suiza)
MARTIN CHOEN	17-25/3	Univ. de Berkeley (EEUU)
EDDIE BLACK HURST	20-27/3	Obs. Jodrell Bank (Reino Unido)
JOSEFA MASEGOSA ISABEL MARQUEZ	22-23/3	IAA (Granada)
JACQUES BECKERS	25-27/3	National Solar Obs. (EEUU)
WALTER KOPROLIN	28-29/3	Univ. de Viena (Austria)

NOMBRE	FECHA	PROCEDENCIA
FRANCIS BEIGBEDER	3-8/4 5-10/0	Obs. Midi-Pyrenees (Francia)
ALEJANDRA RECIO BLANCO	4-19/4	Obs. de Padova (Italia)
MOSAR RABAH NASSER	9-10/4	Univ. de Tromso (Noruega)
[redacted]		

NOMBRE	FECHA	PROCEDENCIA
MICHEL RAVAUT	20-27/6	INSU (Francia)
ANGEL SERRANO	21-30/6 26-30/11	Univ. Complutense de Madrid
P. NIARCHOS	26-27/6 3-4/7	Univ. de Atenas (Grecia)
CHRISTOS PAPADIMITIOU	26/6-2/7 11-12/7	Univ. de Atenas (Grecia)
NICOLAS CARDIEL	27-30/6 26-30/11	Univ. Complutense de Madrid
M. ANGELES RODRIGUEZ	28-29/6	INAOE (México)
NADEGE MEUNIER	28-29/6 10-11/7 20-21/9 28-29/9	Obs. Midi-Pyreneés (Francia)
KRISTOF PETROVAY	29/6-6/7	Univ. de Budapest (Hungría)
SEBASTIAN JIMENEZ	4-7/7	HAO, Boulder (EEUU)

[redacted]

Y ADEMAS

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:

Visita del Comisario Europeo Philippe Busquin

El Comisario para Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Comisión Europea, *Philippe Busquin*, junto con el Secretario de Estado de Política Científica y Tecnológica, *Ramón Marimon*, y el Eurodiputado y Presidente de la Comisión de Industria, Comercio Exterior, Investigación y Energía, *Carlos Westendorp*, visitaron el IAC y sus Observatorios del Teide (OT), en Tenerife, y del Roque de los Muchachos (ORM), en La Palma, el 23 y 24 de febrero.

Acompañó esta visita privada el Vicepresidente del Gobierno de Canarias, *Adán Martín*, en el OT, el Presidente del Cabildo de Tenerife, *Ricardo Melchor*, en el Instituto (La Laguna) y el Alcalde de Garafía, *Abilio Reyes* en el ORM. Por parte del IAC lo hicieron su Director, *Francisco Sánchez*, los miembros del Comité de Dirección del IAC, los administradores de los respectivos observatorios y otros miembros del IAC y del Gran Telescopio CANARIAS (GTC).

Durante la visita al ORM visitaron los telescopios NOT, TNG, WHT, Mercator y la obra civil del GTC y participaron en una observación nocturna de nebulosas planetarias. Al día siguiente visitaron el Instituto, en La Laguna. Posteriormente visitaron el OT y los telescopios Themis, OGS y Laboratorio Solar; observaron el Sol y participaron en un observación nocturna de distintos objetos astronómicos.

NOMBRE	FECHA	PROCEDENCIA
DÑA. M. JESUS MESA HERNANDEZ	16/1	Directora General del Servicio Jurídico del Gobierno de Canarias
DRA. SILVIA TORRES-PEIMBERT	22-24/1	INAOE (México)
PROF ENRIQUE FERNANDEZ DR HORST WENNINGER PROF. ANTONIO FERRER	12-16/2	IFAE Universidad de Barcelona CERN Universidad de Valencia
PROF. KEN FREEMAN PROF. BRUCE W. CARNEY DR. GUY MONET PROF. HOLLAND FORD	17-19/2	Australian National University North Carolina University European Southern Observatory Johns Hopkins University
PROF. KAARE ASKNES	14/2	Presidente del CCI
D. PHILIPPE BUSQUIN D. RAMON MARIMON D. CARLOS WESTENDORP	23-25/2	Comisario Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Comisión Europea Secretario de Estado de Política Científica y Tecnológica Eurodiputado y Presidente de la Comisión de Industria, Energía, Comercio Exterior e Investigación
PROF. OSKAR VON DER LUEHE	14/3	Kiepenheuer-Institut
D. JOSEP MARIA PELEGRI D. ORIOL PUIG DR RAMON SANMARTIN	16/3	Director General de Medio Ambiente de la Generalitat de Cataluña Subdirector General de Medio Ambiente de la Generalitat de Cataluña Universidad de Cataluña
Asistentes a la Conferencia Nacional de Decanos de Facultades de Farmacia	30/3	
Grupo de estudiantes de periodismo	3/4	Facultad de Ciencias de la Información, Universidad de La Laguna
Miembros de la Embajada y del Consulado de Bélgica	6-7/4	
DR. STAN DERMOTT DR. RAFAEL GUZMAN DR. TOM WALSH PROF. CHARLES TELESCO	17/4	Universidad de Florida

- Windows
- Integración paquete Office
- Presentaciones eficaces
- Estilo y Lenguaje Administrativo II
- Procedimiento Administrativo III
- Lo esencial en la dirección de personas
- Diseño mecánico y tolerancias. Normativa ISO y sistemas de ajustes y tolerancias dimensionales, superficiales y geométricas
- Legislación laboral para extranjeros. Aplicación práctica
- El Euro. (Dos seminarios)

ACCION SOCIAL

La Comisión Paritaria de Acción Social se reunió en 5 ocasiones.

Las ayudas válidas solicitadas por el personal del IAC fueron 266, habiéndose concedido ayudas por importe total de 36.294,93 Euros.

Se concedieron ayudas para:

- Préstamos
- Seguro de Accidentes
- Guardería/ciclo infantil
- Material escolar
- Matrimonio
- Nacimientos
- Ayuda médica-óptica
- Ayuda médica-dentista
- Ayuda médica para tratamientos específicos (calzado ortopédico, audífonos y correctores bucodentales)
- Ayuda para familiares mayores de 70 años dependientes del trabajador
- Estudios universitarios y formación profesional

CONCIERTOS ESPECIFICOS DE COLABORACION PARA LA FORMACION EN CENTROS DE TRABAJO

Se cumple el octavo año consecutivo de estos Conciertos de Colaboración. Durante el 2001 se firmaron 3 conciertos específicos para la formación en centros de trabajo, que permitieron que tres estudiantes realizarán su periodo de prácticas en el IAC. Se incorporaron:

- Taller de Mecánica: D. Hernández Gómez, del IES “Oscar Domínguez” de Tacoronte.
- Gerencia Administrativa: R. García Febles, IES “César Manrique”.
- Gabinete de Dirección: D. Piño Portela, Escuela de Arte “Fernando Estévez”.

La experiencia, al igual que el año pasado ha sido muy positiva.

RELACIONES LABORALES

Elecciones sindicales: El 21 de mayo tuvieron lugar elecciones sindicales. Los resultados fueron los siguientes:

- Colegio técnicos y administrativos (148 electores- 95 votos, 5 en blanco y 1 nulo)
UGT: 48 votos.- 3 representantes
CCOO: 41 votos.- 3 representantes

- Colegio especialistas y no cualificados (58 electores- 44 votos)
UGT: 32 votos.- 2 representantes
CCOO:12 votos.- 1 representante

La composición del Comité de Empresa con la siguiente representación: 5 representantes de UGT y 4 representantes de CCOO.

A raíz de dichas elecciones se recompusieron todos los comités laborales, pasando el Responsable de Organización y RR.HH. a formar parte del Comité de Seguridad y Salud.

En el último trimestre del año se inició la revisión de la evaluación de riesgos de todos los puestos de trabajo del Instituto de Astrofísica, en La Laguna, del OT y del ORM. Igualmente se inició la elaboración de los procedimientos operativos de emergencia. Estos documentos estarán listos en el 2002.

VARIOS

- El artículo 66 de la Ley 24/2001, de 29 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social, establece que el Instituto de Astrofísica de Canarias se regirá por sus disposiciones legales específicas, por las normas dictadas en su desarrollo y, en lo no previsto en las mismas, por la normativa legal aplicable a los organismos públicos de investigación a los que se refiere el artículo 13 de la Ley 13/1986, de 14 de abril, de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica.

Asimismo, establece que el Instituto de Astrofísica de Canarias, podrá contar, también, con funcionarios investigadores propios, con el título de doctor. Estos funcionarios pertenecerán a la Escala de

Investigadores Titulares de los Organismos Públicos de Investigación adscritos al Ministerio de Ciencia y Tecnología.

- En 2001 fue aprobado por el Comité de Dirección del IAC el "Código de Conducta Informático del IAC", que "*establece el marco de conducta que debe regir la utilización de los sistemas informáticos del IAC. Este marco debe inspirar la normativa interna del centro relacionada con la información y comunicación*". Este código consta de un preámbulo y ocho puntos.

- Durante el primer trimestre fue elaborado por la OTRI del IAC el borrador definitivo de la normativa interna sobre invenciones y demás resultados de las investigaciones realizadas por el personal del IAC para su presentación al Consejo Rector del IAC (que se celebró en el mes de julio). Este borrador de norma quedó en suspenso ante la posterior aprobación del Real Decreto 55/2002 Explotación y cesión de invenciones realizadas en los entes públicos de Investigación.

- Se procedió a la modificación de la plantilla informática (SIC) para la elaboración, seguimiento y cierre de los Planes de Actuación del IAC, recogiendo las sugerencias que los usuarios hicieron a lo largo de 2000 y 2001 (diferenciación de las columnas por colores, suma automática de las diferentes partidas, mejora en la introducción de los datos con corrección automática de la posición ante la inclusión de nuevos datos, ayuda al usuario, etc.).

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.

DIRECCION

Director

* Francisco Sánchez Martínez (UL)

Secretaría

Monica Elizabeth Murphy (CL)
M. Mónica Gutiérrez Hernández (CLT)
Robert Campbell Warden (CL)

Organización y Recursos Humanos

Responsable

Alfonso Ruigómez Momeñe (CLT)

Luis A. Manadé Borges (CL)

GABINETE DE DIRECCION

Jefe del Gabinete

Luis A. Martínez Sáez (CL)

Secretaría

Ana M. Quevedo González (CL)
Ana Fabiola Rodríguez Martín (CLT)

Asesor científico

Luis Cuesta Crespo (CLT)

Jefa de Ediciones

Carmen del Puerto Varela (CL)

Soporte

Anna Mercè Gutiérrez Domènech (V)
Concepción Anguita Fontecha (CLT)
M. Begoña López Betancor (CLT)
Natalia Ruiz Zelmanovitch (CLT)

Profesor visitante

Lucio Crivellari (V)

Sabáticos

Nelson L. Falcón Veloz (V)
Elsa Recillas Pishmish (V)

Proyecto DIMM

Albar García de Gurtubay (CLT)
Antonia M. Varela Pérez (CLT)

Colaboradores

Xavier Calbet Alvarez (V)
Emilio Casuso Romate (V)
Romano Corradi (V)
Hans Deeg (V)
Antonio Eff-Darwich Peña (V)
Begoña García Lorenzo (V)
Ricardo Génova Galván (V)
Inés Márquez Rodríguez (V)
Isabel Martín Mateos (V)
José Manuel Rodríguez Ramos (V)
Almudena Zurita Muñoz (V)

Observadores

Luis Miguel Chinarro Fuentes (CL)
Angel Gómez Roldán (CL)
Santiago López González-Coviella (CL)
Antonio Pimienta de la Rosa (CL)

Operador

Julia M. de León Cruz (CLT)

Becaria

Cristina Abajas Bustillo (V)

OTRI

Jesús Burgos Martín (CLT)

Técnicos

Montserrat Gimeno Ortiz (CLT)
Jorge Quintero Nehrkorn (CLT)

Becarios

Juan José Martín Suárez (V)
Anselmo Sosa Méndez (V)

- PRODUCCION -

Jefe

Juan Calvo Tovar (CL)

MANTENIMIENTO INSTRUMENTAL

Jefe

Emilio J. Cadavid Delgado (CLT)

Técnicos

Pedro A. Ayala Esteban (CLT)
Jesús E. García Velázquez (CLT)
José Julio González Nóbrega (CL)
John Anthony Morrison Price (CL)
Vicente Saavedra González (CLT)
Manuel Luis Verde Pontejo (CLT)

DELINEACION TECNICA

Jefe

Abelardo Díaz Torres (CL)

Técnicos

Juan Carlos Díaz Pérez (CLT)
Juan José Perdigón Peña (CL)

TALLER DE ELECTRONICA

Técnicos

Roberto Barreto Rodríguez (CL)
Agustín R. Casanova Suárez (CL)
Angel L. Morales Ayllón (CL)
José Ramón Olives Mora (CL)

Almacén

J. Gerardo Rodríguez de Cándido (CL)

TALLER DE MECANICA

Jefe

Francisco Llarena García (CL)

Técnicos

Juan José Dionis Díaz (CL)
Imobach Fajardo Gutiérrez (CLT)
Carlos A. Flores García (CL)
Higinio Gabino Pérez (CL)
Jesús F. García López (CL)
Esteban González Díaz (CL)
Cristóbal Morell Delgado (CL)
Ricardo Negrín Martín (CL)

Almacén

León Pérez Jacinto del Castillo (CL)

ADMINISTRACION DE SERVICIOS GENERALES

Administrador

* Rafael Arnay de la Rosa (PO)

Secretaría del Area

Carmen García de Sola Moyano (CL)
Diana C. Paredes Martín (CL)

OFICINA TECNICA PARA LA PROTECCION DE LA CALIDAD DEL CIELO

Jefe

Francisco Javier Díaz Castro (CLT)

Técnico

J. Federico de la Paz Gómez (CLT)

GERENCIA ADMINISTRATIVA

Luisa Margarita Avila Miranda (CL)

Gestión Presupuestaria

Ruth Fernández Ribera (CLT)
Sonia Fumero de Sande (CLT)
Nieves S. García Pérez (CL)
M. José González Díaz (CLT)
Dionisio Pérez de la Rosa (CL)
Dolores F. Sánchez González (CLT)
Carmen Yolanda Zamora Expósito (CLT)

Tesorería

Lydia de Araoz Vigil (CL)
Nieves Fátima Ferraz Gutiérrez (CLT)
José M. Rodríguez Acosta (CLT)

Personal

L. Olivia Hernández Tadeo (CL)
Ana M. Lamata Martínez (CLT)
M. Belén Rodríguez González (CLT)

Contratación Administrativa

Carmen Aloys García Suárez (CLT)

Compras/Inventario

Otilia de la Rosa Yanes (CL)
A. Delia García Méndez (CLT)

Dietas/Viajes

M. del Carmen De Luca López (CL)

GERENCIA OPERACIONAL

Juan Ruiz Agüi (CL)

Mantenimiento General

Ramón Hernández Mendoza (CL)
Sergio Medina Morales (CL)

Delineación General

* Ramón Castro Carballo (CSIC)

Telefonista/Recepcionista

M. Eulalia Alsina Casals (CL)

Conductores

Cándido Alvarez García (CL)
Juan Manuel Martín Pérez (CL)

OBSERVATORIO DEL TEIDE

Administrador

Miquel Serrra Ricart (CLT)

Administración

F. Javier Cosme Morán (CL)

Mantenimiento

Ignacio del Rosario Pérez (CL)
Ramón R. Díaz Díaz (CLT)
Jesús M. Mendoza González (CLT)
Enrique Patrón Recio (CLT)
Rafael A. Ramos Medina (CLT)

OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS

Administrador

Juan Carlos Pérez Arencibia (CLT)

Administración

Ana Luisa Lozano Pérez (CLT)
Nieves Gloria Pérez Pérez (CLT)

Mantenimiento

Joaquín Arce Costa (CL)
Jorge Gmelch Ramos (CLT)

Conductor

José Adelto Hernández Sánchez (CLT)

DISTRIBUCION Y PROCEDENCIA DEL PERSONAL DEL IAC

(a 31-12-2001)

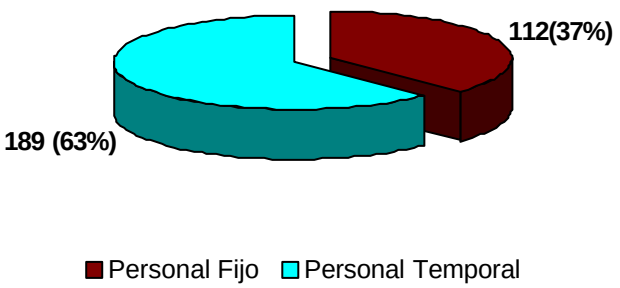
	PO	CL	CLT	UL	CSIC	AR	V	TOTAL
Astrofísicos	12	-	25	22	4	-	15	**78**
Técnicos	2	47	63	-	1	-	4	**117**
Administrativos	1	25	29	-	-	-	1	**56**
Doctorandos	-	-	-	-	-	25	23	**48**
Sabáticos	-	-	-	-	-	-	2	**2**
TOTAL	**15**	**72**	**117**	**22**	**5**	**25**	**45**	**301**

	PO	UL	CSIC	OTROS	TOTAL
PERSONAL FUNCIONARIO *	15	20	5	-	**40**
PERSONAL NO FUNCIONARIO	-	2	-	259	**261**
TOTAL	**15**	**22**	**5**	**259**	**301**

*****	= Personal Funcionario
PO	= Plantilla Orgánica del IAC
CL	= Contrato Laboral
CLT	= Contrato Laboral Temporal
UL	= Universidad de La Laguna
CSIC	= Consejo Superior de Investigaciones Científicas
AR	= Artrofísicos Residentes
V	= Varios (becas, colaboradores, etc.)

PERSONAL FIJO	112
PERSONAL TEMPORAL	189
TOTAL	**301**

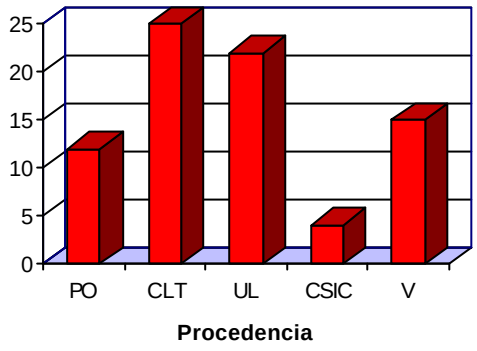
PERSONAL DEL IAC
TOTAL 301



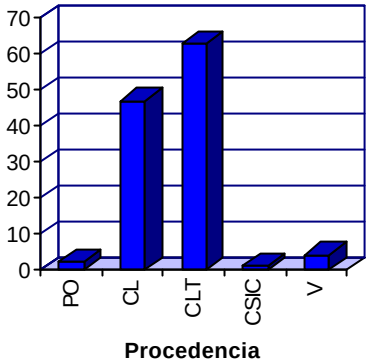
DISTRIBUCION Y PROCEDENCIA DEL PERSONAL DEL IAC

(a 31-12-2001)

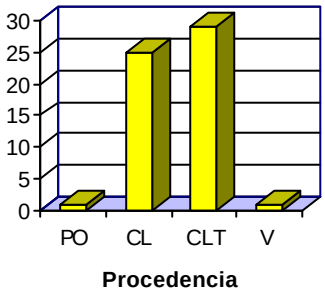
ASTROFISICOS



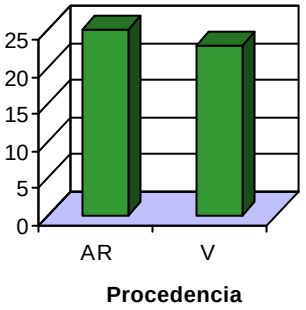
TECNICOS



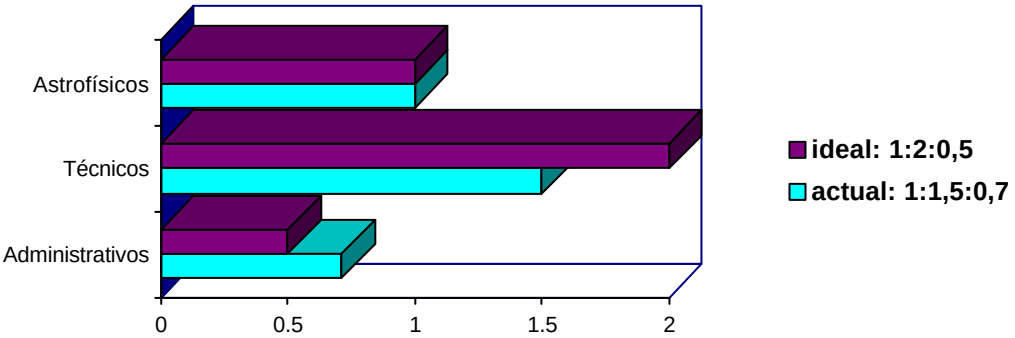
ADMINISTRATIVOS



DOCTORANDOS



RELACION
Astrofísicos: Técnicos: Admistrativos



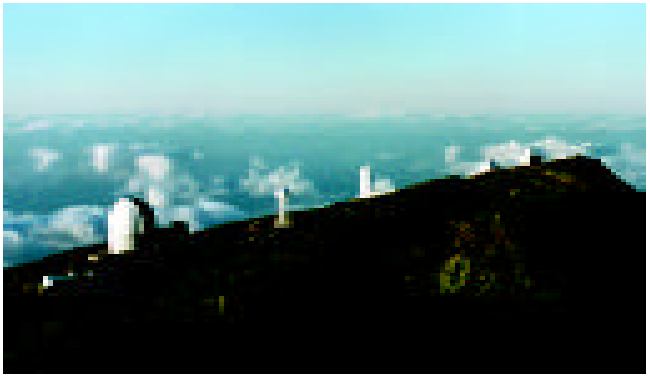
DIRECCIONES Y TELEFONOS

OBSERVATORIO DEL TEIDE (TENERIFE)

Instituto de Astrofísica de Canarias
C/ Vía Láctea s/n
E-38200 LA LAGUNA - TENERIFE
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922- 329100
Fax: (34) 922- 329117
E-mail:teide@ot.iac.es
Web:http://www.iac.es/ot

OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (LA PALMA)

Apartado de Correos 303
E-38700 S/C DE LA PALMA
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922-405500
Fax: (34) 922-405501
E-mail:adminorm@orm.iac.es
Web: http://www.iac.es/orm



INSTITUTO DE ASTROFISICA DE CANARIAS (IAC)

C/ Vía Láctea s/n
E-38200 LA LAGUNA - TENERIFE
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922-605200
Fax: (34) 922-605210
E-mail:postmaster@ll.iac.es
Web: http://www.iac.es
Sala de vídeo-conferencias

MEMORIA
2001 IAC

184

GABINETE DE DIRECCION

INSTITUTO DE ASTROFISICA DE CANARIAS

INSTITUTO DE ASTROFISICA DE CANARIAS
MAQUETACION: Ana M. Quevedo
PORTADA: Gotzon Cañada
PREIMPRESION E IMPRESION:Producciones Gráficas S.L.
DEPOSITO LEGAL: TF-1905/94