



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 pasado 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 Secretario 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”

NATALIA ZELMANN (IAC)

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. Ésta es la meta del proyecto “Gran Telescopio CANARIAS” (GTC), a cuya presentación en sociedad, desarrollada el pasado 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.

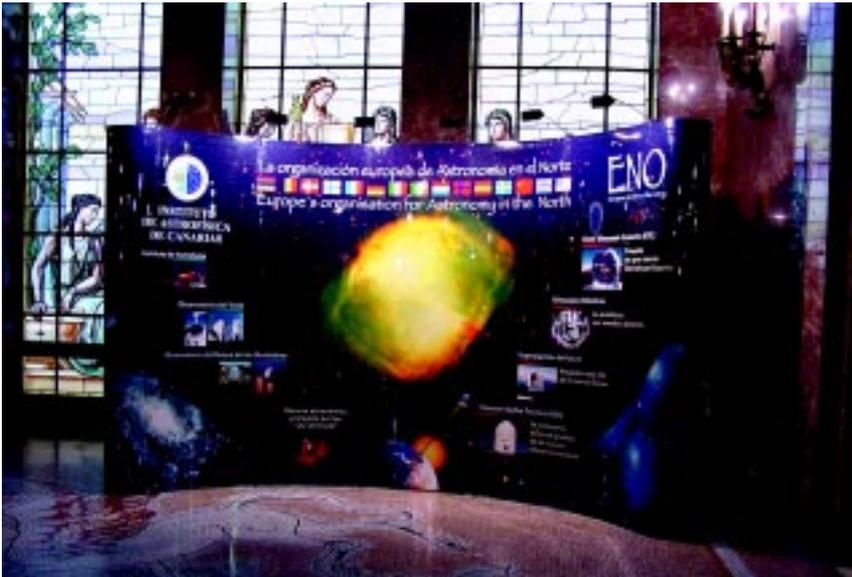
Desarrollado en el Salón de Actos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), en Madrid, y presidido por la Ministra de Ciencia y Tecnología, **Anna M. Birulés i Bertran**, el Acto de Presentación del GTC fue convocado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y el Gobierno Autónomo de 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.



A la izquierda, pancarta con la imagen del GTC situada en la puerta principal de la sede del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en Madrid. Arriba, edificio central del CSIC. A la derecha, paneles expositivos con motivo de la presentación del proyecto GTC, situados en la entrada al Salón de Actos del CSIC.



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”.

PARTICIPACIÓN 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, Óptica 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. Todas estas instituciones están ya implicadas en el diseño y la construcción de instrumentación para el telescopio. Según **Pedro Álvarez**, 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





Imágenes del Acto de Presentación del proyecto GTC en el Salón de Actos del CSIC, en Madrid. (También, en la página de la derecha).



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 Álvarez 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.



Imágenes de la rueda de prensa con motivo del Acto de Presentación del proyecto GTC en el Salón de Actos del CSIC. 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..

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.

El pasado mes de abril tenían lugar, en las sedes del IAC y de GRANTECAN, las revisiones del diseño de los instrumentos ELMER y OSIRIS y la cuarta revisión general de la evolución del proyecto del GTC (*Project Progress Review, PPR4*). Tras estos encuentros, el Comité Científico Asesor (SAC) de este telescopio se reunió para valorar las primeras impresiones como resultado de estas revisiones. A continuación se ofrece el resultado de breves entrevistas con dos de sus miembros: José Cernicharo, Profesor de Investigación del CSIC en el Instituto de Estructura de la Materia, y Luis Colina, Investigador del CSIC en el Instituto de Astrofísica de Cantabria.

P- ¿Cuál es su opinión con respecto a un instrumento de investigación como el GTC, desde un punto de vista general?

R- (Cernicharo) Es un instrumento que nos va a permitir acceder a observaciones que antes eran muy difíciles de realizar porque no disponíamos de la instrumentación adecuada. Es un proyecto que verdaderamente representa un desafío, tanto desde el punto de vista tecnológico como desde el punto de vista científico y de instrumentación. Se va llevando hacia delante en los plazos adecuados y personalmente creo que representará un gran empuje para la astronomía española.

R- (Colina) El GTC abrirá unas puertas extraordinarias a la investigación astrofísica para toda la comunidad española y nos va a poner a la altura de los demás grupos europeos y americanos de carácter mundial cuando se haga una realidad dentro de dos o tres años.



José Cernicharo

P- ¿Qué piensa de la participación por parte de Estados Unidos y de México?

R- (Cernicharo) Me parece que es muy positivo para el instrumento, demuestra una confianza de países que tiene una gran tradición científica y una gran tradición en el campo de la Astrofísica, y es verdaderamente una clara demostración de que el proyecto tiene un alto grado de confianza por parte de instituciones exteriores a España.

R- (Colina) Creo que es muy interesante el que se abra el instrumento a otros grupos internacionales que entren a formar parte como socios de este desarrollo, sobre todo en el área instrumental, que es un área en la que España todavía tiene todavía mucha falta de experiencia. Le vendrá bien la participación con otros grupos que tienen más experiencia en ello.

P- ¿Cómo valora el desarrollo del proyecto tras su última revisión?

R- (Cernicharo) Se han sacado conclusiones, evidentemente, sobre los instrumentos y sobre el estado del proyecto. Es evidente que un proyecto tan complejo puede tener momentos más o menos críticos, y es necesario que se realicen estas evaluaciones para que la comunidad esté informada, en particular para que la Oficina del Proyecto tenga un *input*, es decir, que reciba información por parte de expertos, (como en el caso de los instrumentos, cuyas revisiones han contado con expertos internacionales). En definitiva, creo que es muy positivo que se realicen este tipo de reuniones.

R- (Colina) El proyecto va encaminado. Tiene, como todos los proyectos de esta envergadura, sus problemas y dificultades pero, realmente, la gente está muy motivada, tanto en la oficina del proyecto como en los instrumentos y eso es lo que a la larga hace funcionar estas cosas: saber resolver todos los problemas y todas las dificultades que tengan a lo largo del camino.



Luis Colina

P- ¿Considera importante dar a conocer este proyecto al público en general?

R- (Cernicharo) Yo creo que es importante que la opinión pública, los ciudadanos, estén informados de que España está haciendo un proyecto de estas características, un proyecto de muy alta tecnología. Creo que es primordial que la ciencia termine siendo una parte importante de la cultura. En nuestro país, desgraciadamente, por razones históricas, la cultura ha sido siempre una cuestión de humanidades. La ciencia siempre ha sido apartada, y no solamente el GTC, sino todos los aspectos de la ciencia en España (desde el punto de vista de la física, de la biología, etc.) deberían tener un mayor impacto en la sociedad. Por tanto creo que, no solamente en el caso del GTC, sino globalmente, los científicos deberíamos ser conscientes de la importancia que representa para nosotros y para nuestro propio país el que los ciudadanos sean conscientes de que la ciencia existe, que la ciencia tiene muchas contrapartidas en todos los campos de la vida, desde el punto de vista industrial hasta la medicina. En realidad, la gente muchas veces no se da cuenta de que muchos de los instrumentos que se utilizan para curar han sido desarrollados por científicos y por ingenieros, y es una campaña que tiene que ser global, es decir, todo lo que se hace en este país debería ser mucho más conocido por los ciudadanos.

R- (Colina) Lo considero muy importante. Creo que el tema de la ciencia básica y la relación que pueda tener con el desarrollo industrial y tecnológico en un país es una cuestión que nadie pone en duda en estos momentos y, efectivamente, el que haya un desarrollo de esta envergadura que se está realizando prácticamente, única y exclusivamente por empresas e institutos españoles, es algo que tiene que conocer el público para darse cuenta de que nuestro país es capaz de llevar a cabo esto y que es absolutamente importante como motor tecnológico de la sociedad.

MÉXICO FIRMA CON ESPAÑA LOS ACUERDOS QUE FORMALIZAN SU PARTICIPACIÓN EN EL GRAN TELESCOPIO CANARIAS (GTC)

El acto tuvo lugar en la sede del IAC, en La Laguna (Tenerife)

El pasado 31 de julio se firmaban, en la sede central del IAC, 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 Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), financiados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT).

La financiación del GTC se reparte entre el Gobierno Central y el Gobierno de Canarias en un 50% por parte de cada administración. En virtud de los acuerdos firmados con GRANTECAN, las instituciones mexicanas implicadas aportan un 5% del presupuesto del telescopio y de otras actuaciones e inversiones preparatorias previas a su explotación, equivalente a 5,4 millones de euros. Como contrapartida, obtendrán un 5% del tiempo de observación y contribuirán, también con un 5%, a los gastos de operación del GTC, incluyendo, además, intercambio de tiempo de observación entre el GTC y el Gran Telescopio Milimétrico (GTM), de 50 metros, que el INAOE y la Universidad de Massachusetts construyen en la actualidad.

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, además de colaboración en futuros proyectos instrumentales.

Según palabras de **José Silviano Guichard**, Director General del INAOE, “es un honor firmar estos convenios por parte de la institución que represento para trabajar juntos y tener acceso a la alta tecnología que nos dan los grandes telescopios, como son el GTC y el GTM, y así poder desentrañar los misterios del universo”.

René Raúl Drucker Colin, Coordinador de la Investigación Científica de la UNAM, afirmó que “para

la UNAM, realmente es un placer firmar este convenio a través del cual podemos internacionalizar nuestras actividades científicas y tener impacto a nivel internacional. Sin duda, el fruto de este convenio será de beneficio para el trabajo de todos los que participan en investigación”.

Por otro lado es fundamental que “el proyecto más importante desarrollado por España se abra a la colaboración con México implicando a estas instituciones emblemáticas del país”, según afirmó el Secretario de Estado de Ciencia y Tecnología español, **Ramon Marimon**.

Finalmente, el Presidente del Gobierno de Canarias, **Román Rodríguez**, señaló que la Astrofísica es el área donde más aportan al conocimiento los españoles, destacando el papel del IAC en este desarrollo. Asimismo subrayó que “es muy importante la incorporación de México, país hermano, a este proyecto”, paso que sin duda abrirá el camino a nuevas incorporaciones.

Por su parte, los acuerdos con la Universidad de Florida (que implican la aportación a su vez del 5%, ampliable hasta un 10%) serán firmados en breve, una vez finalizados los trámites internos en dicha universidad. Con estos acuerdos, el GTC formaliza su apertura a la participación de otros países.

Tras la firma de los acuerdos con México se constituyó el “Comité de Seguimiento de Utilización del GTC”, un órgano creado con la finalidad de supervisar y regular el uso del GTC. Este comité está formado por miembros nombrados por cada parte y, tras la futura firma con la Universidad de Florida, ésta también formará parte del comité.



ASISTENTES A LA FIRMA DE LOS ACUERDOS:

FIRMANTES DEL ACUERDO DE PARTICIPACIÓN EN EL GTC ENTRE GRANTECAN E INAOE/ IA-UNAM POR PARTE DE GRANTECAN:

Ramon Marimon

Secretario de Estado de Política Científica y Tecnológica y Presidente de GRANTECAN

POR PARTE DE IA-UNAM e INAOE:

René Raúl Drucker Colín,

Coordinador de la Investigación Científica de la UNAM

José Silviano Guichard,

Director General del INAOE

FIRMANTES DEL PROTOCOLO DE COOPERACIÓN ASTROFÍSICA ENTRE IAC E INAOE/ IA-UNAM POR PARTE DEL IAC:

Román Rodríguez

Presidente del Gobierno de Canarias (en representación de la Ministra de Ciencia y Tecnología) y miembro del Consejo Rector del IAC.

POR PARTE DE IA-UNAM e INAOE:

René Raúl Drucker Colín,

Coordinador de la Investigación Científica de la UNAM

José Silviano Guichard,

Director General del INAOE.



Además, asistieron a la firma miembros del **Consejo Rector del IAC** y del **Consejo de Administración de GRANTECAN**, el Director Adjunto del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT), **Alfonso Serrano**, el Director Científico del GTM y miembro del INAOE, **Luis Carrasco**, y la directora del IA-UNAM, **Silvia Torres**.

Más información:

Página web de "GRANTECAN, S.A.":

<http://www.gtc.iac.es>

Página web del IAC sobre el GTC:

<http://www.iac.es/gabinete/grante/gtc.html>

Instituciones:

CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México:

<http://www.conacyt.mx/>

IA-UNAM, Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México: <http://www.astroscu.unam.mx>

INAOE, Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica de México: <http://www.inaoep.mx>

Gran Telescopio Milimétrico (GTM):

<http://www.lmtgtm.org>

Universidad de Florida:

<http://www.ufl.edu>



Las imágenes recogen distintos momentos del acto de la firma de los acuerdos con México el pasado 31 de julio en La Laguna.

UN MECANO LLAMADO "GTC"

COMIENZAN A LLEGAR PIEZAS DE LA CÚPULA DEL GRAN TELESCOPIO CANARIAS DESDE VITORIA

El traslado de los contenedores con las diferentes piezas del "Gran Telescopio CANARIAS" (GTC), procedentes de Vitoria, se está llevando a cabo en barco desde Bilbao hasta la isla de La Palma. Desde el puerto palmero son transportadas en enormes camiones hasta el Observatorio del Roque de los Muchachos, donde finalmente será instalado este telescopio de más de 10 metros de diámetro.

Desde el pasado mes de marzo están llegando a las instalaciones del GTC diversos contenedores con piezas de la cúpula. Las primeras remesas incluían, entre otros elementos, los 12 segmentos, de 30 grados cada uno, que componen la viga carril sobre la que girará la cúpula. También traían consigo herramientas para el montaje de la cúpula y tornillería: se van a acoplar un total de 59.000 piezas: 16.000 tornillos (más de 4.000 kg) y 43.000 tuercas (casi 1.500 kg) y arandelas (unos 450 kg). En total, seis toneladas sólo de tornillería.

En julio llegaron once nuevos contenedores con los paralelos y meridianos (el "esqueleto" de la cúpula), además de piezas como anillos base, mecanismos, vigas, cubiertas, carretones (las ruedas), motores y sensores, todos ellos elementos que se irán acoplado paulatinamente. Ya se han instalado las vigas carrileras y los raíles, las piezas sobre las que girará esta enorme estructura que, en conjunto, tendrá 41 m de altura.

En los próximos meses, está previsto que suban al Observatorio un total de 50 contenedores sólo con las piezas de la cúpula. En total, se calcula que serán alrededor de 200 los contenedores que hagan el mismo trayecto hasta el final de las obras de construcción.

EL SIGUIENTE PASO: LAS "RUEDAS"

El siguiente paso será el montaje de los "carretones", unas cajas rectangulares de unas 200 piezas, con dos ruedas de aleación con capacidad autolubrificante más cuatro ruedas de guiado de menor tamaño, que en conjunto superan, cada uno, la tonelada de peso.

De los veinte carretones, 12 son motorizados, entre ellos todos los carretones dobles (5), que se colocarán en puntos estratégicos con el fin de repartir el peso que soportará la viga. Tres de ellos incorporarán un codificador que hará que el sistema informático proporcione en todo momento datos sobre la posición exacta de la cúpula con respecto al resto de la estructura.

En agosto ha comenzado el traslado de estos 11 contenedores a través de las 498 curvas que tienen los 37 km de recorrido hasta el Observatorio. Está previsto que el montaje de la cúpula, tras recibir el resto de las piezas, comience a lo largo del mes de octubre. Será entonces cuando seamos testigos de cómo va tomando forma la "carcasa" del telescopio.



Imágenes de la llegada al Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma, de los contenedores con piezas de la cúpula del GTC.

DATOS TÉCNICOS

La cúpula estructural tiene forma de casquete esférico de 34 m de diámetro, con una base de 32 m de diámetro y una altura máxima de casi 26 m, equivalente a un edificio de 7 alturas. El conjunto, que tiene un peso de unas 500 toneladas, se apoya en un raíl en su base, de forma que es posible rotar toda la estructura alrededor de su eje de simetría vertical. Se compone de un entramado de meridianos y paralelos en celosía que soporta una chapa esférica de cerramiento exterior así como la estructura soporte del aislamiento térmico interior.

La cúpula tiene dos compuertas de observación móviles, de 13 m de vano, que una vez abiertas permiten al telescopio observar el firmamento. Dichas compuertas se desplazan sobre los raíles de dos vigas de arco circulares que forman parte de la estructura portante de la cúpula.

Adicionalmente, la cúpula dispone de 16 grandes ventanas de ventilación, cada una de ellas de aproximadamente 4 x 4 m, 1.500 kg y forma trapezoidal, cuya finalidad es controlar una adecuada ventilación natural dentro de la cámara del telescopio, clave para el control de temperaturas que precisa

un telescopio de estas dimensiones. Finalmente, existe un último componente móvil, una pantalla antiviento metálica, desplegable a modo de persiana, para proteger al telescopio del posible viento o luces exteriores que pudieran perturbar la observación.

EMPRESAS ESPAÑOLAS

La cúpula ha sido fabricada al 100 % por empresas españolas. Su construcción se ha llevado a cabo en Vitoria por parte de la empresa alavesa "Construcciones Metálicas URSSA", que forma parte de la Unión Temporal de Empresas (UTE) "GMU", responsable de la ejecución del diseño, fabricación, montaje y pruebas de la cúpula del GTC. Además, componen esta UTE las sociedades "GHESA Ingeniería y Tecnología, S.A.", empresa de Madrid que pertenece al grupo de Empresarios Agrupados y que es responsable de la ingeniería y del suministro de componentes no estructurales, y "MONCOBRA CANARIAS INSTALACIONES, S.A." (MONCAINSA), empresa de instalaciones industriales con sede en Las Palmas de Gran Canaria y perteneciente al grupo nacional COBRA, que asume el montaje definitivo en Canarias.



Vista general (marzo 2001) de la cúpula del GTC montada para pruebas en la factoría de URSSA, en Vitoria (España). El proceso de montaje y el funcionamiento de la cúpula ha sido probado en factoría para optimizar su montaje final en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en la isla de La Palma.

El pasado mes de mayo, el equipo formado por el catedrático de física aplicada, Leopoldo Acosta Sánchez, el profesor titular y doctor en ingeniería informática Alberto Hamilton Castro y la profesora asociada Marta Sigut Saavedra, recibía el premio "Agustín de Bethencourt 1999" de Investigación, otorgado por CajaCanarias, por el trabajo realizado en el diseño de las estrategias de control de los espejos primarios del GTC. En el siguiente artículo detallan en qué ha consistido su trabajo.



EL SISTEMA DE CONTROL PARA EL ESPEJO PRIMARIO DEL GTC, PREMIO "AGUSTÍN DE BETHENCOURT 1999" DE INVESTIGACIÓN DE CAJACANARIAS

EL SISTEMA HA SIDO DISEÑADO POR UN GRUPO DE INVESTIGADORES DE LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

En el año 1997, el Grupo de Computadoras y Control del Departamento de Física Fundamental y Experimental, Electrónica y Sistemas de la Universidad de La Laguna tuvimos la oportunidad y el placer de colaborar en el proyecto GTC. Nuestra participación directa, que duró algo más de un año, consistió en el estudio de un sistema de control para el espejo primario del Gran Telescopio CANARIAS (GTC). Este es un aspecto que, aunque muy concreto dentro de un proyecto tan ambicioso y que comprende tantos campos diferentes, es de vital importancia de cara al óptimo funcionamiento del telescopio. Los diez metros de diámetro de su espejo primario, que lo convierten, junto con el Keck en Hawai, en el mayor telescopio del mundo, han hecho necesaria su segmentación en 36 piezas hexagonales. Hay que tener en cuenta que el espejo estará sometido a vibraciones producidas, por ejemplo, por la acción del viento sobre el mismo que, en general, afectarán de forma diferente a los distintos segmentos y, por tanto, tenderán a deformar la superficie del espejo. Además, prescindiendo de estas perturbaciones externas, la propia dinámica del espejo hará que se induzcan vibraciones en el sistema, degradándose igualmente las prestaciones del mismo. Por todo ello, se hace imprescindible algún tipo de política de control que garantice que, en todo momento, los segmentos del primario se comporten como si se tratara de un espejo monolítico, formando una superficie paraboloidal.

La colaboración en el proyecto GTC fue sólo el comienzo de unos años de intenso trabajo de investigación, un trabajo que aún continúa y que ha tenido como fruto, aparte de la publicación en diversos congresos internacionales de reconocido

prestigio, como el *American Control Conference* de los años 2000 y 2001 o el *IEEE International Conference on Control Applications* de 2001, la concesión del premio "Agustín de Bethencourt 1999" de Investigación otorgado por CajaCanarias.

En este tiempo hemos abordado problemas de muy diversa índole que, de una forma más o menos directa, se relacionan con nuestro objetivo final de diseñar un controlador para el espejo primario del Gran Telescopio CANARIAS que cumpla unas especificaciones de calidad estrictas. En primer lugar, llevamos a cabo un análisis de las características dinámicas del espejo tanto en el dominio temporal como en el de las frecuencias, lo que nos permitió, entre otras cosas, estudiar los principales modos de vibración de los distintos elementos que componen el primario del GTC. A continuación diseñamos un primer controlador para eliminar las oscilaciones naturales del sistema. Se trataba de un controlador por asignación de polos diseñado en base a una política de control local-global, es decir, dos acciones de control distintas aplicadas a diferente nivel, cuya viabilidad pudimos estudiar en base a las frecuencias de actuación exigidas para cada una de ellas. En un siguiente nivel, realizamos un análisis de las perturbaciones que afectan al sistema y de las incertidumbres presentes en algunos de los parámetros físicos que lo caracterizan, con el objeto de incorporar ambos efectos en el propio proceso de diseño del controlador. Así, estudiamos las prestaciones ofrecidas por un controlador robusto, una estrategia que incluye tanto las perturbaciones como las incertidumbres en la planta de una forma natural.

El espejo primario del GTC es un sistema multivariable de gran escala y con sus múltiples entradas y salidas interconectadas. Esto hace que el diseño de un controlador robusto y, en general, de cualquier estrategia de control para el espejo sea una tarea muy laboriosa y que entraña un gran número de dificultades. Éstas se refieren no sólo a la complejidad de la síntesis de un controlador con un número elevado de entradas y salidas, sino incluso a limitaciones desde el punto de vista computacional. Por ello, uno de los logros más importantes de nuestra investigación es, sin duda, el diseño de un método para el desacoplo de la dinámica del primario del GTC. Gracias al procedimiento desarrollado, que consiste básicamente en un cambio de la base de vectores propios del sistema, es posible convertir el sistema original en un conjunto de subsistemas más pequeños e independientes los unos de los otros. De hecho, uno de estos subsistemas tiene tantas entradas y salidas como modos (en general N modos) se consideran para la caracterización dinámica de la estructura que soporta al espejo primario, mientras que el resto son sistemas SISO, es decir, con una única entrada y una única salida. Desde el punto de vista del control, el desacoplo juega un papel fundamental en tanto reduce el problema del diseño de un controlador para un sistema multivariable de gran escala al diseño de un controlador cuya dimensionalidad variará en función de N y un conjunto de controladores SISO. De esta manera, se abre una puerta al estudio y la aplicación de un gran número de técnicas de control que hubiera sido prácticamente imposible utilizar con la planta original. Concretamente, ya hemos dise-

ñado un controlador por compensación para los sistemas SISO resultantes del desacoplo, lográndose rechazo a ruido justo en la frecuencia de resonancia de los segmentos del primario. En este momento estamos trabajando en la optimización del método de desacoplo del espejo y en el diseño de distintos controladores para el sistema desacoplado.

Actualmente, son varios los grupos de investigación que, en diferentes partes del mundo, trabajan, como nosotros, en el estudio y diseño de políticas para el control activo de grandes telescopios segmentados y, en general, de grandes estructuras flexibles. Además, con los planes de futuro actuales, parece claro que esta línea de trabajo se consolidará e incluso cobrará un mayor auge en los próximos años. En este sentido, cabe destacar sobre todo, el 'Giant Segmented-Mirror Telescope' (GSMT), un gran telescopio con un espejo primario de 30 metros de diámetro que se espera que esté construido antes de que finalice la próxima década. Otro gran telescopio, éste con un espejo primario de 50 metros de diámetro, se planea construir en la isla de la Palma. Al igual que ocurre con el del Gran Telescopio CANARIAS, ambos espejos deberán ser segmentados debido a su gran tamaño y, por tanto, precisarán también de un sistema de control activo de la posición de dichos segmentos.

MARTA SIGUT SAAVEDRA

Profesora asociada del Departamento de Física Fundamental y Experimental de la Universidad de La Laguna.

STARTEC, una colaboración de grandes telescopios



Desde el punto de vista científico, las grandes instalaciones telescópicas tienen un papel muy importante en el avance del conocimiento, y ésta es su principal misión. Sin embargo, debido a que poseen, junto con la Astronomía en sí, un gran potencial para atraer el interés de la sociedad, representan estandartes de la creatividad humana y son vistos como iconos de la ciencia y la tecnología.

Por ello, deben ser utilizados como herramientas para canalizar el conocimiento científico y elevar la cultura de la sociedad. Con esta finalidad nació STARTEC (STate-of-the-ART Telescope Educational Collaboration, Colaboración Educativa de Telescopios de Última Generación) de la primera reunión de los representantes de las actividades educativas de los grandes centros astronómicos mundiales, que tuvo lugar en la sede del Observatorio Astronómico de Sudáfrica en Ciudad del Cabo entre los días 16 y 19 de febrero, con el objetivo de buscar un modelo de colaboración educativa. A esta primera reunión asistieron miembros representantes del Observatorio de Arecibo, en Puerto Rico, del Observatorio de McDonald, en Texas, del Observatorio Nacional de Radioastronomía de EEUU, del Proyecto GEMINI, del Observatorio de Jodrell Bank, en Reino Unido, del Observatorio Astronómico de Sudáfrica, de la NASA, de ESO y del IAC. Luis Cuesta, representando al IAC, en su presentación titulada "The door is open. Educational programs of the Gran Telescopio CANARIAS", explicó las propuestas del centro en este sentido y defendió los intereses del GTC en esta colaboración.

STARTEC tiene un gran camino por recorrer y pretende involucrar a todos los sectores de la sociedad en esta empresa de transmitir el conocimiento. Las actividades más inmediatas son la presentación de la iniciativa en los principales foros de astronomía internacional y la propuesta de incorporación de nuevos miembros como los telescopios KECK o SUBARU.

REUNIÓN DEL CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN DE GRANTECAN

El pasado 16 de febrero, el Consejo de Administración de GRANTECAN, la sociedad pública creada para la construcción del «Gran Telescopio CANARIAS» (GTC), presidido por *Ramon Marimon Suñol*, Secretario de Estado de Política Científica y Tecnológica, mantuvo una reunión a través de videoconferencia desde la sede de la Presidencia de Gobierno de Canarias, en Tenerife, y desde el Ministerio de Ciencia y Tecnología, en Madrid.

En esta reunión se revisó el estado de desarrollo del proyecto del GTC, que sigue cumpliendo estrictamente los planes previstos y el presupuesto estimado. También se abordó el estado de negociación de los correspondientes acuerdos internacionales, y en concreto los aspectos formales del acuerdo con México.

En las instalaciones de la empresa URSSA¹, en Vitoria, ya se han realizado las pruebas en factoría de la cúpula del telescopio y, una vez superadas, las piezas fueron desmontadas para el inicio de su traslado a partir del mes de marzo al Observatorio del Roque de los Muchachos, en la isla de La Palma. También se está montando en fábrica, en las instalaciones de la empresa SCHWARTZ-HAUTMONT², en Tarragona, la estructura metálica del telescopio, cuyas pruebas se realizarán durante los meses de septiembre y octubre, estando previsto su traslado al Observatorio en el mes de noviembre. En cuanto a la obra civil, a cargo de la empresa ACS³, iniciada en octubre de 1999 e interrumpida durante los pasados meses de invierno por razones meteorológicas, prosigue su ejecución en el Observatorio. En función de estos plazos, se estima que a finales del año 2002 se habrá instalado el telescopio en su cúpula y que, a principios del año 2003, el GTC tendrá su primera luz, a la que seguirá su explotación científica un año después.

¹ La **UTE GMU**, que diseña y construye la Cúpula del GTC, está formada por las empresas **GHESA** (Madrid), **URSSA** (Vitoria) y **MONCAINSA** (Las Palmas de Gran Canaria). **GHESA** es una empresa de ingeniería de Madrid que pertenece al grupo de Empresarios Agrupados. **URSSA** es una empresa de construcción metálica de Vitoria. **MONCAINSA** es una empresa de instalaciones industriales con sede en Las Palmas de Gran Canaria y que pertenece al grupo nacional **COBRA**.

² La **UTE SG**, que diseña y construye la estructura metálica del telescopio y sus mecanismos de movimiento, está formada por las empresas **GHESA** (Madrid) y **SCHWARTZ-HAUTMONT** (Tarragona). **SCHWARTZ-HAUTMONT** es una empresa de construcción metálica de Tarragona. Construyó la estructura metálica del Keck I, de las cúpulas de los telescopios del proyecto Magellan y de múltiples antenas parabólicas de seguimiento de satélites.

³ La empresa **ACS** (Madrid) realiza la construcción de la Obra Civil y tiene delegación en la Isla de La Palma.



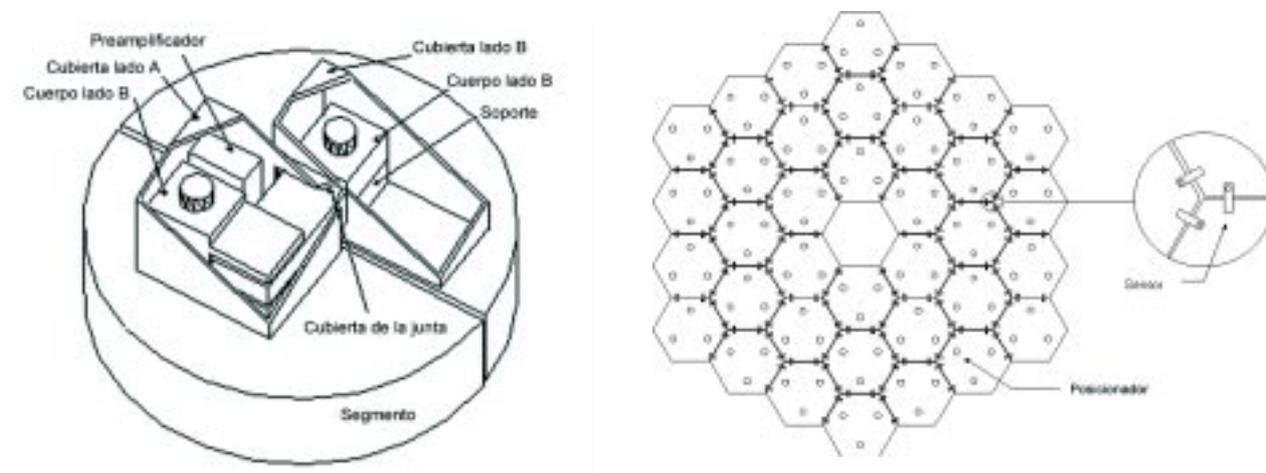
Vista general (julio 2001) de la estructura mecánica del telescopio que se está fabricando y montando en la factoría de Shwartz-Hautmont, en Tarragona (España). El funcionamiento de esta estructura será probado entre los meses de septiembre y octubre de este año 2001. La experiencia del montaje en factoría simplificará el montaje final en el Observatorio.

FIRMADO EL CONTRATO PARA EL DISEÑO, FABRICACIÓN Y SUMINISTRO DE LOS SENSORES DE BORDE DE LOS SEGMENTOS DEL ESPEJO PRIMARIO DEL GTC

El pasado 9 de abril, en el Salón de Actos del Edificio de Usos Múltiples II, en Santa Cruz de Tenerife, la empresa pública “Gran Telescopio de Canarias, S.A.” (GRANTECAN), firmó con la Unión Temporal de Empresas IDS-UTE (formada por las empresas “Imasde Canarias, S.A.” y “SERVIPORT Canarias, S.A.”) el contrato en virtud del cual esta UTE diseñará, fabricará y suministrará los sensores de borde de los segmentos del espejo primario del GTC, así como la electrónica asociada. Con esta firma se incrementa la importante implicación de empresas españolas en el proyecto de diseño y construcción del GTC. Es de destacar que IDS-UTE, que participó en un concurso público para acceder a este contrato compitiendo con otras entidades de carácter internacional, está integrada por empresas de capital canario radicadas en el archipiélago.

Los sensores de borde que fabricará IDS-UTE son elementos de gran precisión –del orden del nanometro (millonésima de milímetro)- y su misión es determinar la posición relativa entre cada uno de los 36 segmentos del espejo primario y captar los movimientos o desplazamientos no deseados. Esa información es proporcionada al sistema de control, que a través de unos actuadores es capaz de inducir movimientos muy precisos a cada espejo y lograr que los 36 segmentos compongan la figura integrada del espejo primario del telescopio. La precisión de los 172 sensores de borde que se fabricarán es tal, que será posible medir incluso las deformaciones que la fuerza de la gravedad produce sobre cada espejo para que el sistema de control pueda compensarla posteriormente.

La ejecución del contrato se extiende hasta julio del año 2003 y tiene un montante aproximado de 200 millones de pesetas. A la firma, que tuvo lugar en la Sala de Juntas del Edificio de Usos Múltiples II, en Santa Cruz de Tenerife, asistieron el Vicepresidente de GRANTECAN y Consejero de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno Autónomo de Canarias, José Miguel Ruano León, el Secretario de GRANTECAN y Director del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) Francisco Sánchez Martínez, el Director General de GRANTECAN, Pedro Álvarez, y el Gerente de la Unión Temporal de Empresas IDS-UTE, Antonio Lecuona Ribot.



Esquema de los sensores (a la izquierda) y del espejo primario (a la derecha).

El GTC, día a día



Vista aérea (julio 2001) de la construcción del edificio que contendrá en su interior el telescopio GTC, protegido con su cúpula. Puede apreciarse el anillo exterior de hormigón y el carril sobre el cual se desplazará la cúpula, la estructura metálica soporte del piso de la cámara del telescopio y el pilar de hormigón sobre el que descansará la estructura del telescopio.

*"GRAN TELESCOPIO DE CANARIAS, S.A." (GRANTECAN) C/ Vía Láctea s/n (Instituto de Astrofísica de Canarias).
38200-La Laguna (Tenerife). ESPAÑA. Tel: 922 31 50 31. Fax: 922 31 50 32
Direcciones en Internet: <http://www.gtc.iac.es> y <http://www.iac.es/gabinete/grante/gtc.html>
Edita: Gabinete de Dirección del IAC.*