



# **GRAN TELESCOPIO CANARIAS**

---

## **(GTC)**

## **Nace el "GTCdigital"**

**El Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) presentó en octubre el proyecto "GTCdigital", una iniciativa que nace con la intención de proporcionar información viva y actualizada sobre el progreso y novedades del Gran Telescopio CANARIAS (GTC), difundiendo ciencia y dirigiéndose a todos los públicos.**



*Ejemplo de página del "GTCdigital".*

# LA PRIMERA LUZ DEL “GTCdigital”

Ha salido a la luz el proyecto “GTCdigital”, un boletín divulgativo que pretende mantener informado al público sobre todo aquello relacionado con el GTC, proyecto de gran ciencia liderado por España, en el que participan también Estados Unidos y México. Cuando comience su funcionamiento, en el año 2004, este telescopio, que se está instalando en el Observatorio del Roque de Los Muchachos del IAC, en la isla canaria de La Palma, será uno de los telescopios más grandes y avanzados del mundo.

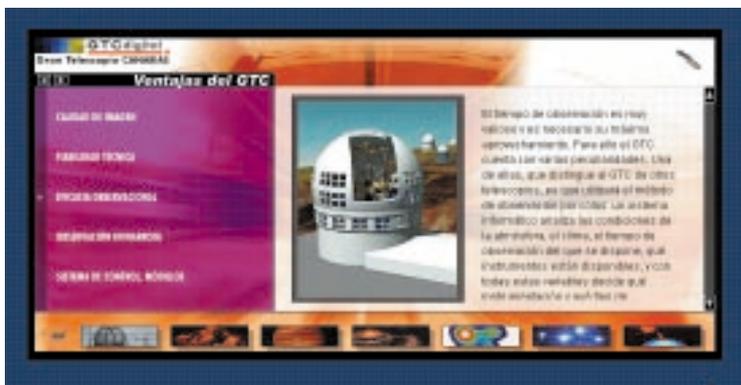
La fórmula elegida para la puesta en marcha de este boletín digital es ofrecer a aquellas personas, medios e instituciones que pueden estar interesados, un boletín periódico al que pueden suscribirse dándose de alta en la dirección de correo [altas@gtcdigital.net](mailto:altas@gtcdigital.net) poniendo en el asunto “alta” o, si lo prefieren, entrando en la página web para descubrir sus contenidos: [www.gtcdigital.net](http://www.gtcdigital.net).

En el primer boletín, el Director del IAC, **Francisco Sánchez**, invita personalmente a todos los interesados a descubrir los misterios del GTC a través de “GTCdigital” y sus contenidos: disponibles en el hexágono del menú, encontrarán secciones como: “**SI TIENES PRISA...**”, diez preguntas breves donde se pretende dar una visión rápida para quienes no deseen entrar de lleno en el boletín; “**ÉRASE UNA VEZ**”, donde se da una visión histórica del proyecto desde sus inicios; “**¿CÓMO FUNCIONA?**”, que explica cómo funciona cada parte de este telescopio; “**INSTRUMENTOS**”, donde se habla de los instrumentos elegidos para el GTC; “**VENTAJAS DEL GTC**”, punto que explica cuáles son las ventajas con las que contará este telescopio de 10,4 metros de diámetro de espejo primario; “**LA OFICINA DEL PROYECTO**”, nos habla de las personas que trabajan en GRANTECAN, la empresa pública que gestiona la construcción del telescopio; “**ÓPTICA**”, importante sección que habla de las ópticas activa y adaptativa; por

último “**CIENCIA CON EL GTC**”, explica qué buscaremos en el Universo cuando empiece a funcionar el telescopio.

En la burbujita de planetas que giran en el margen inferior, a la derecha, encontrarán las “**NOTICIAS**”, donde podrán ver las últimas informaciones generadas por el telescopio; el movimiento y la imagen adquieren gran relevancia a la hora de comprender algunos aspectos del GTC. Secciones como “**¿QUIERES VERLO?**” ofrecen la posibilidad de acceder a las demostraciones 3D que irán incorporándose progresivamente, visitar la obra a través de la cámara web, o ver las fotografías y los vídeos del GTC; por último, tendrán la posibilidad de conectar con la página del propio proyecto profesional a través de “**GTC PARA EXPERTOS**”.

También disponen de un glosario, “**EL PREGUNTÓN**”, simplificado o ampliado, según las dudas que surjan, así como de “**ENLACES**” directos a otras páginas de interés. En “**PARTICIPAN**” conocerán a los socios y participantes en este proyecto, y si desean ponerse en contacto con nosotros, pueden hacerlo en la sección “**ACERCA DE GTC**” y contactarnos a través de nuestra dirección de correo electrónico ([info@gtcdigital.net](mailto:info@gtcdigital.net)), exponiéndonos sus dudas y comentarios.



Esto es, en definitiva, “GTCdigital”: la forma más sencilla de conocer y comprender cuál es la función de un telescopio como el Gran Telescopio CANARIAS, cuáles son las posibilidades que se abren gracias a este nuevo instrumento y qué misterios desentrañará el primer proyecto de Gran Ciencia liderado por España.

Página web del GTCdigital:  
[www.gtcdigital.net](http://www.gtcdigital.net)

**GTCdigital**  
Gran Telescopio CANARIAS

**Erase una vez**

- LA RESPUESTA A UNA PREGUNTA
- EL SINAR GUINCHO
- EL FOCAL DEL GTC
- "SINAR" Gran Telescopio de UNIBAL S.A.



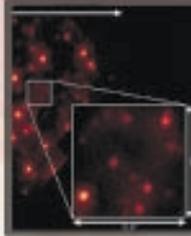
El Gran Telescopio CANARIAS (GTC), que tendrá una superficie equivalente a un espejo circular de 10,4 metros de diámetro, será, en el año 2004, cuando se ponga en funcionamiento, uno de los telescopios más avanzados y con mejores prestaciones para la investigación astronómica.

La idea surgió en 1987, en el Instituto de Astrofísica de Canarias IAC, tras la inauguración del telescopio anglo-alemán "William Herschel" de 4,2 m.

**GTCdigital**  
Gran Telescopio CANARIAS

**Óptica**

- ÓPTICA ACTIVA
- ÓPTICA ADAPTIVA



Eliminar las perturbaciones producidas por la atmósfera equivale esencialmente a observar desde el espacio. De ahí la importancia de la óptica adaptativa.

Se trata de una técnica innovadora que facilitará enormemente el trabajo de los científicos. Será, como dice José Miguel Rodríguez Espinosa, Director Científico del proyecto, la diferencia que hay entre "mirar un objeto situado en el fondo de una cisterna con agua" e ver una estrella.

**GTCdigital**  
Gran Telescopio CANARIAS

**Ventajas del GTC**

- GRANDE DE ABRIGO
- FUERZAS TÓRICA
- ENERGÍA ORIENTACIONAL
- OBSERVACIÓN INFINITAMENTE
- SISTEMA DE CONTROL, MÓDULOS



Cuanto mayor es el espejo primaria del telescopio, mayor es su poder captador de luz. De hecho, el GTC supera en 3,4 el diámetro de los telescopios construidos hasta ahora. Pero esto no es la más destacada del Gran Telescopio CANARIAS.

Su importancia radica en el conjunto de aspectos que, unidos, hacen que el GTC sea un proyecto muy singularizado. Unidos lo hace uno de los más ambiciosos en el momento de

**GTCdigital**  
Gran Telescopio CANARIAS

**Instrumentos**

- TURBO
- OSIRIS
- CANAR-LAS
- EMIR



**EMIR**

EMIR (Espectrógrafo Multifibrado Infrarrojo) es un espectrógrafo subcompacto de gran campo que instalará en el telescopio. Será el primer instrumento de segunda generación, un instrumento clave para el estudio de la historia de la formación de estrellas en el Universo.

EMIR cubrirá el rango del infrarrojo cercano con lo que se podrán estudiar

# SIN PERDER LOS REFLEJOS

NATALIA R. ZELMAN (IAC)

**Los 36 espejos del Gran Telescopio CANARIAS no son especiales sólo por componer un espejo primario de más de diez metros de diámetro, ni por formar parte del telescopio que será el más grande del mundo.**

Entre todas las pequeñas y grandes piezas como chips, sensores, motores y cojinetes que forman el GTC, estos espejos hexagonales de 1,90 metros entre vértices, 8 centímetros de grosor y 470 kilos de peso cada uno, son vitrocerámicas que necesitan de un cuidado muy especial: hay que “quitarles el polvo” y “darles brillo” periódicamente.

En esta operación, y para conservar su reflectancia al máximo rendimiento, los espejos secundario y terciario y los 36 espejos que van instalados en la compleja celda del primario, en la parte inferior de la estructura, deben limpiarse con productos especiales (aguas destiladas, alcoholes, espumas...) con el fin de retirar el polvo que pueda acumularse sobre ellos. Además, deberán turnarse para ser “bañados” en aluminio, al menos, una vez al año.

Si se tratara de un espejo primario monolítico, de una sola pieza, el proceso de aluminizado tardaría entre dos y tres días y sería mucho más delicado por el riesgo en el transporte, aunque éste sea de una distancia corta. De hecho, el límite en tamaño para la construcción de un espejo monolítico es de ocho metros, de ahí la necesidad de hacer más práctico todo el proceso, tanto de transporte como de operación.

Con los espejos segmentados del GTC se reduce todo este riesgo y no se pierde tiempo de observación. Las piezas individuales se transportan con más facilidad y las operaciones son menos complejas.

Entre estos procesos está la “ducha” de aluminio. El procedimiento es sencillo: hay 6 espejos de repuesto

que permanecen a la espera de su turno para “capturar” la luz de las estrellas. Cuando llega el esperado momento, el espejo retirado pasa a la Planta de Recubrimientos, una cámara especialmente diseñada para el GTC y construida por la empresa alemana VTD (Vakuumtechnik Dresden GMBH), donde vivirá una alucinante experiencia.

## “Espejito, espejito mágico”

Primero, el espejo es retirado de su ubicación y colocado en un carro diseñado para que el espejo pueda girar. Será el único proceso de manipulación que sufra, ya que a partir de ahora siempre, y hasta que vuelva al primario, estará anclado a estas guías. Una vez en el carro, pasa por la sala de lavado, donde se le retira, en circuito cerrado, la capa de aluminio que ya tiene.

“Desnudo”, el espejo de zerodur (material vitrocerámico del que está construido) continúa su camino hasta la planta de recubrimientos. Ésta se asemeja a una enorme olla a presión que se destapa y en la que se introduce, enganchada a unas guías, la parte de anclaje del carro, que encajará perfectamente en el interior de la cámara.

El espejo se introduce boca abajo, por la parte superior de la planta. Una vez bien colocado, el hexágono sufre los

efectos del vacío, ya que la cámara extrae al máximo el aire contenido en su interior: Este proceso sólo durará una hora y media.



Planta de Recubrimientos, en la fábrica alemana VTD.

## La "lluvia" de aluminio

Fuera de la cámara, y con anterioridad, se ha puesto a punto el "carro" del aluminio, un dispositivo móvil ubicado en la parte inferior de la cámara que se retira y en el que se prepara y coloca la cantidad de aluminio necesaria, dependiendo del espejo que se quiera aluminizar (primario, secundario, terciario).

El carro dispone de varios evaporadores que se colocan manualmente. Estos cuentan con una resistencia o filamento de tungsteno en la que se introducen las varillas de aluminio sólido: son finas como alambres y sólo se utilizará una cantidad de 1,3 gramos por cada evaporador. Colocado el aluminio, se introduce el "carro" en la planta de recubrimientos y comienza el proceso.

### ¡Al vacío!

Cuando se ha hecho el vacío, se inicia una nueva limpieza, esta vez por bombardeo de iones: una especie de chorro invisible que elimina las impurezas. El espejo girará 20 vueltas por minuto durante todo el proceso. En los siguientes cinco minutos, el interior de

la cámara adquirirá el color del gas con el que se esté ionizando; en el caso del argón, una nube de color azul inundará la cámara; si es oxígeno, la cámara adquirirá un color rosado.

Una vez limpios los espejos, las resistencias de los evaporadores reciben una descarga eléctrica, de bajo voltaje pero gran intensidad (10 voltios a 1.000 amperios), que desencadena lo que se denomina la "descarga de plasma": el aluminio sólido tardará aproximadamente un minuto en pasar a estado gaseoso.



Carro en el que se coloca el aluminio de la Planta de Recubrimientos.

A una velocidad de 1 km/s, el vapor de aluminio se va depositando sobre todas las superficies del interior de la cámara, entre ellas, por supuesto, la del espejo, que sigue girando hasta que todo termina.

Y así es como, una vez condensada la fina capa de aluminio, de tan sólo una micra de grosor, el espejo recupera el aspecto de sus primeros días de trabajo.

Mientras, su sustituto se ha encargado de que no se note su ausencia, y el telescopio sigue mirando a las estrellas como si no pasara nada, sin perder los reflejos.



Página web de VTD:  
<http://www.vtd.de/vtd-uk.htm>

FOTOS:  
GRANTECAN.

Equipo responsable de la Planta de Recubrimientos de GRANTECAN y VTD.

# INFRAROJO A LA VISTA

## LOS GRANDES DESCUBRIMIENTOS DEL COSMOS SE HARÁN, SIN DUDA, EN EL INFRARROJO. Y EL GRAN TELESCOPIO CANARIAS SE ESTÁ PREPARANDO PARA ELLO: "EMIR", UNO DE SUS INSTRUMENTOS, SUPERA EL RETO TECNOLÓGICO.

NATALIA R. ZELMAN (IAC)

El rango de luz que pueden ver nuestros ojos es tan estrecho, que se nos escapan muchos detalles. De ahí que sea necesario ver más allá para saber qué hay detrás de los misterios del Universo. A lo largo de la historia, aquellos fenómenos que no podemos ver han sido el motor del desarrollo: las ondas de radio, los rayos X, los infrarrojos... Todo es una parte de la luz: ésa que no vemos.

Mirar y no ver: la preocupación de los científicos que intuían que allí arriba, en las estrellas, en el cielo que nuestros ojos sólo ven negro, había objetos que podían informarnos, molécula a molécula, del lugar y el momento de donde venimos, de aquel estallido que creó, en un galimatías de combinaciones químicas, lo que hoy conocemos como vida.

Ocurrió hace miles de millones de años: la conocida teoría del Big Bang habla de una tremenda explosión que duró mucho menos que décimas de segundo, de una expansión de gases, fuego y materia que creó todo lo que hoy alcanzan a ver nuestros ojos y nuestros instrumentos. Pero, ¿qué más hay ahí arriba? Y lo más interesante: ¿podemos verlo?

### El poder de lo invisible

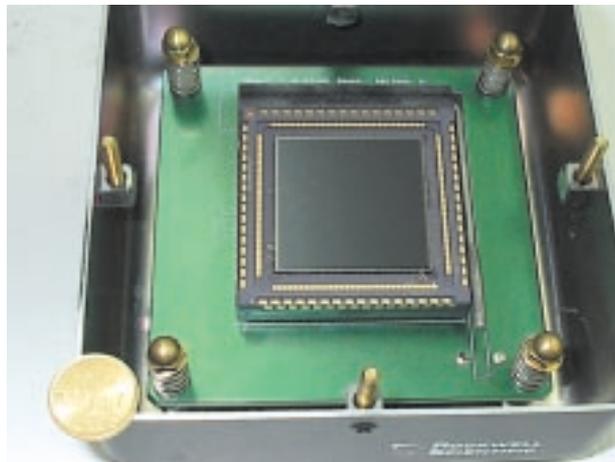
Existen otras formas de "luz" que no podemos ver a simple vista, pero que podemos detectar y estudiar con la instrumentación adecuada. Hasta hace dos siglos

desconocíamos por completo la existencia de otra luz que no fuera la que pueden ver nuestros ojos. Pero al descubrir que, más allá de lo que vemos, hay una radiación electromagnética compuesta por fotones que actúan en diferentes longitudes de onda, todas las leyes de la física se vieron revolucionadas.

Se descubrieron las ondas de radio, utilizadas en comunicaciones; las microondas, utilizadas en sistemas de radar y en nuestra vida doméstica; la luz ultravioleta, que activa la melanina en la piel; los rayos X, utilizados en medicina; los rayos gamma, ondas de energía que, al igual que los rayos X y los ultravioleta, pueden

dañar los tejidos humanos; y el infrarrojo, que aparece como calor.

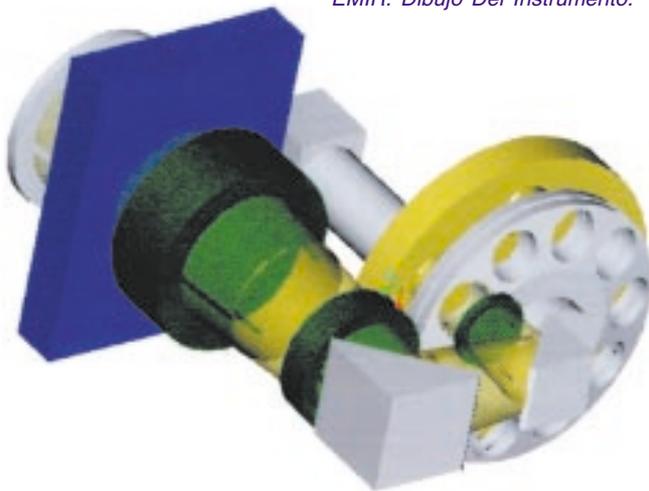
Los rayos infrarrojos se utilizan comúnmente en nuestra vida cotidiana: encendemos el televisor y cambiamos de canal con nuestro mando a distancia; en el supermercado, nuestros productos se identifican con la lectura de los códigos de barras; vemos y



Detector de EMIR.

escuchamos los discos compactos... todo, gracias a los infrarrojos. Estas son sólo algunas de las aplicaciones más simples, ya que se utilizan también en sistemas de seguridad, estudios oceánicos, medicina, etc.

EMIR: Dibujo Del Instrumento.



Pero, para la Astrofísica, estudiar en el infrarrojo tiene un significado especial. Esta "luz invisible" trae consigo valiosa información de los objetos que queremos estudiar, como, por ejemplo, qué compuestos químicos los integran. Asimismo, existen objetos que emiten la mayoría de su energía en esos rangos "invisibles" y que habrían permanecido ocultos de no haber descubierto la existencia de esa "nueva luz". Esto es particularmente cierto en objetos que se encuentran a grandes distancias o escondidos tras grandes masas

Diseño Opto-mecánico de EMIR.



de polvo que bloquean su radiación visible, pero no la infrarroja.

## Infrarrojos... para qué os quiero

EMIR es el nombre de un ambicioso instrumento que se instalará en el Gran Telescopio CANARIAS (GTC) alrededor del año 2006. Su intención es llegar a "ver", en el rango del infrarrojo, objetos difíciles de detectar en el rango visible (el rango que detectan nuestros ojos). Con EMIR podremos distinguir galaxias débiles, estrellas poco masivas, objetos estelares jóvenes, enanas marrones... en general, objetos que, al no tener las reacciones termonucleares típicas de una estrella, por su debilidad o porque permanecen ocultos tras nubes de gas y polvo, sólo pueden estudiarse en el infrarrojo.

Además hemos de tener en cuenta un fenómeno interesante: el corrimiento de la luz o efecto Doppler. En el caso del rango visible, debido al alejamiento de la fuente de luz, la longitud de onda aumenta, desviándose hacia la parte roja del espectro electromagnético. Este efecto, denominado "corrimiento al rojo", hace necesario estudiar en el infrarrojo objetos que, si no estuvieran alejados, podrían observarse en el visible.

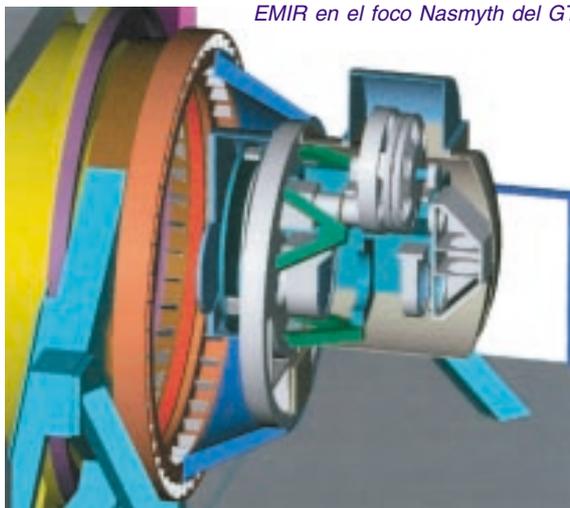
## Instrumentos para grandes telescopios

El Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) lidera el equipo que está diseñando y construyendo este instrumento de segunda generación para el GTC. Con el fin de conocer un poco más de EMIR, hemos partido de lo esencial, del ojo del instrumento: el detector.

Si en una cámara fotográfica comparamos la parte óptica que controla la cantidad entrante de luz con las partes del ojo que ejercen estas mismas funciones, la película o detector sería el equivalente a la retina: la parte que recoge la luz y la analiza. En el ojo humano, la luz atraviesa la córnea, el iris, la pupila y el cristalino y llega a la retina, que la transforma en señales nerviosas que el cerebro puede entender. Procesa la luz con células especiales llamadas bastones (que comprueban las formas y el movimiento) y conos (que perciben el color).

Un detector es algo parecido a la retina. Se trata de un dispositivo compuesto de un determinado material sensible a la luz que libera electrones al entrar en contacto con los fotones (partículas de luz) y los almacena en el denominado "pozo de electrones". Luego, nosotros lo transformamos en señales eléctricas que traducimos y analizamos.

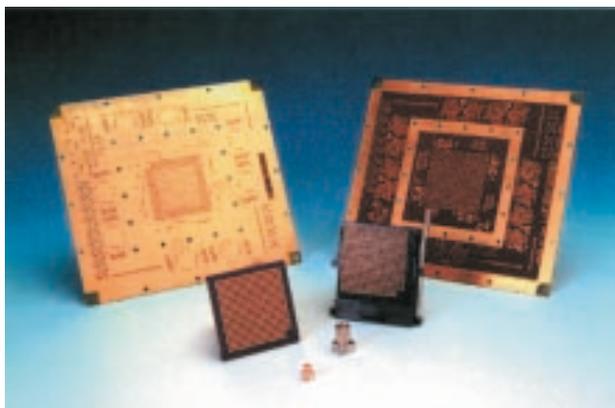
Estos dispositivos electrónicos cuentan con una estructura de células sensibles a la luz denominadas píxeles: cada píxel tiene unas dimensiones del orden de unas diez veces la milésima parte de un milímetro. En el rango visible, se utilizan mayoritariamente detectores del tipo CCD (siglas de Charge Coupled



EMIR en el foco Nasmyth del GTC.

Device, dispositivo de carga acoplada), en los que cada píxel puede traspasar los electrones que recoge al píxel contiguo, y así sucesiva y ordenadamente hasta que la carga del último píxel ya ha sido leída y cuantificada por un amplificador situado a la salida del detector (en el infrarrojo, cada píxel lleva su propio mini-amplificador que lee directamente la carga almacenada, lo que complica extra-ordinariamente la electrónica asociada al detector). Después se transforma la electricidad en datos digitales, que son enviados al ordenador. La imagen está lista para ser tratada.

### Entrando en materia...



El misterio aquí depende de los materiales utilizados para la construcción del detector: no todos los materiales actúan del mismo modo al entrar en contacto con los fotones. Por ejemplo: el material utilizado para captar la luz en el rango visible (por lo general el silicio) no nos sirve para captar la luz en el infrarrojo. Es necesario un material sensible a los fotones en esa banda, y en este caso se ha elegido una mezcla de mercurio, cadmio y telurio (HgCdTe).

Ya sabemos que en el detector se produce, por el efecto fotoeléctrico, la ruptura de un enlace en el átomo y la liberación de un electrón por cada fotón (más o menos), electrón que es “capturado” mediante una corriente eléctrica (llamada de polarización) y va a parar al “pozo de electrones”. Pero llevar a cabo este proceso no es tan sencillo...

### ¿Porqué revivimos la “era glacial” en un instrumento infrarrojo?

El verdadero reto es mantener la temperatura a un nivel tan bajo que, permitiendo que salte el electrón, evite a la vez que se introduzca el ruido (electrones no deseados). En el rango visible, esto puede solventarse enfriando, muy por debajo de los cero grados centígrados, el ambiente que rodea el detector, pero en el infrarrojo el asunto se complica.

No hay más que ver las imágenes de las cámaras infrarrojas nocturnas para darnos cuenta de la cantidad de energía que emiten los objetos. Por ello, no sólo tendrá que refrigerarse el detector de EMIR, sino que todo el instrumento estará inmerso en una “era glacial” de  $-196$  grados centígrados de temperatura. El criostato (recipiente aislado térmicamente, que permite mantener temperaturas muy bajas) envolverá por completo al instrumento: la sensibilidad exigida al detector está condicionando toda la configuración del instrumento.

El enfriamiento, en este caso concreto, constará de dos pasos: se introducirá primero el nitrógeno líquido, hasta que el instrumento alcance temperaturas del orden de los 100 Kelvin (170 grados centígrados bajo cero) y luego se enviará helio por circuito cerrado y se expandirá a través de uno o varios “puntos fríos”. Así se logrará mantener la temperatura en el instrumento.

*Placa de circuito impreso donde se conecta el detector Hawaii2 (vistas frontal y posterior antes de la integración del detector y el cableado), junto con el zocalo de conexión del detector y algunos conectores. Se trata de un circuito impreso de 10 capas. Está preparada para la lectura de 32 canales del detector. (Fabricada por el director técnico Javier Ángel, y el personal de Lab Circuits Company - Santa María de Palautordera, Barcelona)*

Los detectores de EMIR están integrados en la parte electrónica y su adaptación final al instrumento (lo que se denomina caracterización) se hará en el IAC, que ya tiene experiencia en ello al haber caracterizado los de otros instrumentos como LIRIS.

Estos detectores se llevan al límite: en vez de recuperar la información por cuatro canales (como es habitual), se hace a través de 32 canales, ocho por banda. Esto es importante porque acelerará el proceso de lectura y minimizará el tiempo que se tarda en obtener los datos. Este tipo de detector, de 2048x2048 píxeles, es único en el mundo, ya que es el mayor dentro del rango del infrarrojo cercano (rango en el que se podrán estudiar objetos de temperatura media). Trabaja entre 0,8 y 2,5 micras y, dentro de la tecnología punta aplicada a usos civiles, es lo último en detectores de luz infrarroja.

En definitiva, tenemos un instrumento que será capaz de atravesar las nubes de polvo y gas, de distinguir los objetos lejanos por su irradiación en el infrarrojo y de ofrecer nuevos datos sobre lo que nos rodea.

Y todo, partiendo de una plaquita de mercurio, cadmio y telurio de 38 x 38 milímetros.



Vista general de EMIR en el foco Nasmyth del GTC.

FOTOS: Equipo de Instrumentación de EMIR (IAC) y Oficina del Proyecto del GTC (GRANTECAN).

## DATOS DE "EMIR"

*EMIR (Espectrógrafo Multiobjeto Infrarrojo) es un espectrógrafo multiobjeto de gran campo que trabajará en el infrarrojo. Será el primer instrumento de segunda generación del GTC, un instrumento clave para el estudio de la historia de la formación de estrellas en el Universo.*

*EMIR cubrirá el rango del infrarrojo cercano, con lo que se podrán estudiar objetos de temperatura media. Permitirá obtener espectros para muchas fuentes simultáneamente, al usar el método de máscaras multirrendija, que permite seleccionar la parte del campo visible que se quiere observar.*

*EMIR es un instrumento ambicioso y, como tal, complejo. Su gran reto está en conseguir un campo de visión grande que permita observar muchos objetos simultáneamente. Esta característica lo dotará de una gran eficiencia observacional para muchos tipos de proyectos en los que se necesita observar un número elevado de galaxias o estrellas. Además, EMIR ha de enfriarse a temperaturas criogénicas (200° bajo cero) para disminuir el fondo térmico infrarrojo.*

*Los objetos típicos observados serán galaxias débiles, estrellas poco masivas, objetos estelares jóvenes, enanas marrones, regiones de HII y zonas de formación estelar, supernovas distantes, núcleos galácticos y galaxias primordiales.*

*El desarrollo de EMIR está liderado por el Instituto de Astrofísica de Canarias y, actualmente, se encuentra en fase de diseño preliminar. En el consorcio que construye EMIR también participan la Universidad Complutense de Madrid (UCM), el Laboratoire d'Astrophysique - Observatoire Midi-Pyrénées (LAOMP, Francia) y la Universidad de Durham (Reino Unido).*

Página web de EMIR: <http://www.iac.es/project/emir/emir.html>

# UN GUACAMOLE MUY SABROSO

**"GUACAMOLE" ES EL NOMBRE DADO A LA CAJA DE ADQUISICIÓN, GUIADO Y CALIBRACIÓN DEL GTC, EL SISTEMA QUE PERMITIRÁ EL SEGUIMIENTO DE LAS ESTRELLAS DURANTE LA OBSERVACIÓN.**

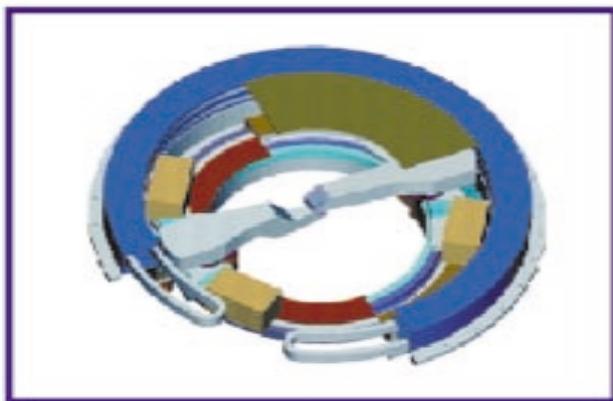
NATALIA R. ZELMAN (IAC)

**Imaginemos una gigantesca estructura metálica de 350 toneladas que debe moverse con una precisión absoluta, un sistema que ha de coordinar conjuntos de barras de acero, motores, espejos, cables, e instrumentación científica. Y que todo esto se desliza sin apenas rozamiento y con una precisión microscópica, pudiendo apuntar y seguir a un objeto en el universo situado a miles de millones de años luz...**

Estamos imaginando el Gran Telescopio CANARIAS (GTC), el que será, cuando entre en funcionamiento, el telescopio con el espejo primario más grande del mundo (10,4 m de diámetro).

Cuanto mayor sea el espejo primario, mayor será la capacidad de ver objetos lejanos, es decir, podremos ver cosas que hasta ahora no podíamos ver porque "no llegábamos". Pero al mismo tiempo, cuanto mayor es el espejo primario, mayor es la complejidad de los sistemas, componentes e instrumentos que necesitará el telescopio. Uno de estos instrumentos es la caja de Adquisición y Guiado (A&G).

**¿Para qué sirve una caja de Adquisición y Guiado?**



Diseño del sistema de adquisición y guiado. Uno de los brazos está doblado para dejar pasar el otro por encima.

Para nosotros, el cielo se mueve. Pero en realidad es la Tierra la que gira, haciendo necesario que, para observar una estrella, tengamos que "perseguirla" por todo el cielo.

Para hacerlo, los telescopios cuentan con avanzados sistemas de adquisición, guiado y calibración que permiten que el telescopio realice el seguimiento del objeto a observar: localiza una estrella cercana a la observada para utilizarla como referencia y envía información cada pocos segundos con el fin de corregir la posición del telescopio, de manera que el objeto observado esté siempre en el mismo sitio dentro del plano focal. Sin este procedimiento, las imágenes se moverían y no podrían estudiarse las características de los objetos.

El sistema de A&G del GTC se ha denominado GUACAMOLE (*GU*iding, *Ac*quisition and *CA*libration *Modu*LE) y ha sido diseñado por la Oficina del Proyecto en GRANTECAN, la empresa pública que gestiona la construcción del telescopio. Según Nicholas Devaney, responsable del diseño preliminar que se hizo de GUACAMOLE, se trata de un sistema "mucho más sofisticado" que los utilizados hasta el momento: "no sólo permite el guiado del telescopio, sino que además ofrece la posibilidad de controlar el sistema de óptica activa del telescopio y viene equipado con sensores de frente de onda, desarrollados en la oficina del proyecto".

Es decir, que si normalmente los sistemas de A&G han sido utilizados por los telescopios de cierta envergadura para localizar el objeto y seguirlo, en los telescopios de última generación proporcionan muchos otros servicios

y se han convertido en instrumentos sofisticados cuya tarea es optimizar continuamente el rendimiento del telescopio. Se han convertido en “los vigilantes” de todo el telescopio.

### ¡Todo en orden, señor!

El GTC tendrá una caja de A&G por cada foco, pero nosotros nos vamos a centrar en las cajas desarrolladas para los focos Nasmyth.

Cada caja cuenta con dos brazos y, a su vez, cada brazo tiene un pequeño espejo que se encarga de dirigir la luz de la estrella de referencia a los instrumentos de A&G.

Cada brazo puede moverse a cualquier punto del plano focal, de manera que pueden utilizar cualquier estrella en el campo como referencia.

### El brazo que todo lo ve

El brazo 1 está dotado de dos instrumentos; uno, la **Cámara de Adquisición y Guiado Lento** (*Acquisition & Slow Guide camera, ASG*) se encarga de la búsqueda de los objetos y su seguimiento y el otro, el **Sensor de Figura de los Segmentos** (*Segment Figure Sensor*) mide la forma de los segmentos del espejo primario del telescopio.

Digamos que la Cámara de A&G lento hace lo usual en un instrumento de este tipo: una vez elegida la estrella de referencia, proporciona al telescopio la información necesaria para hacer el seguimiento. Lo hará una vez cada segundo. Podemos compararlo con la mira telescópica de un rifle: la mira nos indica adónde hemos de dirigir el arma para localizar nuestro objetivo.

En cuanto al sensor de figura de los segmentos, vigila para que los 36 segmentos estén siempre en la posición correcta, informando al sistema de control de las desviaciones de cada uno de los segmentos con respecto a su posición óptima; el sistema de control se encargará de hacer las correcciones necesarias para que el espejo primario actúe en todo momento como una superficie única.

Esta operación, denominada “puesta en fase”, se realiza con un peculiar elemento: una matriz de microlentillas. Se trata de un conjunto de lentillas diminutas (con un diámetro de medio milímetro cada una) situadas sobre una matriz y colocadas exactamente igual que los segmentos del espejo primario: forman el mismo dibujo. Así se sabrá, en milésimas de milímetro, cuál es la posición correcta. El proceso de medir y corregir los errores de figura y alineamiento de los segmentos se denomina ‘óptica activa’.



La cúpula y el edificio del GTC, en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma).

### Los avances, en el brazo 2

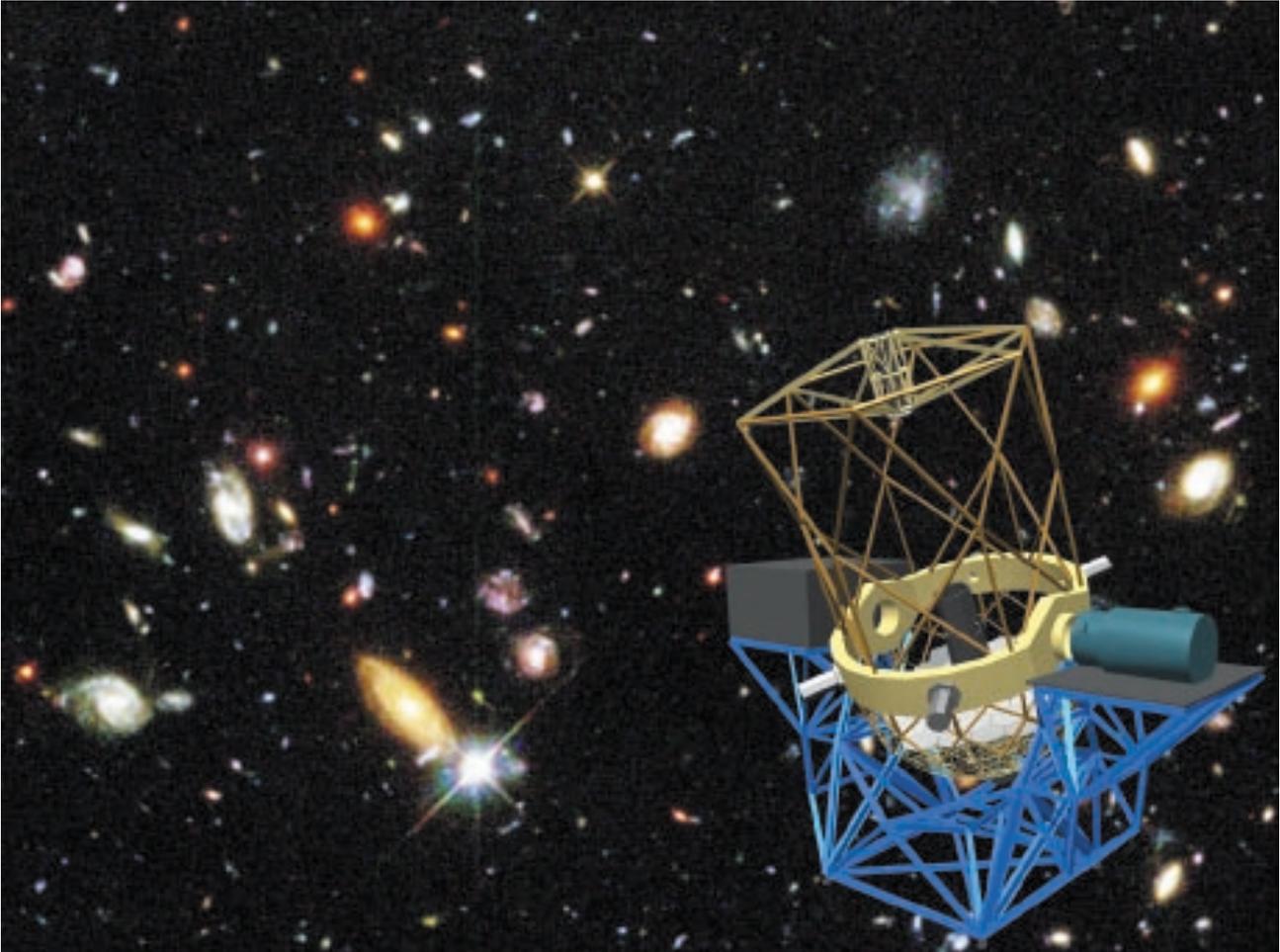
El brazo 2 tiene dos instrumentos; la **Cámara de Guiado Rápido** (*Fast Guide Camera, FGC*) que hará seguimiento a una velocidad muy alta y el **Sensor de Inclinación de Segmento** (*Segment Tilt Sensor, STS*) que medirá los errores ópticos del telescopio.

La Cámara de Guiado Rápido se diferencia de la Cámara de guiado lento, evidentemente, por su velocidad. Si ésta última envía información cada segundo, la rápida lo hará ¡200 veces por segundo! Se encargará de corregir errores producidos, principalmente, por las vibraciones que provoca el viento en el telescopio. Lo hará calibrando todas estas vibraciones y enviando la información necesaria al sistema de control para que el espejo secundario pueda compensarlas gracias a su capacidad de basculación, un método que hace oscilar rápidamente el espejo.

El último instrumento de la caja de A&G, el sensor de Inclinación de segmentos, medirá, principalmente, los posibles desenfoques del telescopio y las aberraciones causadas por falta de alineamiento entre los espejos primario y secundario. Además, gracias a la rapidez de lectura del detector, se podrá usar también para medir el estado de la turbulencia atmosférica. Este instrumento es importante a la hora de poner en marcha la técnica de “observación por colas”, un sistema que decide, dependiendo de la situación atmosférica, qué observación es la más adecuada en cada momento.

### Qué tenemos entre manos...

Hemos logrado compaginar cuatro funciones distintas con una misma finalidad: mover con pasmosa suavidad y delicadeza una enorme mole que, impulsada por el



*Simulación artística. Autor: Gabriel Pérez (SMM/IAC)*

deseo irrefrenable de contarnos qué ocurre en el Universo, perseguirá sin descanso las estrellas más alejadas, las galaxias más distantes, y los sueños,

hasta ahora, más inalcanzables del conocimiento, dándole a la ciencia un sabor distinto a los logrados hasta ahora: un sabor a GUACAMOLE.

## **DATOS DE LA CAJA DE A&G**

*El GTC tendrá sistemas de adquisición y guiado en cada foco del telescopio: los dos focos Nasmyth, el foco Cassegrain, y los focos Cassegrain doblados. De esta manera se podrá optimizar la calidad de imagen cuando se observa desde cualquiera de ellos.*

*La fabricación de los sistemas de adquisición, guiado y calibración del GTC para los focos Nasmyth está siendo desarrollado por la empresa «Advanced Mechanical and Optical Systems» (AMOS, S.A.), emplazada en Lieja (Bélgica). La firma belga cuenta con experiencia en este área y ha desarrollado trabajos similares para los cuatro telescopios del VLT (Very Large Telescope), instalados en Chile, del Observatorio Sur Europeo (ESO).*

## OPINIONES SOBRE EL GTC:

*“Los grandes diámetros son muy importantes en Astronomía. La historia de la ciencia nos muestra que, cada vez que mejoramos un orden de magnitud, (...) se descubren nuevas cosas que, simplemente, no estaban al alcance de nuestros instrumentos anteriores”.*

# Daniel Altschuler

**Director del Observatorio de Arecibo (Puerto Rico)**

Una parte importante de la energía que irradian los objetos astronómicos nos llega como ondas de radio: su estudio es lo que denominamos radioastronomía, y los instrumentos utilizados, radiotelescopios. El mayor radiotelescopio del mundo está en Arecibo (Puerto Rico), y es un reflector esférico de 305 metros de diámetro y 51 de profundidad. La superficie está formada por unos 40.000 paneles de aluminio perforados (cada uno de 1 x 2 m. aprox.). El tamaño gigantesco del reflector es el motivo por el cual el Observatorio de Arecibo es tan importante para los científicos; se trata de la antena curva más grande del planeta, lo cual significa que es el radiotelescopio más sensible y rápido del mundo. El NAIC (*National Astronomy and Ionosphere Center*, Centro Nacional de Astronomía e Ionosfera), ubicado en el Observatorio de Arecibo (OA), está operado por la Universidad de Cornell, con la colaboración de la NSF (*National Science Foundation*, Fundación Nacional para la Ciencia de los Estados Unidos). El Profesor Daniel Altschuler, catedrático titular de la Universidad de Puerto Rico y director del observatorio, es responsable del funcionamiento y la organización de este centro de investigación astronómica, estudios planetarios y ciencias atmosféricas. Recientemente ha publicado un libro de divulgación titulado “Hijos de las Estrellas”.



**¿Qué importancia tienen los grandes diámetros, como es el caso del radiotelescopio de Arecibo y del GTC, en la Astronomía?**

Los grandes diámetros son muy importantes en Astronomía. La historia de la ciencia nos muestra que, cada vez que mejoramos un orden de magnitud, la capacidad de un instrumento, se descubren nuevas cosas que simplemente no estaban al alcance de nuestros instrumentos anteriores. Es de esperar que cualquier instrumento que aumente significativamente alguna de las capacidades de observación expanda el espacio de parámetros donde podemos trabajar, permitiéndonos buscar nuevos fenómenos o estudiar más a fondo algunos que ya son conocidos.

Para la próxima generación ya se está hablando de telescopios gigantes de muchos metros, como el “Overwhelming Large Telescope”, en Chile. También en radioastronomía se está hablando de una batería de radiotelescopios de 1 km cuadrado; se llama “The Square Kilometer Array”. Es muy difícil de construir, es difícil conseguir los fondos, pero sería el próximo paso en radioastronomía. Los optimistas dicen que lo veremos en 10 o 15 años; los pesimistas no sabemos cuándo.

**¿Cómo se puede complementar un gran telescopio como el GTC, que trabajará en los rangos óptico e**

**infrarrojo, con un gran radiotelescopio como el de Arecibo?**

Por ejemplo, en el caso de galaxias de baja luminosidad. Son muy poco luminosas, difíciles de encontrar, pero siempre es interesante ver si ha habido algún proceso de formación de estrellas. Un seguimiento así se tiene que hacer con un telescopio que tenga gran sensibilidad.

Otro de los usos del Gran Telescopio CANARIAS sería darle seguimiento a lo que se vaya descubriendo en los próximos años cuando comencemos en Arecibo con rastreos del cielo. La idea es encontrar galaxias en formación, galaxias que no han formado estrellas, que serían interesantísimas para ser seguidas por un telescopio óptico.

Página del Observatorio de Arecibo:

<http://www.naic.edu/>

Página en español:

<http://www.naic.edu/about/ao/telespa.htm>

Daniel Altschuler; sus temas de investigación en:

<http://www.naic.edu/vscience/staff/stafdata/daniel.htm> (en inglés)

SARA GIL Y NATALIA R. ZELMAN (IAC)



## CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN DE "GRANTECAN"

Presidente:

**Pedro Morenés Eulate**

Secretario de Estado de Política Científica y Tecnológica.

Vicepresidente:

**José Miguel Ruano León**

Consejero de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno Autónomo de Canarias.

Secretario:

**Francisco Sánchez Martínez**

Director General del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).

Vicesecretario:

**Rafael Arnay de la Rosa**

Responsable de los Servicios Generales del IAC.

Vocales:

**Adán Martín Menis**

Vicepresidente y Consejero de Economía y Hacienda del Gobierno Autónomo de Canarias.

**Julio Bonis Álvarez**

Consejero de la Presidencia y de Innovación Tecnológica.

**Ismael Crespo Martínez**

Director de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.

## COMITÉ DE SEGUIMIENTO DE UTILIZACIÓN DEL GTC

**Pedro Morenés Eulate**

Secretario de Estado de Política Científica y Tecnológica del Ministerio de Ciencia y Tecnología y Presidente del Consejo de Administración de GRANTECAN.

**José Miguel Ruano León**

Consejero de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias y Vicepresidente del Consejo de Administración de GRANTECAN.

**Francisco Sánchez Martínez**

Director General del Instituto de Astrofísica de Canarias y Presidente del Comité.

**José Guichard**

Director General del INAOE y Vicepresidente del Comité.

**José Franco**

Director del IA-UNAM.

**Rafael Rodrigo Montero**

Director del Instituto de Astrofísica de Andalucía y Coordinador del Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica.

**Eduardo Battaner López**

Catedrático de Astrofísica de la Universidad de Granada.

**Pere Lluís Pallé Manzano**

Coordinador del Área de Investigación del Instituto de Astrofísica de Canarias.

**Carlos Martínez Roger**

Coordinador del Área de Instrumentación del Instituto de Astrofísica de Canarias.

**Rafael Rebolo López**

Profesor de Investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

**Stanley Dermott**

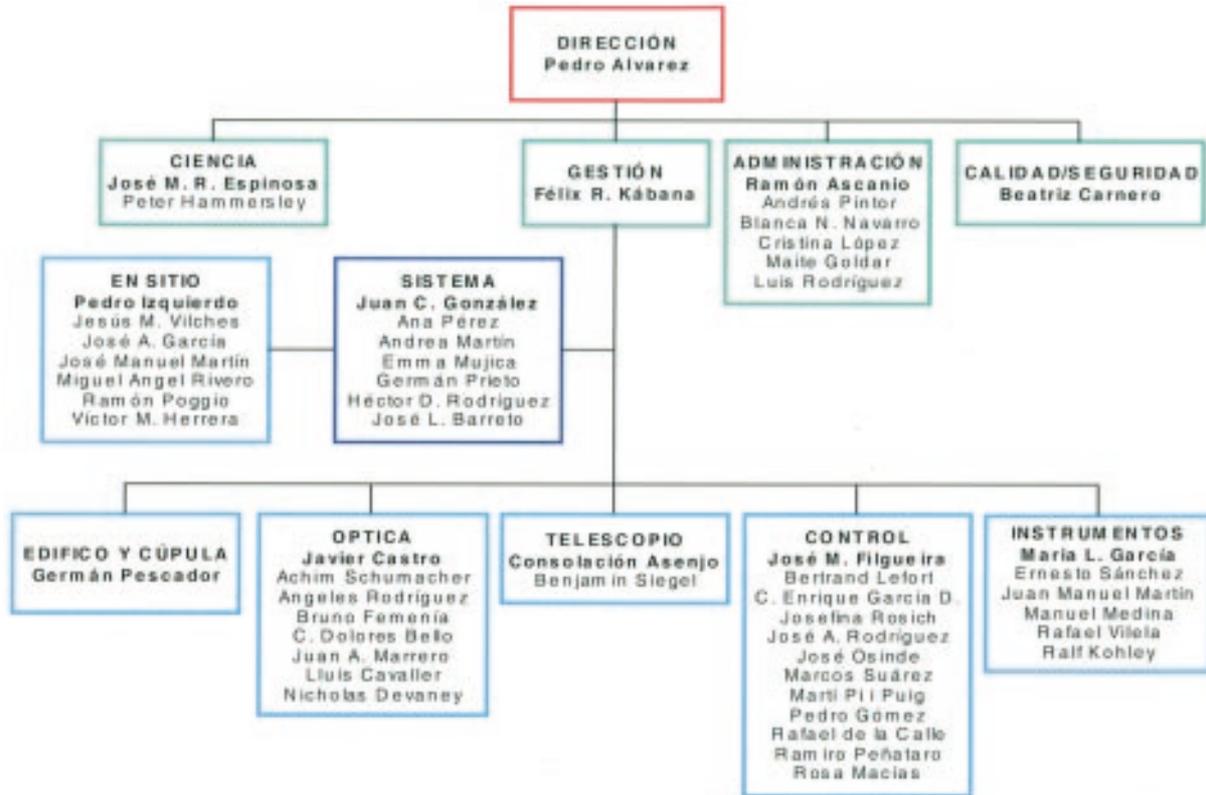
Director del Departamento de Astronomía de la Universidad de Florida.

**Rafael Guzmán**

Profesor del Departamento de Astronomía de la Universidad de Florida.



## ORGANIGRAMA DE "GRANTECAN"



## COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR DEL GTC Scientific Advisory Committee (SAC)

*Presidente:*

**José Miguel Rodríguez Espinosa**  
Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).

**Mariano Moles Villamate**  
Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA)

**John Beckman**  
Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)

**Javier Gorgas García**  
Universidad Complutense de Madrid (UCM)

**Ramón García López**  
Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)

**José Franco**  
Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM)

**Fred Hamann**  
Universidad de Florida

*Miembro honorario:*

**Jerry Nelson**  
University of California, Santa Cruz (UCSC)

*Secretario:*

**Peter Hammersley**  
Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)

# EL GTC, DÍA A DÍA



## ÚLTIMA HORA:

### **ACTUALMENTE SE ESTÁ LLEVANDO A CABO EL MONTAJE DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA DEL TELESCOPIO POR PARTE DE LA UNIÓN TEMPORAL DE EMPRESAS (UTE) "SG"**

Construida en acero de carbono, con una altura aproximada de 27 m y una anchura de 28,8 m, la estructura mecánica, construida en Tarragona, se está preparando para su traslado al Observatorio del Roque de los Muchachos, en la isla de La Palma. Con un peso de 300 toneladas de masa móvil, la estructura deberá soportar los espejos del telescopio, además de otros integrantes e instrumentos. Para ello tiene que ser lo suficientemente rígida como para mantenerse dentro de las especificaciones y poder realizar los movimientos correctores de la rotación terrestre con extrema suavidad y precisión, requisitos que la hacen tecnológicamente compleja.

El Consejo de Administración de GRANTECAN adjudicó el contrato para la construcción de esta estructura mecánica y mecanismos de movimiento del GTC a la UTE "SG", constituida por "GHESA", empresa de ingeniería de Madrid, y "Schwartz Hautmont", empresa fabricante de estructuras metálicas, ubicada en Tarragona.

---

*"GRAN TELESCOPIO DE CANARIAS, S.A." (GRANTECAN). C/ Vía Láctea s/n (Instituto de Astrofísica de Canarias).  
38200-La Laguna (Tenerife). ESPAÑA. Tel: 922 315031. Fax: 922 315032.*

*Boletín GTCdigital: [www.gtcdigital.net](http://www.gtcdigital.net). Página web de GRANTECAN: [www.gtc.iac.es](http://www.gtc.iac.es)*

*Página web del IAC sobre el «Gran Telescopio CANARIAS»: [www.iac.es/gtc](http://www.iac.es/gtc)*

*Edita: Gabinete de Dirección del IAC. Confección: Carmen del Puerto (IAC). Tratamiento de imágenes: Gotzon Cañada.*