

Filtros sintonizables:

La baza de OSIRIS

La investigación astrofísica y la tecnología afín son disciplinas tan estrechamente asociadas, que no podrían subsistir sin el avance mutuo. Actualmente, varios son los proyectos de instrumentación que se desarrollan en el IAC para apoyar, posteriormente, toda la Ciencia que quiere hacerse con ellos. Uno de estos instrumentos es OSIRIS, un sistema óptico para imagen y espectroscopía integrada de resolución baja e intermedia que formará parte de la instrumentación del Gran Telescopio CANARIAS (GTC). OSIRIS quiere ver las líneas del espectro en dos dimensiones con total definición, quiere ser tan preciso que pueda distinguir una línea del espectro sea cual sea su posición dentro del rango visible. Y podrá hacerlo sin tener que utilizar gran cantidad de filtros que compliquen su funcionamiento, porque dispondrá de filtros sintonizables. Un sistema que permitirá a OSIRIS convertirse en el ojo del cielo.

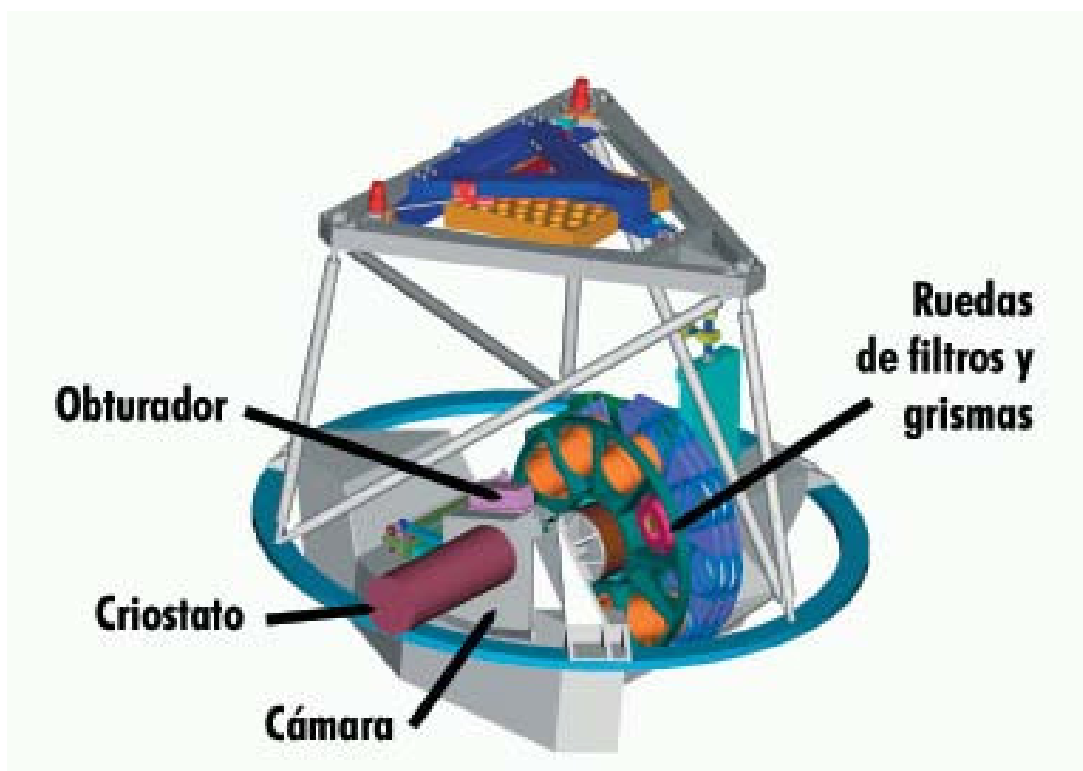


Jordi Cepa
(ULL/IAC)



Natalia R. Zelman
(IAC)





Dos perspectivas del diseño de OSIRIS. Diseño: Equipo del Proyecto.

Espectroscopía Integrada de Resolución Baja/ Intermedia (*Optical System for Imaging and low Resolution Integrated Spectroscopy*), es un instrumento de Día Uno para el Gran Telescopio CANARIAS (GTC) que ha sido diseñado y está siendo construido en el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), con la participación del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM). Trabaja en el rango visible, es decir, con la luz que es capaz de percibir el ojo humano, y podrá obtener imágenes directas del cielo y realizar espectroscopía de varios objetos a la vez.

Todo su diseño se ha visto condicionado por uno sólo de sus componentes: los filtros sintonizables, que permiten observar de manera muy precisa una línea determinada del espectro de luz, situada en cualquier posición dentro del rango visible. Esto proporciona a OSIRIS una capacidad única con respecto a otros instrumentos para telescopios de gran tamaño.

Sistema óptico

OSIRIS trabajará en los modos de rendija larga y multi-objeto, cubriendo el intervalo de longitudes de onda entre 0,365 y 1,0 micrómetros, en un campo de visión de 7 arcmin x 7 arcmin en imagen directa, y de 8 arcmin x 5,2 arcmin en espectroscopía de baja resolución mediante el uso de grismas.

Los grismas son prismas (elementos que dispersan la luz generando haces de distinta longitud de onda o color en diferentes direcciones, con muy baja resolución y muy alta transmisión) en los que en una de las caras se raya un patrón, como en una red de difracción, para conseguir una mayor separación de los colores y además dirigir el color que más interese en una cierta dirección.

OSIRIS estará disponible tanto en modo de rendija larga (8 arcmin) como en modo multi-objeto

mediante el uso de máscaras en el plano focal, es decir, la luz puede penetrar en el instrumento sin ser controlada en su entrada o «tapando» aquello que no nos interese con máscaras, que son placas en las que se corta un agujero o rendija para que sólo nos llegue la luz del objeto de estudio.

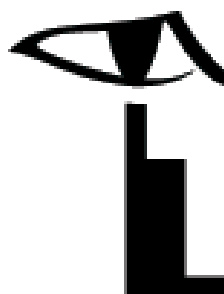
Mediante dos filtros sintonizables situados en la pupila del sistema óptico, será posible cubrir todo el intervalo de longitudes de onda, de forma equivalente a un número ilimitado de filtros interferenciales de banda estrecha e intermedia. Esto proporciona a OSIRIS ventajas como evitar el gasto de fabricar un gran número de filtros de banda estrecha, la uniformidad de la función de respuesta instrumental para todas las longitudes de onda y todos los anchos de banda y el uso del mismo camino óptico para todo el rango espectral.

Los filtros sintonizables ya han sido utilizados en telescopios de 4 m, pero constituyen una novedad en instrumentos para telescopios mayores de 4 m.

Un filtro móvil

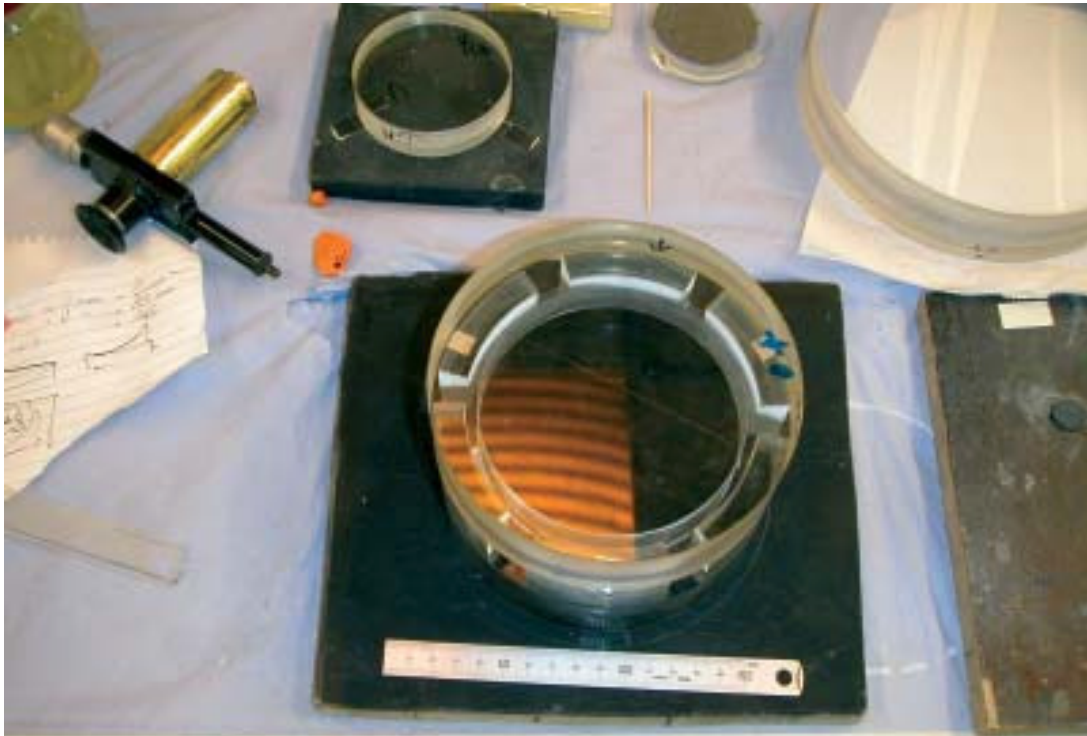
Los filtros de banda estrecha e intermedia convencionales suelen ser interferenciales, es decir, provocan la interacción de las ondas de luz que lo atraviesan. Están constituidos por lo que se denominan «cavidades fijas». Por este motivo siempre transmiten un rango constante tanto en longitud de onda como en ancho de banda.

En un instrumento como OSIRIS, para cubrir todas las longitudes de onda y anchos de banda utilizando filtros interferenciales, necesitaríamos unos cinco mil filtros. Ello implica una inversión en filtros más de treinta veces superior al coste del instrumento sin filtros. Además, dado que no sería posible que todos ellos estuvieran disponibles en el instrumento simultáneamente, sería preciso realizar frecuentes cambios de filtros.



Logotipo de OSIRIS.

«Todo su diseño se ha visto condicionado por uno solo de sus componentes: los filtros sintonizables, que permiten observar de manera muy precisa una línea determinada del espectro de luz, situada en cualquier posición dentro del rango visible.»



Óptica del filtro sintonizable azul ya pulida. Se ven los dos bloques de cuarzo fundido. En la actualidad, el filtro ya cuenta con los recubrimientos ópticos y se halla ensamblado en su envoltorio mecánico listo para aceptación y pruebas.

Sin embargo, los filtros sintonizables son de cavidad variable y, con dos de ellos, cubrimos desde el ultravioleta próximo al infrarrojo próximo (0,360 a 1,0 micrómetros) con una gran variedad de anchuras de banda posibles.

Los filtros sintonizables están constituidos por dos bloques de cuarzo fundido (sílice fundido) cuya separación puede regularse a voluntad en cuestión de milisegundos con una precisión de nanómetros, manteniendo siempre un perfecto paralelismo entre las superficies de los bloques. Las superficies están pulidas con extrema precisión (mejor que la centésima parte de la longitud de onda) y llevan varios recubrimientos de diferentes materiales destinados a producir una superficie reflectante en la cara interna y otra antirreflectante en la externa.

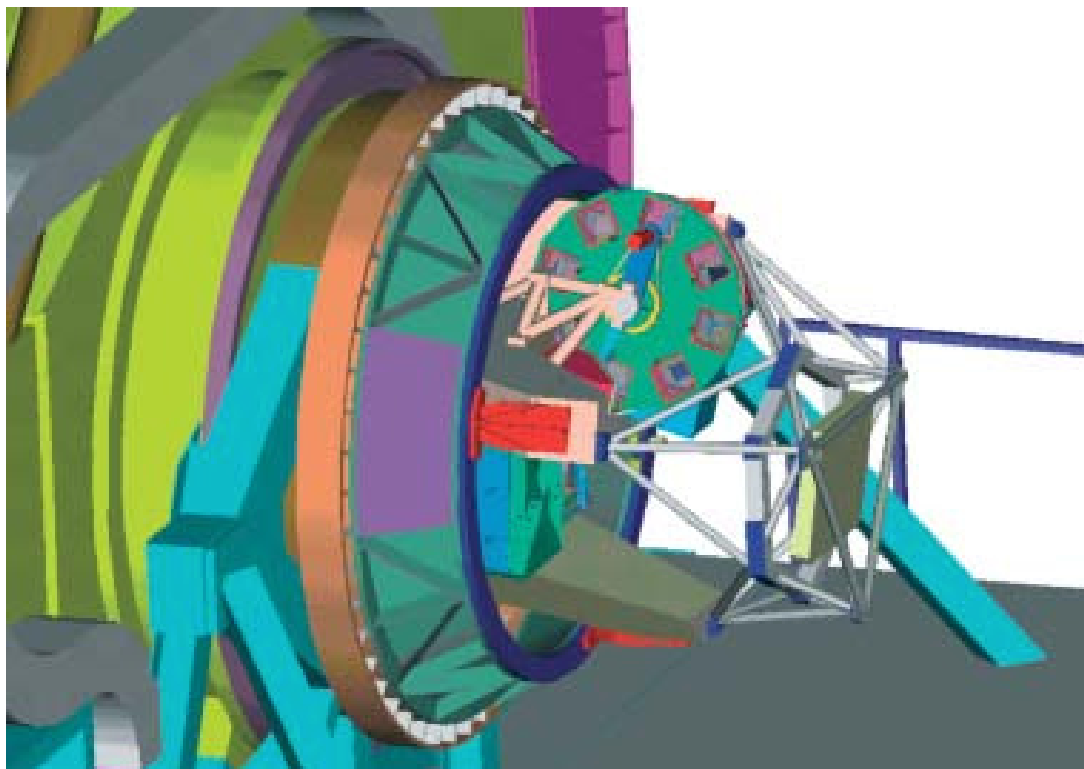
El rango de movimiento entre ambos bloques es de tan sólo 8 micrómetros, con una separación

mínima de 2 micrómetros y una máxima de 10. Todo un reto de precisión si tenemos en cuenta que una mota de polvo es mayor que un micrómetro.

El movimiento de los bloques se produce y se regula mediante tres soportes que se encuentran fuera del campo de visión, y que están constituidos por varias capas alternas de cristal y metal. La introducción de una diferencia de potencial entre las láminas de metal produce una alteración del tamaño de las piezas de cristal, lo que varía las distancias entre los bloques.

El aspecto externo de un filtro sintonizable de OSIRIS es el de un cilindro de vidrio y metal de unos 20 cm de diámetro por 10 de alto, y un peso de 12 kg, con varios enchufes para conectar distintos cables, controlar la separación de los bloques y regular su paralelismo. Estas características de tamaño, peso y cableado impi-

«Mediante dos filtros sintonizables situados en la pupila del sistema óptico, será posible cubrir todo el intervalo de longitudes de onda, de forma equivalente a un número ilimitado de filtros interferenciales de banda estrecha e intermedia.»



OSIRIS en el foco Nasmyth. Diseño: Equipo del Proyecto.

den su uso en otros instrumentos que no hayan sido específicamente diseñados con el fin de acoger estos filtros. Además, el tamaño relativamente reducido de su superficie óptica útil, limitado por la actual tecnología de fabricación, haría mucho menos eficiente su uso en otros instrumentos para telescopios de gran tamaño, de pupilas significativamente mayores que la de OSIRIS.

Dado que los filtros sintonizables son aparatos de alta tecnología y precisión, el instrumento OSIRIS se halla aislado del exterior mediante un carenado dentro del cual el aire se halla a una presión ligeramente superior a la atmosférica. De esta manera se mantienen dentro del instrumento unas condiciones estables de temperatura y humedad y se evita la entrada de polvo y suciedad así como la condensación de humedad en las superficies ópticas.

Los filtros sintonizables se están construyendo en una empresa británica, **ICOS**, especializada en la fabricación de este tipo de ele-

mentos. De los dos filtros sintonizables que utilizará OSIRIS, el azul se halla ya terminado y el rojo está en proceso de fabricación

El camino de la luz

La luz procedente del telescopio se refleja en un colimador de 60 cm, luego rebota en un espejo plano que dobla el haz y llega a las ruedas de filtros. Hay 4 ruedas, una con los filtros sintonizables y los grismas que está situada en la pupila, y otras 3 con filtros para espectroscopía, imagen en banda ancha y calibración.

La cámara consta de nueve lentes (tres dobletes y tres singletes). La última lente envía la luz al detector CCD, ubicado en un criostato. En realidad se trata de un mosaico compuesto por dos detectores (de 4.000 x 2.000 píxeles cada uno), sensibles al rojo y muy eficientes en el azul. Son un factor tres más gruesos de lo normal con el fin de corregir con más facilidad el ruido producido por la atmósfera terrestre, aumentando así la precisión.



Estructura del GTC con sus dos plataformas Nasmyth a ambos lados. En una de ellas se instalará el instrumento OSIRIS.

Programas científicos

El programa científico emblemático de OSIRIS es OTELO que, junto con COSMOS (programa científico para el instrumento de segunda generación del GTC, EMIR) realizará un cartografiado del cielo. Con OTELO se pretenden detectar unas 10.000 fuentes en emisión, recogiendo información incluso de cuando el Universo tenía un 10% de la edad actual.

OTELO será el cartografiado más profundo, detallado y numeroso realizado hasta la fecha. Proporcionará información esencial sobre la evolución de diversos tipos de galaxias, incluyendo cuásares y galaxias activas, sobre la formación estelar y la evolución química del Universo, entre otros objetivos científicos.

Más información:
<http://www.iac.es/proyect/OSIRIS/>
www.iac.es/gabinete/grante/report/3/r3.htm

Tabla sobre los REQUERIMIENTOS DE OSIRIS

Estación focal	Nasmyth en Día Uno
Intervalo de longitud de onda	Diseñado para operar también en Cassegrain 0,365 – 1,0 micrómetros
Escala en el detector	0,125 arcsec/píxel
Campo de visión	7' arcmin x 7' arcmin (Imagen Directa) R 8' arcmin x 5,2' arcmin (Espectroscopia)
Modo de Imagen	
Banda ancha	ugriz
Banda estrecha	Filtros sintonizables, con anchos de banda desde 3 a 54 Å
Modo de Espectroscopia	
Resolución espectral	500, 1.000 y 2.500
Rendija larga	8 arcmin
Número de Máscaras	13