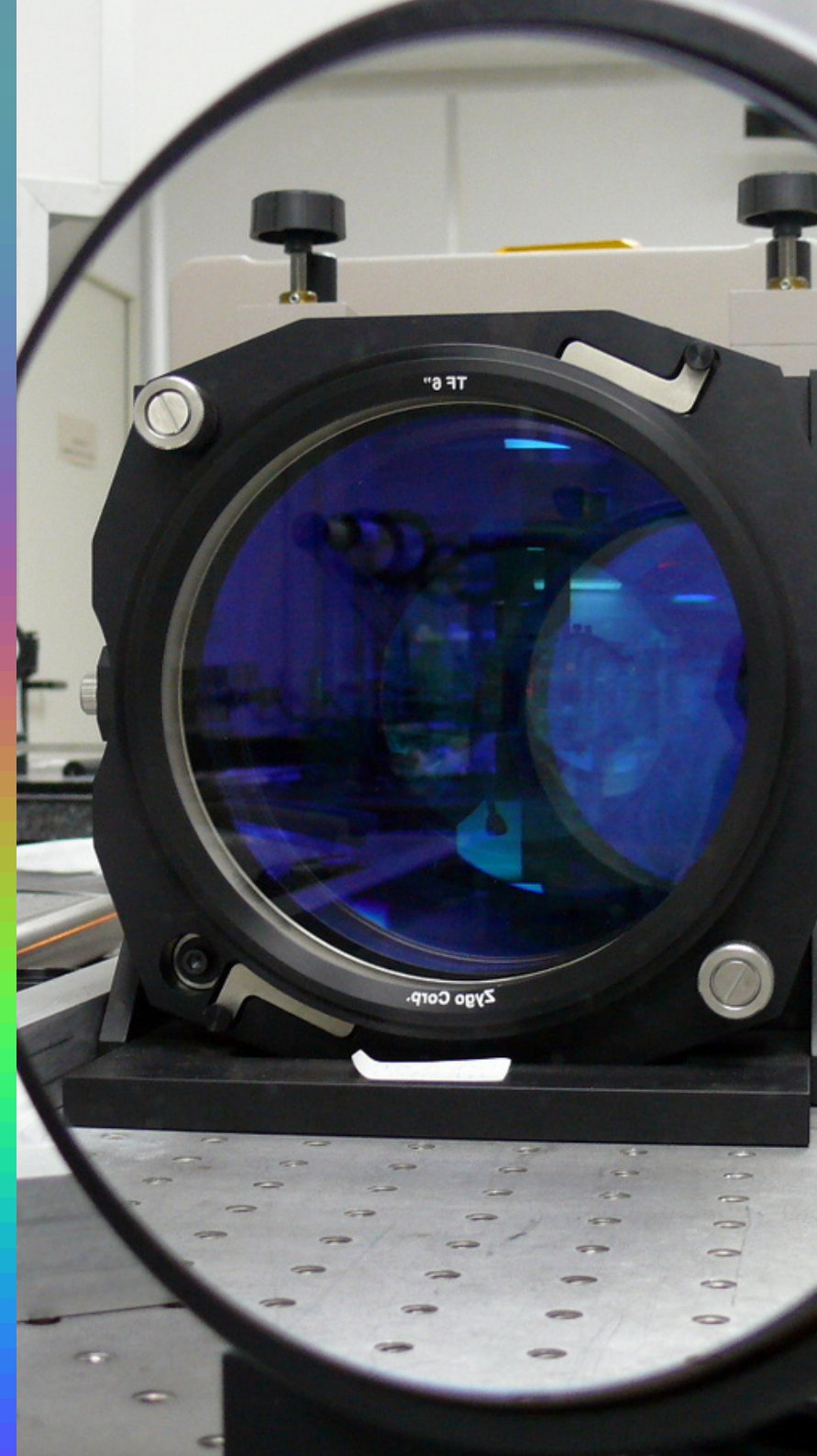


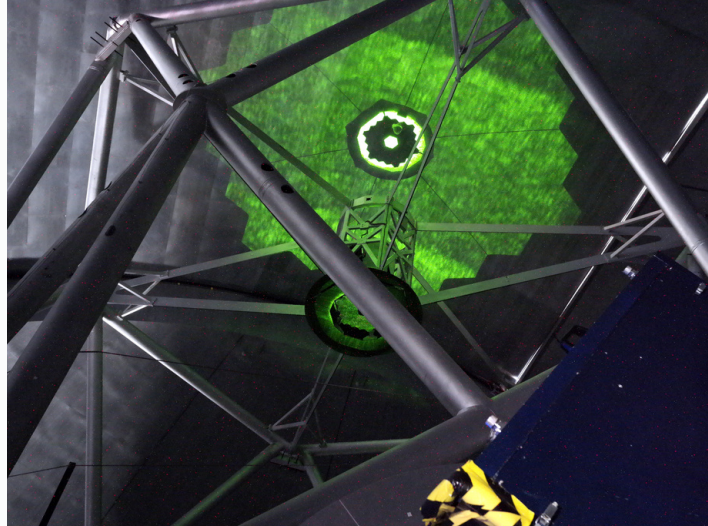
CENTRO DE SISTEMAS ÓPTICOS AVANZADOS

Excelencia en óptica de precisión

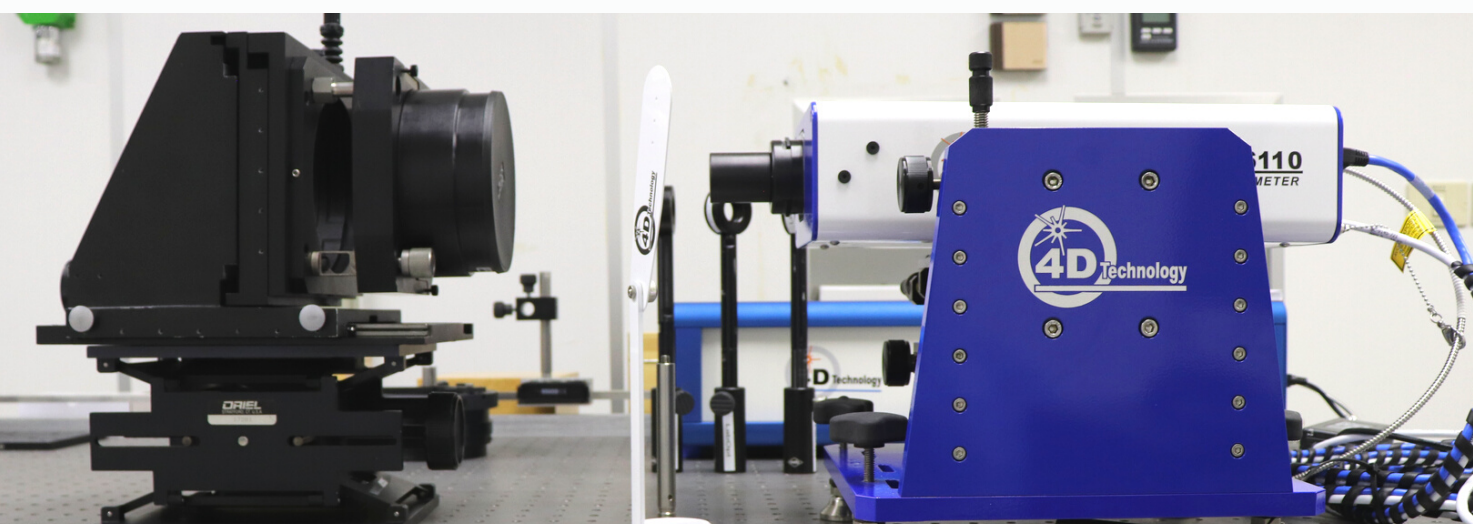


IACTEC: ESPACIO DE COOPERACIÓN
TECNOLÓGICO EMPRESARIAL





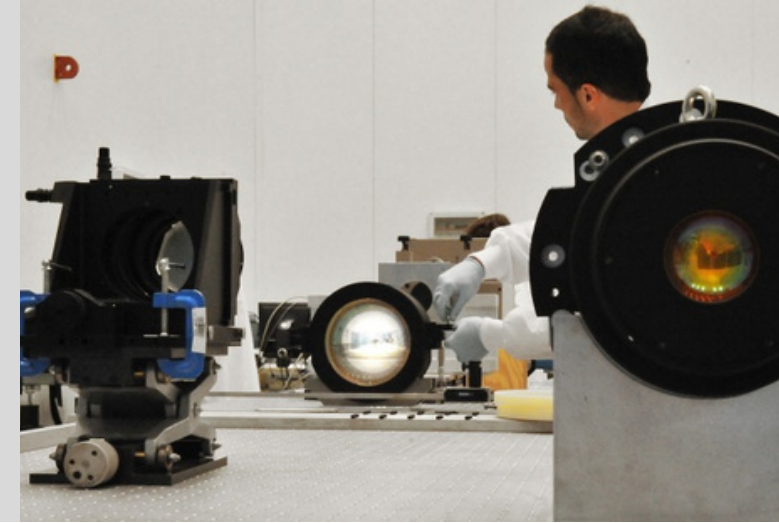
Diseño: Oficina de Proyectos Institucionales y Transferencia de Resultados de Investigación. Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).
Contenido: Unidad de Comunicación y Cultura Científica (UC3), Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).
Fotografías: IAC / Daniel López / Pablo Bonet / Alejandra Goded / (imagen Canarias) ISS
Infografías: EST / NRT
Depósito Legal: TF 876-2023



La experiencia del equipo de ingeniería del **IAC** en el diseño de óptica para instalaciones astronómicas punteras tanto en tierra como en el espacio y las instalaciones de innovación tecnológica de **IACTEC** han dado las condiciones adecuadas para la creación de un centro de innovación y fabricación óptica de precisión sin precedentes en España. El Centro de Sistemas Ópticos Avanzados, **CSOA**.

INNOVACIÓN ÓPTICA ÚNICA EN ESPAÑA

El Centro de Sistemas Ópticos Avanzados (CSOA) es una infraestructura de vanguardia en España, destinada a la fabricación e innovación de sistemas de captación y transmisión de luz.



El Centro de Sistemas Ópticos Avanzados (CSOA) surge para atender la creciente demanda de elementos de óptica de precisión en España y brindar soluciones vanguardistas en fabricación y diseño óptico. Con tecnología de última generación y un equipo experimentado, CSOA busca satisfacer necesidades en diversos sectores:

Óptica para grandes telescopios: Los nuevos grandes telescopios requieren la fabricación de decenas de espejos complejos con rigurosos estándares de acabado superficial.

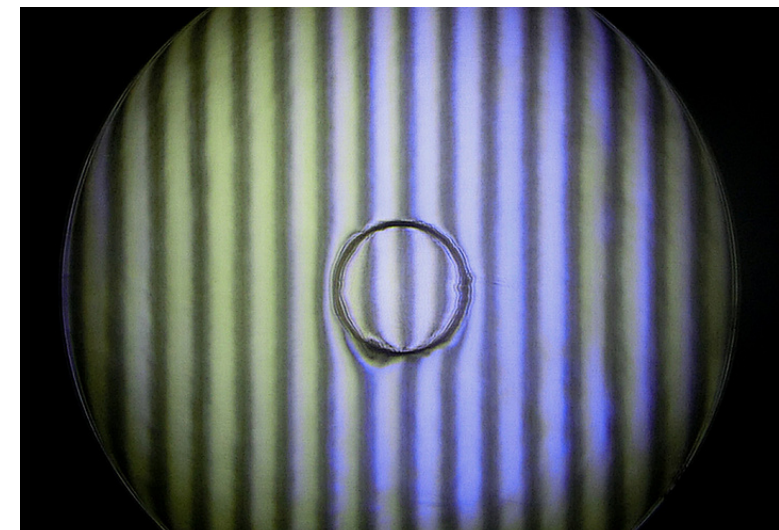
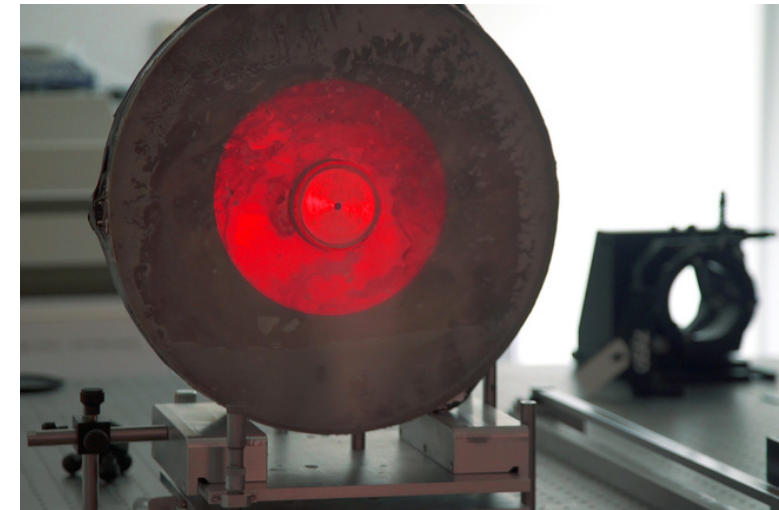
Instrumentación para Telescopios: CSOA destaca en la producción de elementos ópticos complejos, como filtros, dicróicos, sensores y componentes ópticos tanto para el rango visible como el infrarrojo, con altos requerimientos de forma y rugosidad superficial.

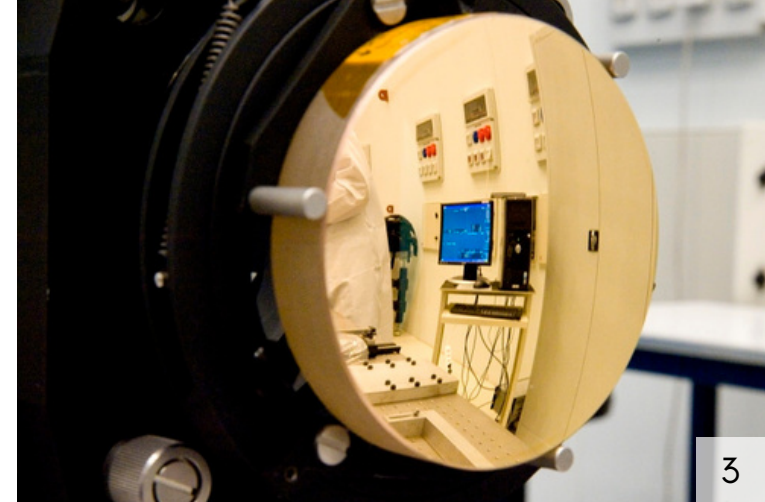
Aligerado de espejos: CSOA desarrolla técnicas innovadoras para sistemas ópticos ligeros mediante diferentes técnicas de fabricación y generación de superficies complejas.

Formación y emprendimiento: Además de ser un centro de fabricación, CSOA capacita nuevo personal investigador y de ingeniería para concebir soluciones ópticas innovadoras.

Demanda de óptica de precisión: Atendiendo necesidades técnicas en sectores clave como la industria láser, la captación de luz solar, la optoelectrónica o la medicina, CSOA asegura un retorno científico y tecnológico de calidad.

CSOA no solo supone un impulso a la innovación astronómica del IAC, sino también un socio confiable para proyectos que necesitan el uso de óptica de precisión. Su enfoque interdisciplinario y su compromiso con la excelencia lo convierten en motor de impulso para avances científicos y tecnológicos en España.





En esta página:

- 1.** Edificio de IACTEC. **2.** Sala limpia sur de IACTEC .
3. Análisis de la respuesta de un espejo con un interferómetro. **4.** Sede Central del IAC.

En la página siguiente:

- 5.** Escáner 3D ATOS 5 de GOM. **6.** Pulidora Zeeko IRP600.

LOCALIZACIÓN INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO

El Centro de Sistemas Ópticos Avanzados (CSOA) se ubica en la Sede Central del IAC, en La Laguna y en IACTEC, en el Parque Científico y Tecnológico de Tenerife, para potenciar la colaboración de la ciencia con la industria y fomentar la innovación y la diversificación de la economía.



5

El CSOA se erige como una plataforma integral, dividida en dos centros interconectados que impulsan la innovación y la excelencia en la óptica de precisión, **CSOA 0.5** y **CSOA 1.5**, que comparten un equipamiento de **metrología de precisión**. Cada uno de estos centros está enfocado en un tipo de tarea, aunque todos forman parte de una infraestructura cohesionada.

CSOA 0.5, ubicado en la sede central del IAC, en La Laguna, se concentra en la fabricación de elementos ópticos para instrumentación y telescopios de hasta 500 mm de diámetro. Desde la generación y corte de los sustratos hasta el pulido y el recubrimiento, cada etapa crucial se realiza con precisión y experiencia, respaldada por un equipo altamente capacitado.

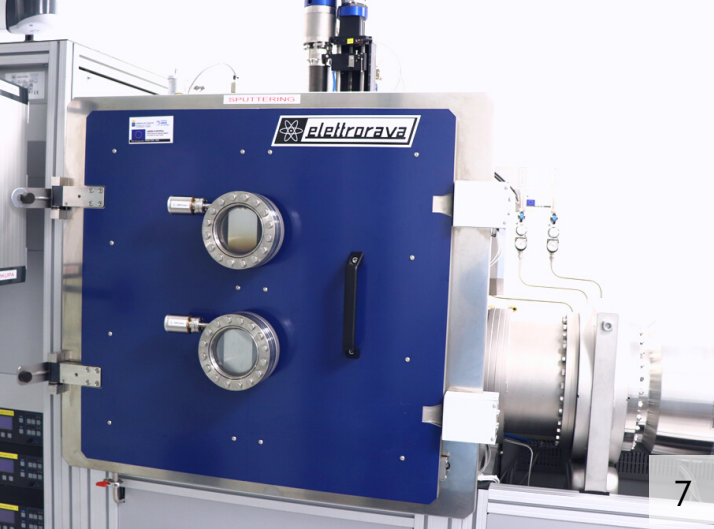
CSOA 1.5 se dedica al pulido y recubrimiento de elementos ópticos de mayor envergadura, alcanzando diámetros de hasta 1,5 metros. Emplazado en una de las llamadas salas limpias de IACTEC, equipadas con los recursos técnicos necesarios para manipular y transportar componentes de gran tamaño y peso y con una maquinaria de vanguardia que garantiza la calidad y la precisión requeridas.

La verificación y validación de la calidad del acabado de los elementos ópticos tiene un papel esencial en la cadena de producción. Con el equipamiento metrológico y los recursos del laboratorio de óptica del IAC, se analiza meticulosamente la calidad de los elementos ópticos fabricados, asegurando que cumplan con los más rigurosos acabados de calidad óptica.

Estos centros actúan en armonía como una única infraestructura, fortaleciendo la misión global de CSOA de llevar la innovación óptica a un nivel de excelencia.



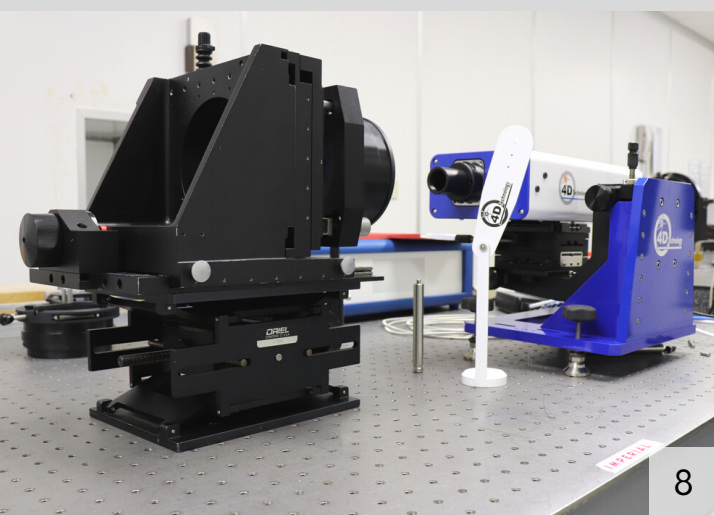
6



CSOA 0.5

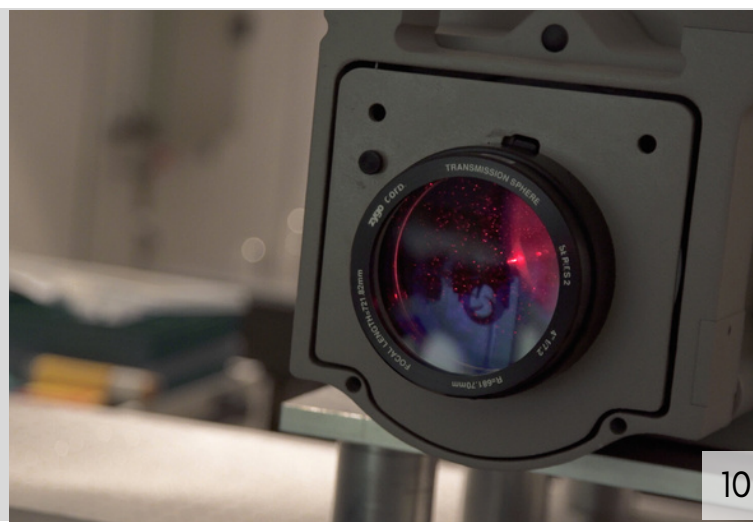
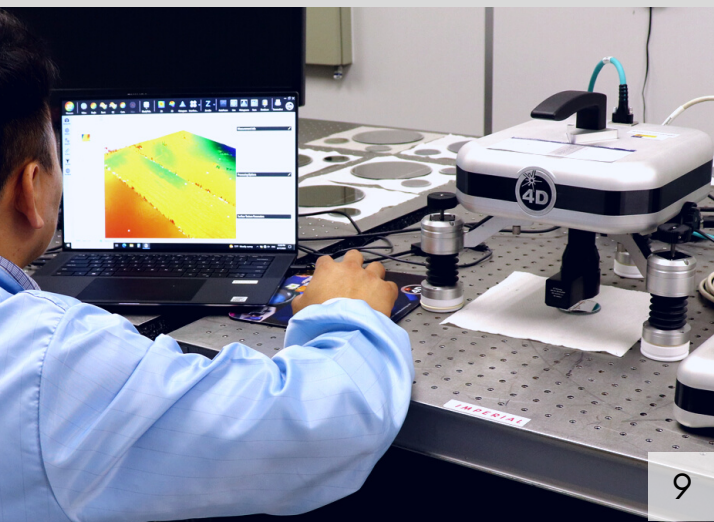
CSOA 0.5 es el centro especializado en la producción de elementos ópticos con un diámetro máximo de 500 mm demandados por telescopios de tierra y espaciales. Su versatilidad en la manufactura no solo lo hace esencial en este ámbito, sino que también lo convierte en un recurso valioso para otras áreas de investigación que dependen de elementos ópticos de alta precisión.

El proceso de fabricación se inicia con la fase de corte, donde se utiliza una sierra cortadora que permite realizar un aserrado semiautomático de los sustratos de vidrio. A continuación se realiza la generación de la superficie óptica, en la que se da forma a los componentes con máquinas avanzadas como la *OptoTech MCG 250 CNC Compact*, de cinco ejes, que garantiza la máxima precisión y flexibilidad en la creación de superficies esféricas, esféricas, prismas, cilindros y óptica 3D y *freeform*.



La siguiente fase es el pulido, que implica el uso de máquinas avanzadas, como la pulidora *Zeeko IRP600*, controlada numéricamente en siete ejes y con la que se logra un acabado con la exactitud y adaptación requeridas en la óptica de telescopios y otras aplicaciones. En proyectos especialmente exigentes se utiliza el ultrapulido por *Ion Beam Figuring*, con el que se puede alcanzar una precisión de unos pocos nanómetros. Esto permite además perfeccionar el acabado de los bordes y ampliar al máximo la superficie útil de la óptica.

El proceso culmina con el recubrimiento, donde las superficies ópticas obtienen propiedades esenciales de protección, reflectancia y transmitancia. Aquí entran en acción las máquinas de deposición de recubrimientos ópticos que cuentan con dos cámaras de vacío: una utiliza la técnica de evaporación térmica resistiva o la técnica de cañón de electrones y la otra se basa en el proceso de



sputtering magnético. Estas técnicas permiten la creación de películas delgadas de alta calidad y homogeneidad, lo que beneficia tanto a los componentes ópticos como a los dispositivos opto-electrónicos en estado sólido.

CSOA 1.5

CSOA 1.5 se especializa en la fase de pulido y recubrimiento de grandes sustratos prefabricados con diámetros de hasta 1,5 metros.

En el núcleo de este laboratorio se encuentra la pulidora multifuncional de 6 ejes *Optotech MPG 1501*, altamente versátil y precisa. Esta máquina es ideal para la producción 3D de componentes ópticos de diversas formas, incluyendo esferas y asferas. Un concepto de herramienta innovador con diferentes tecnologías de pulido que ofrecen la flexibilidad necesaria para abordar una amplia gama de desafíos de fabricación de elementos ópticos.

La infraestructura de recubrimiento óptico se compone de una cámara de vacío fabricada en acero con dos recipientes que acomodan los espejos en una unidad de soporte de árbol. El recipiente superior alberga cuatro cátodos planos lineales. Esta instalación es capaz de aplicar diversas capas desde plata, y oro a aluminio mejorado. El sistema también incluye una unidad de descarga luminiscente para el tratamiento previo del sustrato.

Equipamiento de metrología de precisión

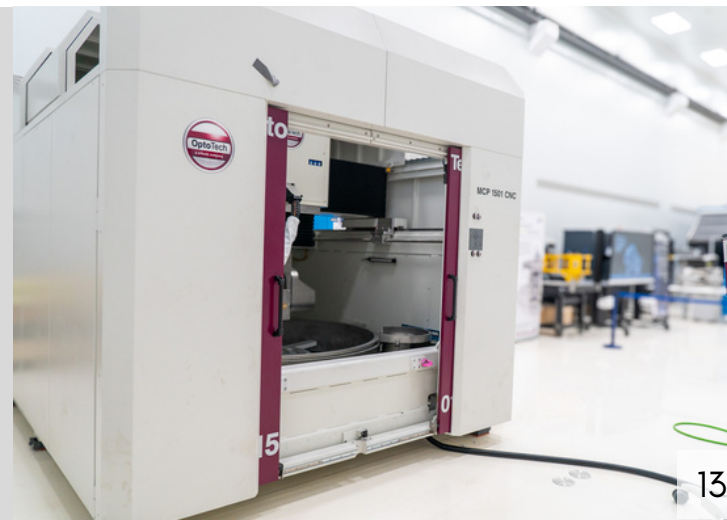
La elaboración de elementos ópticos de condiciones tan exigentes requiere de un proceso continuo de verificación y validación usando sistemas de metrología de precisión en cada paso. Para ello se dispone, entre otros, de los siguientes equipos:

- Interferómetro *Twyman-Green de 4D Technologies*: Este interferómetro dinámico *PhaseCam* permite mediciones de alta resolución incluso en entornos con vibración y turbulencia del aire.
- Interferómetro Fizeau modelo *Verifire HD de Zygo*: Este sistema logra mediciones precisas y repetibles utilizando modulación de fase.
- Perfilómetro *Nanocam de 4D Technologies*: Empleando interferometría dinámica, mide la rugosidad de superficies ópticas con alta velocidad y precisión.
- Escáner 3D *ATOS 5 GOM*: Escáner óptico de alta resolución que proporciona mediciones tridimensionales precisas.
- Esferómetro de *HOFBAUER*: Este instrumento permite medir con precisión radios de curvatura en superficies esféricas convexas y cóncavas.

Con la inspección precisa de la superficie se asegura que los elementos ópticos cumplan con los más altos estándares de calidad y precisión.



12



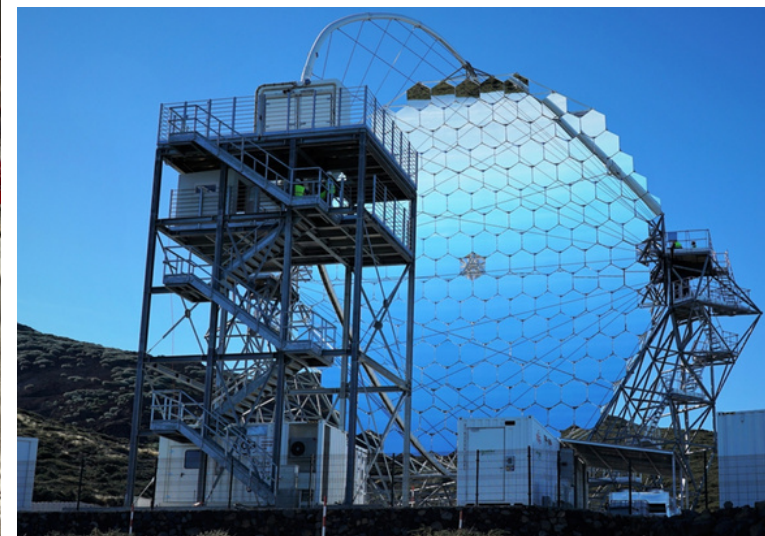
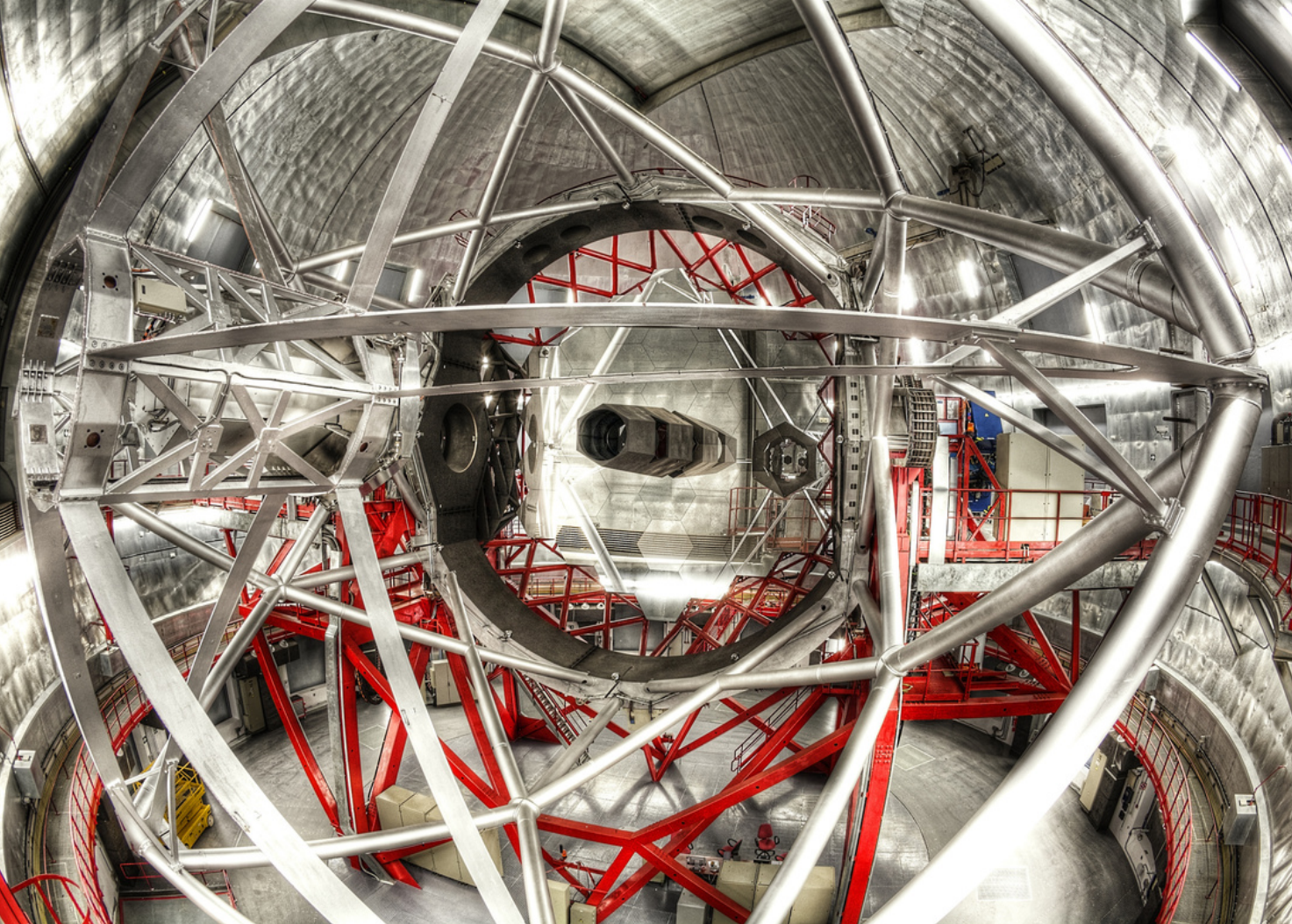
13

En la página anterior:

7. Sistema de recubrimiento por sputtering magnético. **8.** Interferómetro Twyman Green Phasecam de 4D Technology. **9.** Perfilómetro Nanocam de 4D Technology. **10.** Interferómetro Fizeau, ZYGO Verifire HD. **11.** Generadora Optotech MCG 250.

En esta página:

12. Sierra de corte de sustratos. **13.** Pulidora Optotech MCP 1501 para grandes superficies.



MANUFACTURA DE ESPEJOS DE PRECISIÓN

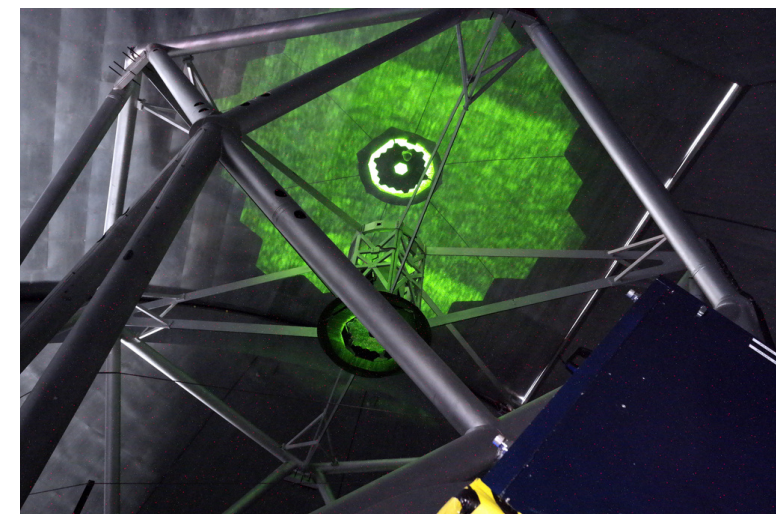
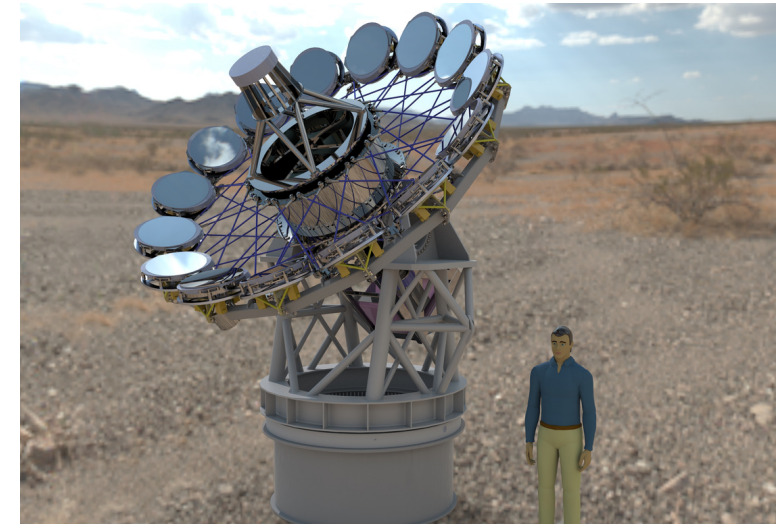
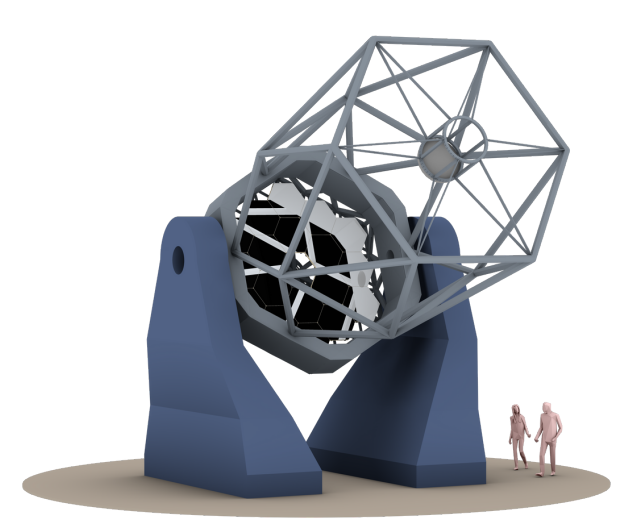
La fabricación de los elementos ópticos constituye una de las contribuciones más significativas en el coste de los telescopios actuales.

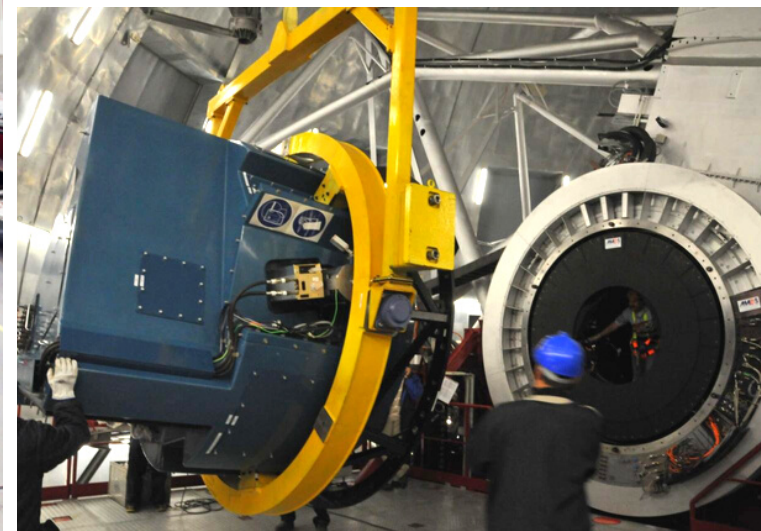
Los espejos primarios de los grandes telescopios de la clase 10 metros, como el Gran Telescopio Canarias (GTC), Keck y Salt, están contruidos como una combinación de espejos, normalmente de forma hexagonal, de de entre 1 y 2 metros que operan como una única superficie. Esta es la tendencia que siguen los nuevos telescopios de la clase 30 metros, como el Thirty Meter Telescope (TMT) y el Extremely Large Telescope (ELT), con espejos primarios formados por cientos de espejos hexagonales de alrededor de 1,5 metros. Estos espejos requieren una precisión en el acabado del orden de millonésimas de milímetro.

El NRT, siglas de *New Robotic Telescope*, que destaca como el telescopio robótico más grande del mundo, es el primer telescopio segmentado en el que CSOA se ocupará del pulido, el recubrimiento y la metrología de elementos ópticos de gran envergadura con un acabado de alta precisión. Diseñado para capturar fenómenos astronómicos de rápida evolución, el NRT representa una revolución en la exploración del cosmos y tiene la aspiración de establecer nuevos estándares para las futuras generaciones de telescopios robóticos.

Este proyecto simboliza la dedicación de CSOA a la innovación y lo posiciona como experto en una nueva frontera tecnológica que más adelante beneficiará a futuros proyectos y colaboraciones.

Asimismo, la implicación de IACTEC en el desarrollo de tecnologías e instrumentación espacial crea la necesidad de una de óptica compleja y con requerimientos muy exigentes y específicos en forma, peso y prestaciones. Para lograr estos ambiciosos objetivos, CSOA se convierte en una herramienta fundamental.





INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA Y ALIGERADO DE ÓPTICA

El CSOA se adentra en áreas competitivas como el aligerado de los sistemas ópticos y la instrumentación de telescopios para adquirir capacidades avanzadas, reconociendo que la óptica de la instrumentación representa el componente más costoso y determinante de su calidad y rendimiento.



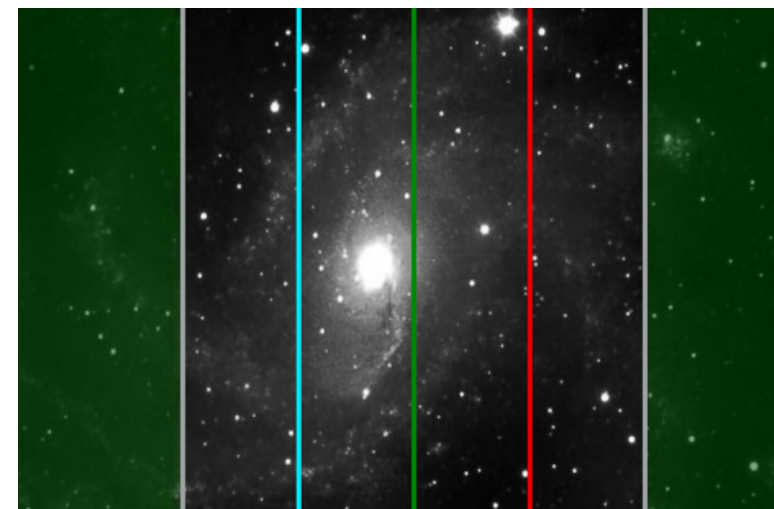
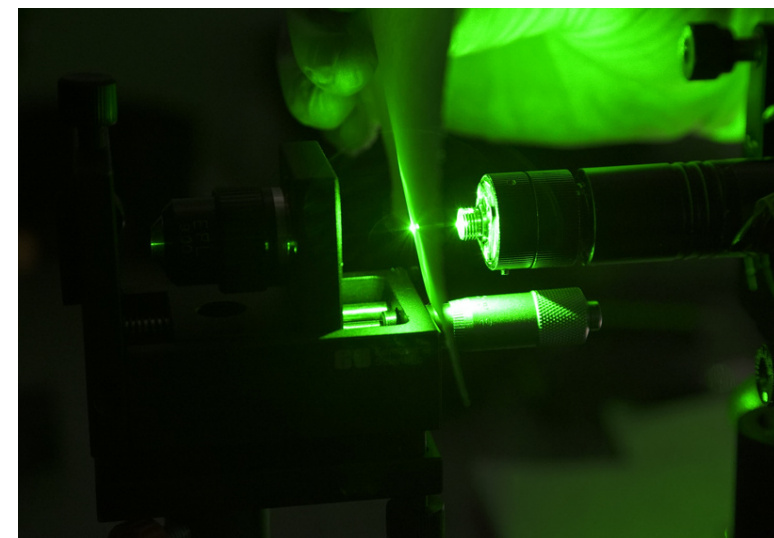
Instrumentación para grandes telescopios en tierra y espaciales. Cada telescopio depende de una instrumentación precisa para captar, dirigir y transmitir la luz capturada por los espejos, que permite a los/as astrónomos/as seleccionar y analizar rangos específicos de luz de acuerdo con sus objetivos de investigación.

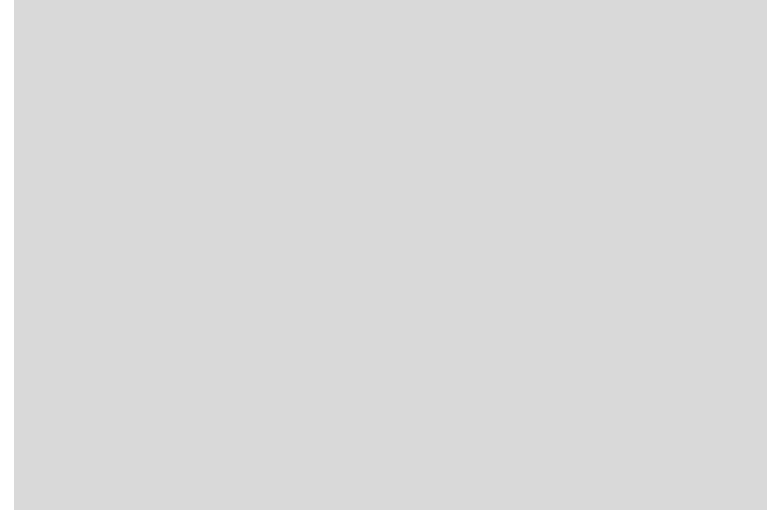
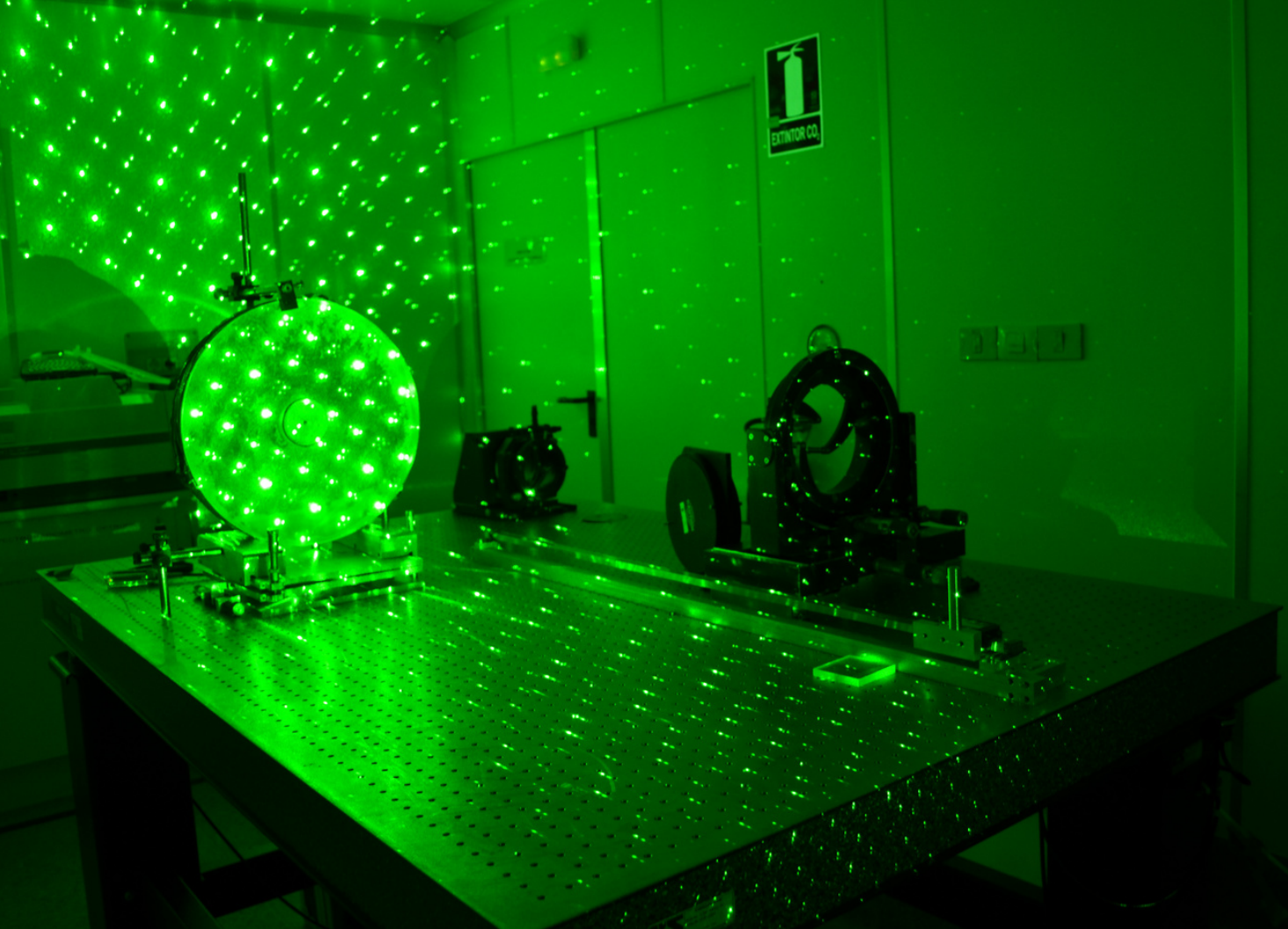
El desarrollo de instrumentación para grandes telescopios es un proceso continuo de innovación a lo largo de la vida útil del telescopio. CSOA cuenta con la infraestructura necesaria para fabricar una amplia gama de componentes ópticos como espejos, lentes con recubrimientos adaptados a las necesidades requeridas, así como divisores de haz, filtros de banda o de bloqueo y dicroicos para seleccionar el rango espectral. Además, CSOA tiene la capacidad de fabricar elementos adaptados a las condiciones extremas de temperatura del espacio que permiten reducir la dilatación diferencial.

Aligerado de sistemas ópticos. El aligerado de los sistemas ópticos beneficia directamente al coste de las infraestructuras porque reduce tanto las exigencias de los elementos optomecánicos como, en el caso de la instrumentación espacial, el coste global del proyecto. El IAC colabora con diversos centros de investigación en esta línea de desarrollo tecnológico con los que persigue:

- Optimizar la manufactura de los espejos usando técnicas de vaciado de los sustratos.
- Reducir el tamaño y el número de elementos del sistema utilizando óptica tipo *freeform*.
- Utilizar espejos metálicos más ligeros que los cerámicos y que, al permitir una adaptación de la forma, logran ajustar sus coeficientes de dilatación a los sistemas optomecánicos.
- Desarrollar espejos delgados y ultraligeros para un nuevo prototipo de telescopio, el Small-ELF.

Estas medidas suponen un ahorro de costes y una facilidad de maniobrabilidad muy significativos.





**MÁS ALLÁ DE LAS ESTRELLAS
UN UNIVERSO DE APLICACIONES**

La innovadora tecnología óptica de CSOA no se limita a la astrofísica. Su alcance abarca campos diversos, desde la medicina hasta la energía solar, impulsando avances científicos y tecnológicos en diversas áreas de I+D+i.

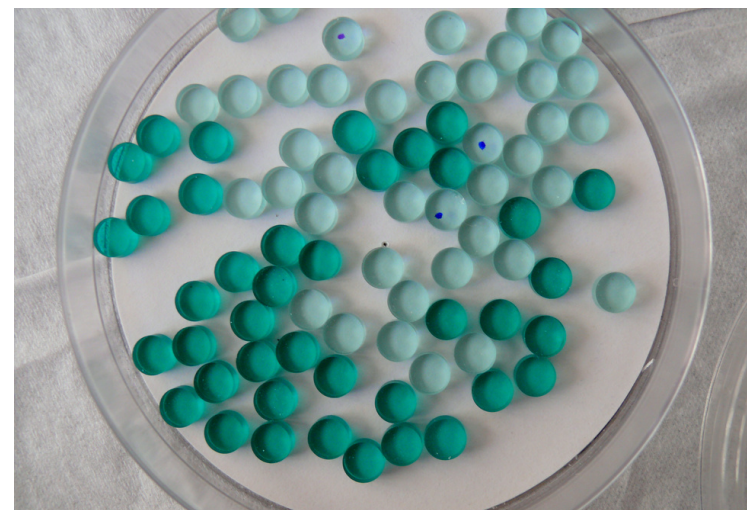
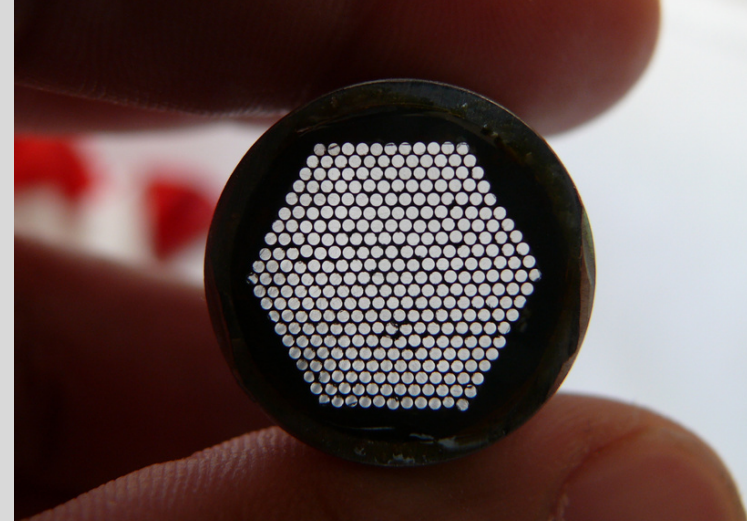
Además de la óptica de telescopios y la instrumentación astrofísica, la tecnología avanzada desarrollada por CSOA tiene un alcance amplio en una variedad de campos de investigación y aplicaciones industriales. Estas capacidades de fabricación de precisión y control óptico no solo benefician a la astronomía, sino que también encuentran aplicaciones en áreas como la energía solar, la tecnología médica, la industria láser, las comunicaciones ópticas y otras áreas de I+D+i.

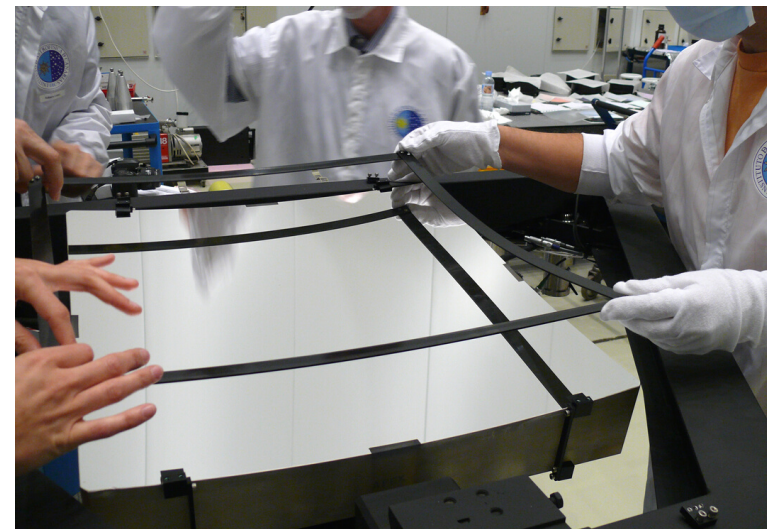
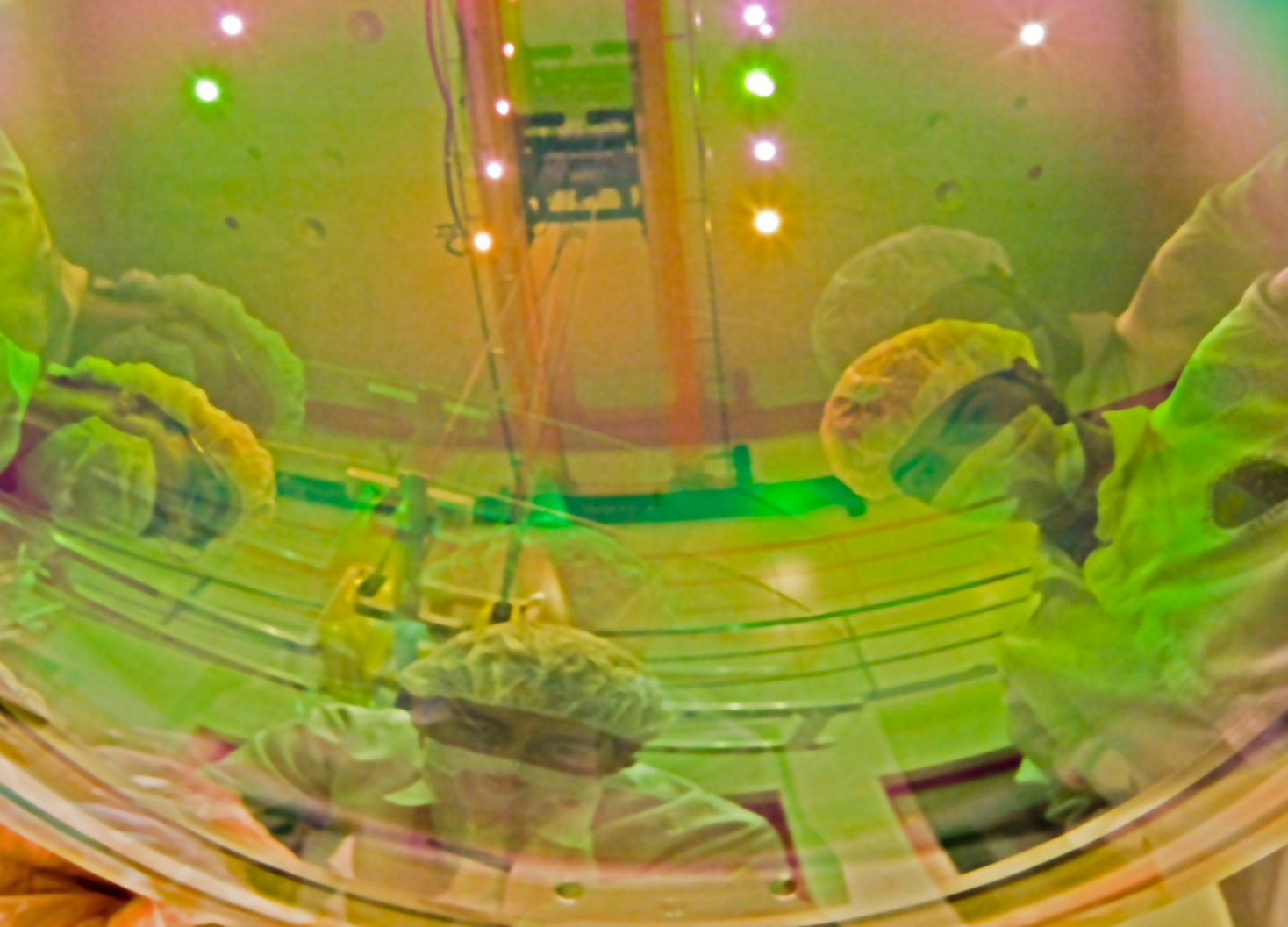
La tecnología médica, por ejemplo, se beneficia de la precisión requerida en la fabricación de elementos ópticos, que puede ser fundamental para equipos de diagnóstico y tratamiento de calidad. En la industria láser, donde los acabados precisos son esenciales, las capacidades de CSOA pueden contribuir al desarrollo de dispositivos más eficientes y potentes.

Asimismo, las comunicaciones ópticas, que dependen de la transmisión de señales de luz, también pueden aprovechar las técnicas de fabricación y recubrimiento de CSOA para mejorar la transmisión y recepción de datos.

En el ámbito de la energía solar, CSOA también desempeña un papel clave al ofrecer soluciones ópticas de precisión para las superficies colectoras y selectoras de luz, impulsando la eficiencia de las instalaciones solares y contribuyendo al desarrollo sostenible de fuentes de energía más limpias y eficaces.

CSOA se encuentra en una posición única para establecer colaboraciones interdisciplinarias con proyectos de I+D+i en estos y otros campos. Estas colaboraciones brindan una oportunidad de retorno científico y tecnológico que produce un beneficio mutuo.





CAPITAL HUMANO
EL MEJOR ACTIVO PARA EL CSOA

En el corazón de CSOA se encuentra un equipo apasionado que aporta décadas de experiencia esenciales para la especialización y la formación en el desarrollo de tecnologías de óptica de precisión.



El IAC cuenta con un equipo de ingeniería y personal técnico experimentado, con décadas de formación y experiencia en el diseño de instrumentación para telescopios líderes tanto en la tierra (GTC, VLT, ELT,...) como en el espacio (ISO, Euclid, Plato,...) que lo posicionan entre los mejores del sector. Esta destacada trayectoria internacional es un activo esencial para el éxito del CSOA.

El departamento de Óptica del IAC ha desempeñado un papel crucial en el diseño de varios instrumentos ópticos en el visible y el infrarrojo para diversos proyectos. La iniciativa CSOA aprovecha el conocimiento y la experiencia del equipo existente y tiene como objetivo atraer nuevo personal a través de un programa activo de captación y formación de talento.



El equipo técnico de CSOA se encuentra en constante proceso de formación y mejora. En busca de fortalecer aún más nuestro personal técnico, establecemos colaboraciones con centros de reconocimiento internacional que ya disponen de equipos capacitados en el campo de la fabricación de óptica de precisión.

En consonancia con la cultura innovadora del IAC, CSOA avanza constantemente en la implementación de programas de formación dirigidos a investigadores/as en áreas cruciales, como la adopción de nuevos materiales y técnicas para la producción y aligerado de espejos. Estas colaboraciones y programas formativos en desarrollo son fundamentales para garantizar que CSOA permanezca en la vanguardia de la tecnología óptica en constante evolución.





IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO OPORTUNIDAD PARA CANARIAS

El CSOA contribuye como uno de los activos principales de IACTEC al ecosistema regional de innovación mediante el apoyo a diversas iniciativas empresariales, la creación de puestos de trabajo de alta cualificación y el fomento de la transferencia tecnológica y la innovación.



La puesta en operación del CSOA representa una firme apuesta por la I+D+i, lo que proporciona un significativo impacto en el tejido socioeconómico de Canarias. Este centro de producción óptica, único en España, llega en un momento de creciente demanda de elementos ópticos de alta calidad.

El CSOA se erige como un creador de empleo especializado, contribuyendo a la formación y capacitación de talento local en óptica y fabricación avanzada. Esto garantiza la disponibilidad constante de expertos cualificados en un sector en constante evolución.

Este proyecto lidera la puesta en valor y transferencia de tecnología al establecer colaboraciones con proyectos de I+D+i y aplicar los avances científicos y tecnológicos en beneficio de la región.

Además, la vocación de CSOA de consolidarse como referente en el ámbito de la óptica de precisión le permite atraer el interés de proyectos de I+D+i para establecer convenios de colaboración. A través de estas alianzas, se fomenta la creación y mejora de soluciones avanzadas en diversos campos, impulsando la innovación regional y la competitividad. El CSOA, además, brinda asesoramiento en innovación y financiación para el apoyo a la valorización y transferencia en los sectores de la astrofísica y el espacio, respaldando iniciativas empresariales basadas en soluciones tecnológicas innovadoras.





EDIFICIO IACTEC

PARQUE TECNOLÓGICO Y CIENTÍFICO DE LAS
MANTECAS, 38320 LA LAGUNA,
SANTA CRUZ DE TENERIFE



SEDE CENTRAL DEL IAC

INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS.
C/ VÍA LÁCTEA S/N 38205 LA LAGUNA,
SANTA CRUZ DE TENERIFE



CONTACTO

ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN DEL INSTITUTO DE
ASTROFÍSICA DE CANARIAS.

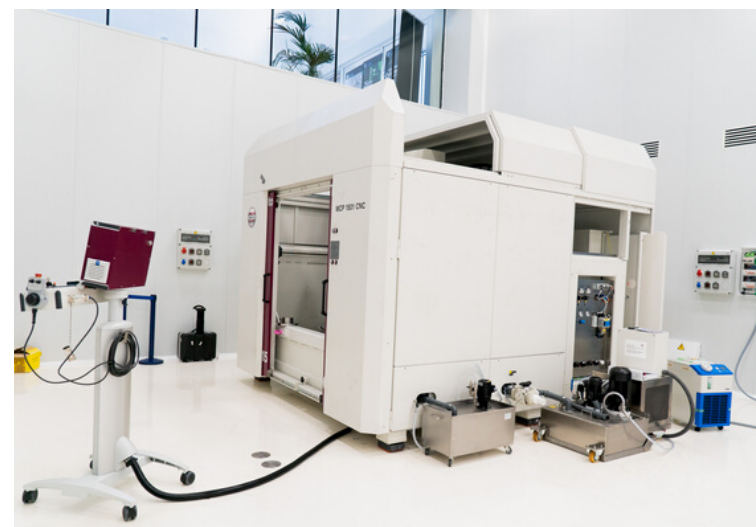
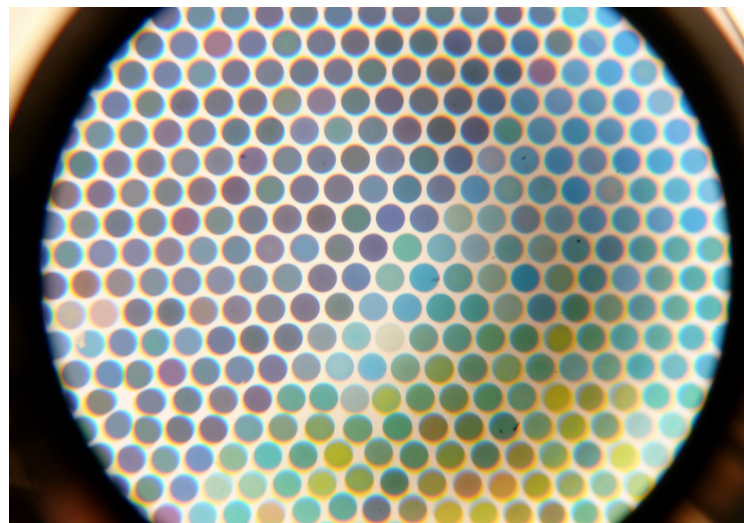
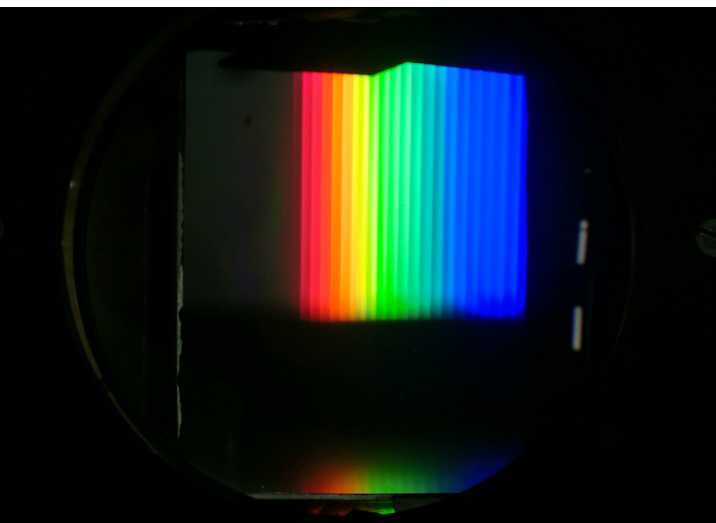
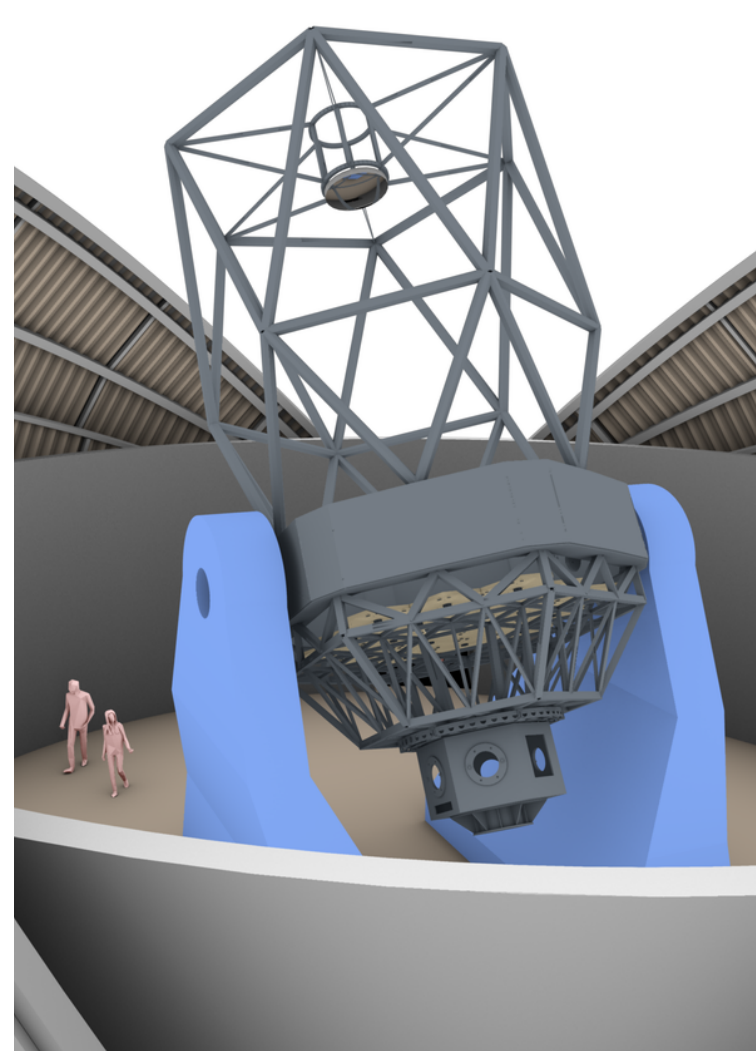
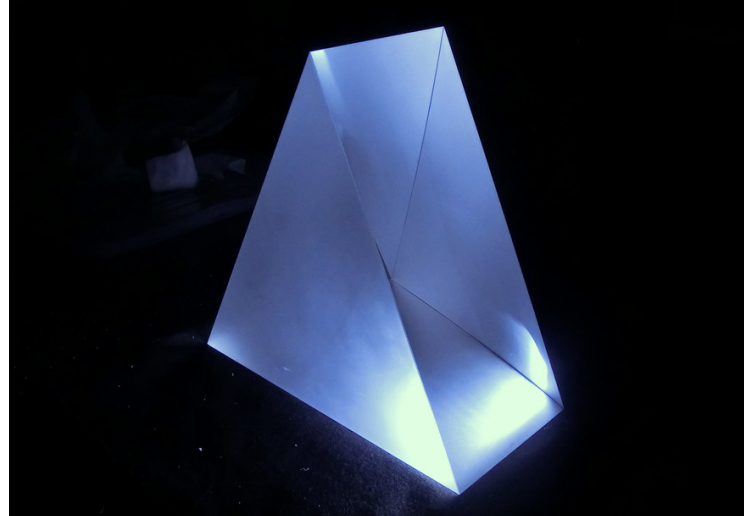
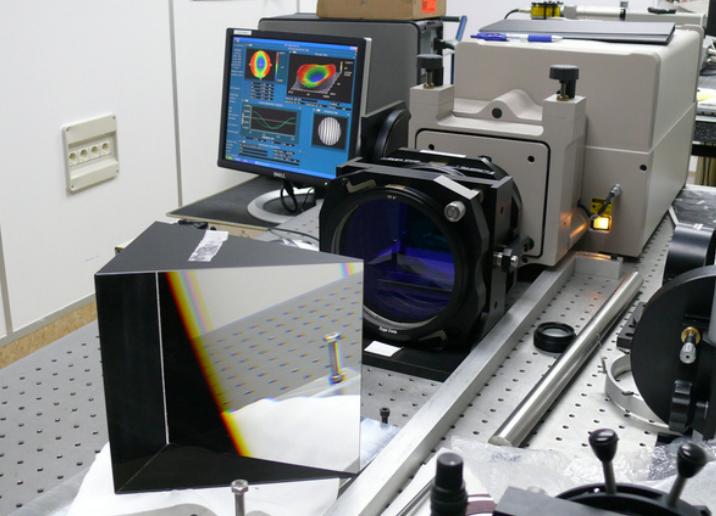
TELÉFONO: (34) 922 605 357

EMAIL: csoa@iac.es



LOCALIZACIÓN Y CONTACTO

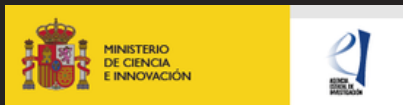






www.iac.es

IAC, Instituto de Astrofísica de Canarias
Calle Vía Láctea, s/n, 38205 San Cristóbal de La Laguna
Santa Cruz de Tenerife, Canarias. España



Unión Europea
Fondo Europeo de desarrollo Regional
"Una manera de hacer Europa"



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



IACTEC