

1. [IRAM-30m] – Descripción general

IRAM

- El "Instituto de Radioastronomía Milimétrica" (IRAM) es un instituto conjunto francés (CNRS), alemán (MPG) y español (IGN) fundado en 1979. La sede se encuentra en Grenoble, Francia, con oficinas en Granada, España.
- IRAM opera dos observatorios: NOEMA (Northern Extended Millimetre Array) en el Plateau de Bure (Alpes Franceses) y el radiotelescopio de 30 metros en Sierra Nevada (Granada).

IRAM-30m

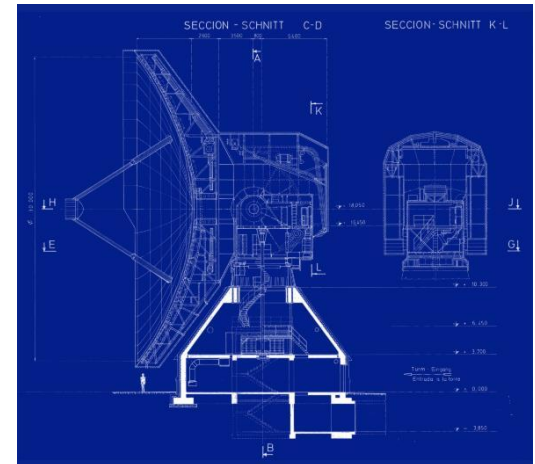
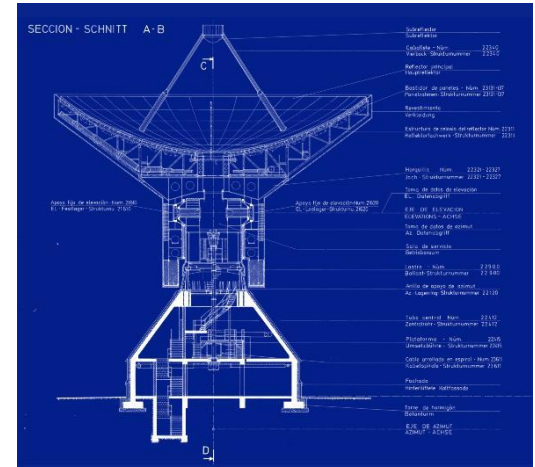
- Inaugurado en 1984, el radiotelescopio de 30 metros se encuentra en la Loma de Dílar, en Sierra Nevada, Granada.
- Su elevada altitud (2850 m) permite la observación en torno a o más allá de los 350 GHz (en el rango de submilimétricos).
- Su baja latitud (37 grados N) permite el mejor acceso al Centro Galáctico desde el continente europeo.



1. [IRAM-30m] – Descripción general

- El radiotelescopio 30 metros consiste en una antena parabólica de montura altazimutal. Está construido en acero y tiene un peso total (excluyendo el soporte de hormigón) de 800 toneladas.
- Posee un diseño cuasi-homólogo y una configuración óptica Cassegrain/Nasmyth.
- Su gran apertura (30 metros) garantiza una alta sensibilidad y una excelente capacidad de resolución (11/7.5 segundos de arco HPBW a 230/340 GHz).
- Ofrece una excelente calidad de imagen debido a la alta precisión de la superficie del espejo (aproximadamente 60 micrómetros), lo que lo hace altamente eficiente.
- Excelente control térmico de la sub-estructura, yugo y cuadrupodo;
- Sistema anti-hielo muy eficiente, asegurando una recuperación rápida de la operación después de una nevada;
- Instrumentación de vanguardia: EMIR, un receptor heterodino multibanda de un solo píxel muy eficiente (73-350 GHz) y NIKA2, una cámara continua basada en tecnología KID con dos canales a 1.2 y 2 mm y capacidad polarimétrica;
- El telescopio opera día y noche, las 24 horas al día, los 7 días de la semana (excepto por un breve período de mantenimiento semanal);
- Alrededor de 5,000-6,000 horas se dedican cada año a observaciones científicas. Los temas de investigación abarcan desde el Sistema Solar hasta la Cosmología;
- Cada año, cerca de 200 astrónomos visitantes hacen uso de las instalaciones.
- Desde el año 2023 se han realizado dos grandes actuaciones, en primer lugar la renovación total del sistema de servo control (motores, amplificadores, computadora de control y otros sistemas auxiliares) y en segundo, se ha reemplazado la pintura del reflector primario para mejorar las prestaciones ópticas del telescopio en observaciones diurnas.

Todo esto permite que después de 40 años, el telescopio IRAM-30m siga siendo un observatorio líder en el rango milimétrico (73-350 GHz) en la categoría de telescopios con un solo espejo (single dish).



2. [IRAM-30m] – [receptores multi-beam]

- The goal of this project is the construction of two heterodyne multi-beam receivers, one in the 3mm band with a 5x5 square array and a second, in the 1.3mm band, with a similar but somewhat bigger 7x7 array - to be the successor of the HERA instrument. Both receivers will be equipped with superconducting-insulating-superconducting (SIS) sideband separating mixers in Nb/AlOx/Nb technology.
- This is a very ambitious project that will extend for the next 4+ years. The new coherent receivers, together with the NIKA2 continuum camera, will form the backbone of the mapping capabilities of the IRAM 30m radiotelescope for the coming years.

2. [IRAM-30m] – [nuevo sub-reflector]

The 30-m antenna is a Cassegrain design with a main parabolic reflector of 30 m. diameter (M1 or mirror 1) and a secondary mirror or hyperbolic sub-reflector of 2 m. diameter (M2 or mirror 2). Building a new sub-reflector, including the wobbling mechanism (mirror basculation for ON-OFF subtraction) is one of the priority actions in the coming years since:

- The sub-reflector is frequently dismantled and there is a risk of damaging the system, without possibility of replacement as of today. Such an event would imply a very long interruption of operation.
- Along more than 30 years of operation, the mirror has been wobbled for more than 300 million throws. That means that we are approaching the operational limit given by the manufacturer.
- The paint layer of the sub-reflector is currently not homogeneous. Due to the construction characteristics, it would be difficult and risky to re-paint the surface.

The new sub-reflector would be lightweight, built in CFRP or similar with an aluminium layer, and should be mechanically and electrically compatible with the existing one, and will expand the wobbling capabilities (max. frequency and throw).

2. [IRAM-30m] – [Mejoras en la monitorización de la superficie]

- The periodic evaluation of the reflector surface status requires precise measuring methods to detect panel distortions or degradation. Holography with reference signals has been used for this purpose at the MRT 30m for a long time. However, the operation is cumbersome and requires a relatively long interruption of normal science operation (operates in the prime focus, thus requiring dismounting the sub-reflector). Hence, a new, faster and more versatile solution is being developed.
- Some components of this system, dubbed HOLO2025+, have been already developed. Some others, including optics and pick-up devices, still need to be designed and built.
- To complement this system, the acquisition of a laser metrology system is being considered to ensure redundancy and accuracy.

2. [IRAM-30m] – [Mejoras en la infraestructura de VLBI]

- The IRAM 30m Telescope has been a key station for mm-VLBI for decades. Its relevance not only comes from its high sensitivity, but also from its reliability and flexibility. To a large extent, the reliability and flexibility of the telescope arises from a) well-proven VLBI-related hardware and software that have been operating at the telescope for years, b) careful regular end-to-end system checks, including before each VLBI observation, and c) the large bandwidth and different frequency band combinations offered by the Eight Mixer Receiver (EMIR).
- Nowadays, several key elements are very old and thus difficult to maintain. In addition, needs are growing, not only due to the increased amount of observing campaigns, but also for additional requirements, e.g. new frequency setups (some of them never used before and therefore not tested), or dual band observations. As a result, both the complexity and the amount of work required to maintain the 30m VLBI system and its reliability has grown significantly, and more automatization is desired.
- The VARC – VLBI Automation & Remote Control has been already started and partially implemented in-house. Further developments and part procurement in the hardware and software areas are still pending.

2. [IRAM-30m] – [nuevos backends]

- The total instantaneous bandwidth (BW) that the new multi-beam receivers will generate is huge. Just the 7x7 pixels receiver is capable of producing almost 1.6 THz of BW at the IF outputs. This represents a factor 50 times higher than the band currently processed with the EMIR receiver.
- In the next ~4 years, new backends should be developed, capable of handling this large BW. In addition, the new systems should be able to digitalise the signal in-place. This means that must be installed very close to the receivers, hence the footprint and power dissipation must be strictly limited.
- Alternatively new solutions for transporting the analog IF signal over optical fiber, rather than coaxial cables, could be developed. That would allow relaxing the requirements on size and power dissipation of the backends.

2. [IRAM-30m] – [Mejoras en la infraestructura de alimentación de equipos]

- The computing infrastructure has been increasingly growing in the last years without attention to their power consumption. This makes necessary to extend and improve the current power distribution installation in order to support existing and future infrastructure.
- The planned works would include:
 - Extension of the power distribution
 - Improved isolation/cooling for the data centres, both at the Observatory premises and the offices in Granada
 - Intelligent Power Distribution Units (PDUs)

2. [IRAM-30m] – [Mejoras en la infraestructura de red]

- There are several components of our network infrastructure that have reached end of life (EOL), so they need to be replaced. Furthermore, current and future projects (like the ALHAMBRA multi-beam instrument) would benefit from an increased network capacity (in this case this may be specially critical).
- We plan on upgrading our internal network to 100G to keep up with the recent increase in the RedIRIS /Red Informática Científica de Andalucía (RICA) network speed. This upgrade is considered critical to support the ALHAMBRA project, in order to move the large data products that are expected to be generated (the current estimations are roughly 5x the rates of the current backends). We are also considering a gradual increase first to 40G, and in the next strategic plan to 100G.

2. [IRAM-30m] – [Actualización del software de control]

- The current control software system has been in operation for more than a decade with minimal maintenance. Although designed as distributed, many of its components run on the same machine, and the lack of updates of the software and its libraries through the last decade brought as a consequence the inability to upgrade the hosting machine, making it a single point of failure (SPOF) and more prone to security issues.
- Works have been initiated to prepare a development environment for this software and improve the version control approach, and we plan to upgrade, refactor, and correct some existing bugs on the system.
- In a mid-term, a partial or even complete re-implementation of the software is planned. A hybrid scheme, developing some parts in-house and sub-contracting specific parts or tasks (e.g. external audits) is foreseen.
- The new software shall allow the addition of new instruments/facilities, like the ALHAMBRA multi-beam, new backends etc.

2. [IRAM-30m] – [Actualización de elementos eléctricos críticos]

- As with other elements of the IRAM-30m infrastructure, many of the electrical system components are 30-40 years old. To ensure their operation in the coming years, these components must be refurbished or upgraded. In the short to medium term, the following actions will be required:
 - High Tension Transformers replacement,
 - New Low Tension Configuration,
 - Update of the Uninterrupted Power Supply (UPS),
 - Upgrade of the distribution of electricity to the telescope,
 - Installation of a Monitoring system for the electrical components of the radio telescope.

2. [IRAM-30m] – [receptores multi-beam] – oportunidades

- **Oportunidad:** desarrollo de receptores multi-beam
- **Descripción:** desarrollo de componentes mecánicos, componentes cuasi-ópticos a temperatura ambiente, criogenia.
- **Fecha aproximada:** 2025-2030
- **Importe aproximado:** 10 M€ (coste total del proyecto)
- **Competencias industriales:** mecánica de precisión, criogenia y vacío, electrónica.

2. [IRAM-30m] – [nuevo sub-reflector] – oportunidades

- **Oportunidad:** construcción del nuevo sub-reflector
- **Descripción:** construcción de un nuevo sub-reflector de 2m de diámetros en materiales ligeros (CFRP o similar) con recubrimiento de aluminio y la estructura mecánica de soporte.
- **Fecha aproximada:** 2026-2029
- **Importe aproximado:** 1 M€
- **Competencias industriales:** fabricación de precisión en materiales ligeros (composites), recubrimientos metálicos de alta precisión, mecánica de precisión, electrónica.

2. [IRAM-30m] – [Mejoras en la monitorización de la superficie] – oportunidades

- **Oportunidad:** Mejoras en la monitorización de la superficie.
- **Descripción:** implementación de un nuevo sistema de holografía y de metrología láser para el alineamiento de los paneles del espejo primario.
- **Fecha aproximada:** 2026-2028
- **Importe aproximado:** 0.25 M€
- **Competencias industriales:** fabricación de componentes mecánicos de precisión, óptica metálica, integración y suministro de sistemas de tracking láser, desarrollo de software.

2. [IRAM-30m] – [Mejoras en la infraestructura de VLBI] – oportunidades

- **Oportunidad:** actualización y mejora de la infraestructura de VLBI.
- **Descripción:** aportes a la implementación del sistema VARC – VLBI Automation and Remote Control.
- **Fecha aproximada:** 2025-2026
- **Importe aproximado:** 70 k€
- **Competencias industriales:** suministro de componentes electrónicos (analizador de espectros y otros elementos). Colaboración en el desarrollo de software.

2. [IRAM-30m] – [nuevos backends] – oportunidades

- **Oportunidad:** desarrollo de backends o componentes para los mismos
- **Descripción:** los nuevos backends requerirán desarrollos en distintas áreas: FPGAs, GPUs, ADCs, transporte de señal, software de control, etc.
- **Fecha aproximada:** 2024-2030
- **Importe aproximado:** prototipo (Proof-of-Concept): 120 k€. Coste total > 3M€
- **Competencias industriales:** desarrollo de sistemas de computación utilizando FPGAs y/o GPUs, conversión digital-analógica, transporte de señal mediante fibra óptica, cabinas refrigeradas por circuito de agua.

2. [IRAM-30m] – [Infraestructura de alimentación de equipos] – oportunidades

- **Oportunidad:** mejoras en la infraestructura de alimentación de los CPDs de IRAM
- **Descripción:** diseño y suministro de equipos (sistemas de distribución de potencia, refrigeración, PDUs inteligentes, etc.)
- **Fecha aproximada:** 2026-2027
- **Importe aproximado:** 120 K €
- **Competencias industriales:** suministro de componentes para infraestructura de CPDs.

2. [IRAM-30m] – [Mejoras en la infraestructura de red] – oportunidades

- **Oportunidad:** mejoras en la infraestructura redes en los centros de Pico Veleta y oficinas de Granada.
- **Descripción:** diseño y suministro de equipos
- **Fecha aproximada:** 2026-2027
- **Importe aproximado:** 270 K €
- **Competencias industriales:** suministro de equipos de redes (switches, firewalls, etc.)

2. [IRAM-30m] – [Actualización del software de control] – oportunidades

- **Oportunidad:** actualización del software del sistema de control del telescopio
- **Descripción:** re-implementación del software de control del telescopio en base a procedimientos mejorados.
- **Fecha aproximada:** 2026-2028
- **Importe aproximado:** 150 K€
- **Competencias industriales:** experiencia en desarrollo de software en entorno de tiempo real, con preferencia en instalaciones científicas.

2. [IRAM-30m] – [Actualización de elementos eléctricos críticos] – oportunidades

- **Oportunidad:** actualización de elementos críticos del sistema eléctrico en el observatorio.
- **Descripción:** diseño y suministro de equipos
- **Fecha aproximada:** 2026-2028
- **Importe aproximado:** 250 K €
- **Competencias industriales:** suministro de equipos eléctricos (transformadores, SAIs, etc.)

3. [IRAM-30m] – Retos tecnológicos de futuro

Describir los retos tecnológicos de futuro a medio/largo plazo, en los que la ICTS va a requerir especialización de la industria y se prevén oportunidades de colaboración. Incluir un reto por página. Indicar las tecnologías más relevantes y su estado actual, así como las acciones recomendadas para la industria. Incluir alguna foto si se considera conveniente

Proyecto: Flujo de datos

- **Reto:** mejoras en el flujo de datos del telescopio
- **Descripción:** el objetivo de este reto es diseñar e implementar una completa renovación de nuestro flujo de datos, incluyendo la actualización del sistema de control, interfaces con los usuarios, integración con el sistema de planificación de observaciones y con la base de datos.

3. [IRAM-30m] – Retos tecnológicos de futuro

Describir los retos tecnológicos de futuro a medio/largo plazo, en los que la ICTS va a requerir especialización de la industria y se prevén oportunidades de colaboración. Incluir un reto por página. Indicar las tecnologías más relevantes y su estado actual, así como las acciones recomendadas para la industria. Incluir alguna foto si se considera conveniente

Proyecto: mantenimiento de la superficie del reflector primario

- **Reto:** sistema automatizado de mantenimiento del reflector
- **Descripción:** en 2024 hemos realizado un complicado proceso de mantenimiento de la superficie del reflector primario, incluyendo decapado láser de las superficies y aplicación de pintura RF con 50 μm de espesor y tolerancias de $\pm 5 \mu\text{m}$. Como la intervención se llevó a cabo de forma manual, ha sido difícil y costoso. El propósito de este reto es el desarrollo de sistemas automatizados (robóticos) para realizar este trabajo.

3. [IRAM-30m] – Retos tecnológicos de futuro

Describir los retos tecnológicos de futuro a medio/largo plazo, en los que la ICTS va a requerir especialización de la industria y se prevén oportunidades de colaboración. Incluir un reto por página. Indicar las tecnologías más relevantes y su estado actual, así como las acciones recomendadas para la industria. Incluir alguna foto si se considera conveniente

Proyecto: mejoras en materiales

- **Reto:** Materiales para microondas y RF
- **Descripción:** el reto incluye el desarrollo y suministro de:
 - Pinturas con propiedades absorbentes, para reemplazar el material *eccosorb* normalmente utilizado.
 - Láminas de plástico para reemplazar el *eccosorb*.
 - Filamentos de diferentes constantes dieléctricas para fabricar lentes y antenas (estructuras) en impresora 3D

3. [IRAM-30m] – Retos tecnológicos de futuro

Describir los retos tecnológicos de futuro a medio/largo plazo, en los que la ICTS va a requerir especialización de la industria y se prevén oportunidades de colaboración. Incluir un reto por página. Indicar las tecnologías más relevantes y su estado actual, así como las acciones recomendadas para la industria. Incluir alguna foto si se considera conveniente

Proyecto: componentes mecánicos

- **Reto:** Desarrollo de componentes mecánicos de precisión
- **Descripción:**
 - Fabricación de rejillas para ondas milimétricas hasta 30 cm de apertura efectiva
 - Fabricación de elementos cuasi-ópticos en general (bocinas y guías, lentes y espejos)
 - Fabricación de monturas motorizadas para espejos (pick up arm / slide in) que co-roten con el telescopio
 - Fabricación de de-rotadores cuasi-ópticos con alta precisión (low wobbling)

3. [IRAM-30m] – Retos tecnológicos de futuro

Describir los retos tecnológicos de futuro a medio/largo plazo, en los que la ICTS va a requerir especialización de la industria y se prevén oportunidades de colaboración. Incluir un reto por página. Indicar las tecnologías más relevantes y su estado actual, así como las acciones recomendadas para la industria. Incluir alguna foto si se considera conveniente

Proyecto: desarrollos RF

- **Reto:** componentes discretas de RF, servicios de modelado y análisis de RF
- **Descripción:**
 - Generación de tonos angostos (de prueba) por síntesis armónica desde los 60 hasta 370 GHz.
 - Amplificadores de bajo ruido (criogénicos y de temperatura ambiente)
 - Generación/simulación de los patrones de radiación de componentes discretas (antenas / bocinas / lentes) o en conjunto
 - Medición y caracterización de componentes discretas (antenas / bocinas / lentes) o en conjunto
 - Simulación de los patrones de radiación (y difracción) del telescopio en GRASP u otro.

4. [IRAM-30m] – Equipamiento y Servicios

Describir el equipamiento y servicios que la ICTS puede poner a disposición de las empresas interesadas en realizar colaboraciones. Incluir fotos si se considera interesante.

- **Equipamiento/laboratorio/servicios:** N/A
- **Descripción:** N/A

5. [IRAM-30m] – Contactos

Proyecto/Reto tecnológico: todos

- **Contactos:**
 - **Miguel Sánchez Portal (director)** – todos los proyectos y retos
 - **Manuel Castillo Fraile (subdirector)** – todos los proyectos y retos
 - **Antonio J. Vázquez (jefe del grupo de computación)** – mejoras en la infraestructura de alimentación de equipos, mejoras en la infraestructura de redes, actualización de software de control.
- **Teléfono:** 958 805 454 (oficinas de Granada) / 958 482 002 (observatorio)
- **E-mail:** msanchez@iram.es, mcastill@iram.es, avazquez@iram.es

6. [IRAM-30m] – Otra información de interés

Dirección web: <https://iram-institute.org/>

Correo electrónico para consultas generales: info@iram.es

Dirección postal (oficinas de Granada): Av. Divina Pastora 7, Local 20. 18012 Granada.