

**FUNDACIÓ INSTITUT CATALÀ DE NANOCIÈNCIA Y NANOTECNOLOGIA (ICN2)**

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO,  
INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN DIFRACTÓMETRO DE RAYOS X POLIVALENTE CON  
ÁNODO ROTATORIO DE 9KW, GONIÓMETRO DE 5 CÍRCULOS Y DETECTOR DE ÁREA PARA EL  
INSTITUT CATALÀ DE NANOCIÈNCIA I NANOTECNOLOGIA (ICN2)**

**Nº. EXPEDIENTE 2025-18 ICN2**

**Financiación del equipo:**

**Proyecto EQC2024-007952-P financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER, UE**



**Ayuda CEX2021-001214-S financiada por MICIU/AEI/10.13039/501100011033**



## 1. OBJETO

El objeto de la presente contratación es el suministro, instalación y puesta en marcha de un Difractómetro de Rayos X polivalente con ánodo rotatorio de 9kW, goniómetro de 5 círculos y detector de área para el laboratorio de Difracción de Rayos X (XRD Facility- Research Support Division) de l'Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2), Centro de Excelencia Severo Ochoa.

Dentro de este marco de aplicación, el equipo debe cumplir los requisitos específicos y de rendimiento para poder llevar a cabo los siguientes objetivos:

Caracterización precisa de la estructura cristalina y microestructura de nanomateriales tanto en forma de polvo como de películas delgadas, y materiales de baja dimensionalidad (2D) para la investigación y desarrollo de tecnologías basadas en nanomateriales. La singularidad de este equipo radica en la combinación de la fuente de muy alta potencia de ánodo rotatorio junto con un goniómetro de cinco círculos (cuatro goniómetros convencionales más un goniómetro especial del detector), además de un detector de área de última generación. En conjunto dotan al instrumento de la potencialidad y versatilidad suficiente para abordar una gran variedad de estudios avanzados en alta resolución de gran interés, tanto para la comunidad interna del ICN2, como para una amplia comunidad de usuarios a escala regional, nacional e internacional.

## 2. PRESUPUESTO DE LICITACIÓN

El presupuesto total de licitación para el suministro, instalación y puesta en marcha del equipo descrito ascenderá como máximo a **537.168,61 € (QUINIENTOS TREINTA Y SIETE MIL CIENTO SESENTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS)**, IVA INCLUIDO, con el siguiente desglose: base imponible: **443.941,00 € + 93.227,61 € (21% IVA)**.

A los efectos previstos en el artículo 101 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, el valor estimado del contrato ascenderá **443.941,00 € (CUATROCIENTOS CUARENTA Y TRES MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y UN EUROS)**, IVA EXCLUIDO.

A todos los efectos se entenderá que en las ofertas y en los precios aprobados están incluidos todos los gastos que la empresa adjudicataria debe realizar para el normal cumplimiento de las prestaciones contratadas, como son, los generales, beneficio industrial, salarios, financieros, benéficos, seguros, transportes y desplazamientos, honorarios del personal a su cargo, de comprobación y ensayo, materiales necesarios, tasas y toda clase de tributos, en especial el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA) y cualesquiera otros que pudieran establecerse o modificarse durante la vigencia del contrato, sin que por tanto puedan ser repercutidos como partida independiente, sin perjuicio de los gastos adicionales e indeterminados económicamente derivados de los pliegos.

## 3. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo máximo para la ejecución del presente contrato será hasta el **30 de junio de 2026**, con una duración mínima para su ejecución de **SEIS (6) MESES** desde la fecha de formalización del mismo. El contrato se entenderá formalizado cuando lo haya firmado la última de las partes.

Dentro de este plazo, es decir, como máximo hasta el 30 de junio de 2026, se deberá llevar a cabo el suministro, instalación y puesta en marcha del equipo. Una vez instalado se impartirá el correspondiente curso de formación al personal del ICN2 designado a tal efecto para el adecuado aprovechamiento del equipo. Dicho curso deberá tener la duración mínima de tres días y ser impartido no más tarde de una semana después de haberse realizado la entrega, instalación y puesta en marcha del equipo.

#### **4. LUGAR DE ENTREGA E INSTALACIÓN**

La instalación del equipo será en:

Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2)  
Edificio ICN2 (en frente del edificio de Bomberos)  
Campus de la UAB  
08193 Bellaterra (Barcelona)

El responsable de este contrato acordará con el adjudicatario la fecha de instalación del equipo.

#### **5. DESCRIPCIÓN DEL OBJETO**

A continuación, se presenta una lista de los componentes principales a suministrar para un Difractómetro de Rayos X polivalente con ánodo rotatorio 9kW, goniómetro de cinco círculos y detector de área. (los requerimientos obligatorios más específicos de cada uno de ellos vienen detallados en el apartado 6.1):

1. **Unidad principal/Recinto Radiación.**
2. **Goniómetro convencional de 4 círculos.**
3. **Goniómetro del detector Axial.**
4. **Generador de Rayos X 9kW con tubo de Rayos X de ánodo rotatorio.**
5. **Ópticas del haz primario (Ópticas haz incidente).**
6. **Ópticas del haz secundario (Ópticas haz difractado).**
7. **Detector Área multicanal tipo array 2D.**
8. **Plataformas de muestras.**
9. **Porta muestras.**
10. **Muestras de referencia para calibración.**
11. **Accesorios.**
12. **Ordenador personal (PC)**
13. **Software de Control y Análisis de datos**
14. **Instalación y curso completo formación**

#### **6. REQUISITOS TÉCNICOS QUE RIGEN EL PRESENTE CONTRATO**

En este apartado se listan y detallan las características que debe cumplir el equipo para proporcionar el nivel requerido, es decir, los requerimientos mínimos obligatorios que se deben cumplir.

### 6.1. REQUISITOS MÍNIMOS DE LA OFERTA

La siguiente tabla reúne los requerimientos de obligado cumplimiento:

| Campo                                     | Ref. | Descripción  |
|---|------|--|
| Unidad principal/<br>Recinto de Radiación | R1   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recinto de radiación con dos puertas correderas con mecanismos de bloqueo de Rayos X. Características requeridas:</li> <li>• Láminas del recinto con Plomo (Pb).</li> <li>• Mecanismos e indicadores de seguridad adecuados.</li> <li>• Ventana de observación de vidrio con Plomo</li> </ul>   |
|   | R2   | - Goniómetro $\theta/\theta$ con montaje de muestra horizontal de Radio= 270 - 320mm   |
|   | R3   | - Cuna de Euler, para permitir los movimientos en cuatro ángulos con alta precisión (Goniómetro de 4 círculos): ángulo del detector (2°, entre -10° y 160°), ángulo de tilt de la muestra (°, entre 0 y 100°), ángulo de rotación azimutal en el plano de la muestra (°, rotación completa 360°), y ángulo de inclinación de la muestra en la dirección axial (° ó °, entre 0 y 90°) en un eje de inclinación perpendicular al del ángulo. |
| Goniómetro                                | R4   | - Goniómetro del detector Axial, que permita un movimiento adicional del ángulo del detector.  |
|   | R5   | - Generador de Rayos X que permita una potencia nominal máxima de 9kW.   |
|   | R6   | - Tubo de Rayos X con Ánodo rotatorio de cobre (Cu).   |
|   | R7   | - Bomba vacío para el tubo de Rayos X (Bomba Turbo molecular- TMP).  |
| Generador de Rayos X 9kW                  | R8   | - Sistema de válvulas para el enfriamiento del tubo de Rayos X de 9kW.   |
| Ópticas del haz primario (Haz incidente)  | R9   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Óptica intercambiable entre un haz de Rayos X paralelo (PB) y divergente (Bragg-Brentano, BB) que incluya:</li> <li>1. Espejo parabólico multicapa de haz incidente compatible con todas las ópticas de haz paralelo y para radiación de Cu.</li> <li>2. Rendija para seleccionar haz divergente (BB).</li> <li>3. Rendija para seleccionar haz paralelo (PB).</li> </ul>                         |

|   |     |  |
|---|-----|--|
|   | R10 | - Rendijas Soller para un haz PB y BB y su correspondiente adaptador para el montaje en la óptica incidente (Tamaño 2.5° y 5°)   |
|   | R11 | - Rendija Soller incidente abierta.  |
|   | R12 | - Caja de Rendijas automática para el haz incidente de diferentes aperturas y rendijas limitantes en la anchura del haz.   |
|   | R13 | - Rendija colimadora de haz paralelo para realizar medidas In-Plane con una divergencia de haz de 0.15° y 0.25°.   |
|   | R17 | - Monocromador de haz incidente de 2 rebotes de Ge (220) para su acoplamiento junto al espejo parabólico en geometría de haz paralelo para medidas de películas delgadas en alta resolución que incluya:<br><br>1. Rendija colimadora para el monocromador de Ge con una divergencia de haz de 0.25° y 0.5°. |
|   | R18 | - Monocromador Johansson (monocromador curvo) para una geometría Bragg-Brentano para el análisis de polvo en muestras planas.  |
|   | R19 | - Pinhole-Colimador para realizar medidas de "microdifracción"   |
| Ópticas del haz secundario (haz difractado) | R20 | - Caja de Rendijas para el haz difractado con apertura controlada.   |
|   | R21 | - Rendijas Soller receptora de 2.5° y 5°, y su correspondiente adaptador para la óptica secundaria. Además de rendija Soller abierta.  |
|   | R22 | - Analizador de rendijas paralelas abierta o para la configuración in-plane (0.5°) y su correspondiente adaptador para la óptica secundaria.   |
|   | R23 | - Filtro de Níquel para eliminar la contribución K $\beta$ del haz incidente.  |
| Detector                                    | R24 | - Detector de área multicanal tipo array de 2D con tamaño de pixel de 100 $\mu$ m x 100 $\mu$ m y área activa de al menos 77 x 38 mm <sup>2</sup> .  |
|   | R25 | - Soporte de montaje horizontal y vertical para el Detector de área.   |

|   |     |   |
|---|-----|---|
| Plataforma de muestras                  | R26 | - Plataforma $\chi\phi Z$ . Rango de movimientos para cada eje:<br>1. Eje $\chi$ : $-5^\circ$ a $95^\circ$ .<br>2. Eje XYZ: XY ( $\pm 50$ mm, plataforma de 4") y Z ( $-4$ mm a 1 mm).<br>3. Eje $\phi$ : $360^\circ$ . |
|   | R27 | - Cabezal con rotación adicional RxRy para la corrección de la inclinación de la muestra:<br>1. Rotación Rx: $-5,0^\circ$ - $5,0^\circ$ .<br>2. Rotación Ry: $-5,0^\circ$ - $5,0^\circ$ .                               |
|   | R28 | - Adaptadores para corregir la altura de las diferentes plataformas de muestras.  |
|   | R29 | - Cambiador de muestras automático para un mínimo de 6 posiciones para mediciones en Bragg-Brentano para muestras de polvo.   |
|   | R30 | - Cabezal de rotación para medidas de capilares y diferentes adaptadores para capilares de diferentes diámetros desde 0.3-1.5mm.  |
| Porta-muestras                          | R31 | - Porta-muestras de Aluminio de diámetro 24 mm x 2 mm profundidad para las mediciones en geometría de reflexión para muestras de polvo (x6 para el cargador de muestras).   |
|   | R32 | - Porta-muestras de vidrio para muestra de polvo:<br>1. Área de cavidad de la muestra: 20 x 20 mm, profundidad 0,5mm (x5).<br>2. Área de cavidad de la muestra: 20 x 20 mm, profundidad 0,2mm (x2).                     |
|   | R33 | - Porta-muestras de aluminio para muestra en "bulk":<br>1. Área de cavidad de la muestra: 20 x 20 mm, profundidad 1,8 mm (x2).  |
|   | R34 | - 6 Porta-muestras de Silicio de fondo-zero de diámetro 24 mm (para el cargador de muestras).   |
| Muestras de referencia para calibración | R35 | - Muestra de referencia de monocristal para la calibración de la óptica de Haz paralelo de alta resolución (Si (001)).  |
| Accesorios                              | R36 | - Cámara digital (software incluido) para la visualización de las muestras en el eje Z para las diferentes plataformas de muestras.   |
|   | R37 | - Set de componentes para la realización de medidas a bajo ángulo y eliminación de la radiación difusa.   |

|                         |     |  |
|-------------------------|-----|--|
| Ordenador Personal (PC) | R38 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ordenador y pantalla para el control del equipo y análisis de datos. Detalles: <ul style="list-style-type: none"> <li>• OS: Windows 10 Pro (64 bit)</li> <li>• Procesador: Core i7</li> <li>• Memoria: 8 GB</li> <li>• Disco: 500 GB</li> <li>• DVD writer</li> <li>• Teclado: USB</li> <li>• Mousse: USB</li> <li>• Pantalla 23" TFT LCD Monitor</li> <li>• Open Office: Incluido</li> </ul> </li> </ul> |
| Software de control     | R39 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Software de control del sistema y análisis básico de datos. (10 licencias online y 1 offline)</li> </ul>  |
| Software de control     | R40 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Paquete Básico de análisis de datos de Difracción de Rayos X (DRX) de muestras en polvo (visualización de datos, funciones de análisis de datos, exportación de datos).</li> </ul>  |
|                         | R41 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Paquete de análisis cualitativo de datos de DRX para muestras en polvo/película delgada (comparación de datos experimentales con base de datos de DRX correspondientes al ICDD PDF-2, ICDD PDF-4 y COD).</li> </ul>   |
|                         | R42 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Paquete análisis completo para la determinación de la cristalinidad, determinación del cristalito, determinación de la deformación de red y refinamiento de la celda unidad.</li> </ul>   |
|                         | R43 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Paquete de análisis Rietveld para el análisis cuantitativo, determinación de la red y refinamiento de la estructura cristalina de datos de DRX en muestras de polvo.</li> </ul>   |
|                         | R44 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Paquete de análisis de datos de Reflectividad de Rayos X (XRR) en estructuras de películas delgadas.</li> </ul>   |
|                         | R45 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Paquete de análisis de datos de alta resolución (High Resolution XRD-HR XRD) para la visualización y simulación de rocking curves. Además de la visualización y simulación de mapas del espacio recíproco.</li> </ul>   |
|                         | R46 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Software de análisis de datos DRX para el diseño de figura de polos.</li> </ul>   |
| Instalación y formación | R47 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Software para la visualización de datos de DRX.</li> </ul>  |
|                         | R48 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Costes de entrega e instalación de todos los componentes del instrumento incluidos. Además de un curso completo de formación del uso del equipo y los correspondientes Softwares.</li> </ul>  |

## 7. GARANTÍA

Garantía mínima: **2 años a todo riesgo.**

Para ciertos componentes se detallan las garantías requeridas:

- Goniómetro: **10 años.**
- Detector: **5 años.**
- Ánodo rotatorio: **3 años o (10.000h/uso).**
- Bomba TMP: **2 años.**

La garantía incluirá: sustitución del equipamiento o reparación según proceda, desplazamientos del personal técnico o traslado del equipamiento a fábrica, mano de obra, piezas de repuesto y elementos necesarios para pruebas de funcionamiento (exceptuando suministro eléctrico, agua, gas; en caso de reparación del equipamiento en el ICN2).

La garantía tendrá como fecha de inicio la fecha del acta de recepción definitiva que se extienda, tras la instalación y puesta en marcha del equipo.

Las empresas licitadoras podrán ampliar el plazo de garantía sin coste adicional para el ICN2.

El tiempo de respuesta en el caso de fallo o avería del equipo será como máximo 2 días naturales.

El tiempo de respuesta en el caso de fallo o avería del equipo será de como máximo 24 horas en respuesta telefónica y de un máximo de 2 días laborables en caso de respuesta in-situ.

Las empresas licitadoras podrán reducir este tiempo de respuesta, sin que ello suponga un coste adicional para el ICN2.

Se excluirán aquellas ofertas que incluyan cualquier modificación de las condiciones indicadas.

## 8. INSTALACIÓN, PUESTA EN MARCHA Y FORMACIÓN

El equipo o sistema se suministrará completo, incluyendo todos aquellos elementos necesarios para su correcta instalación, puesta a punto y funcionamiento.

En el precio del contrato se incluye la entrega, la instalación y la puesta en marcha del equipo y todos sus componentes, así como los costes de transporte puerta-a-puerta y las posibles tasas de exportación/importación. Todos los test de funcionamiento del equipo deberán ser realizados en el ICN2.

Una vez instalado se impartirá el correspondiente curso de formación al personal del ICN2 designado a tal efecto para el adecuado aprovechamiento del equipo. Dicho curso deberá tener la duración mínima de 3 días y ser impartido no más tarde de una semana después de haberse realizado la entrega, instalación y puesta en marcha del equipo. Posteriormente, se realizará una formación de 5 días en las instalaciones principales de la compañía como máximo un año y medio después de la instalación (costes del viaje no incluidos).

El adjudicatario será el responsable de los deberes de custodia y almacenaje de los bienes que deberá suministrar hasta el momento de la recepción de estos por parte del ICN2.

En el momento en que se entregue el equipo y el mismo esté correctamente instalado y se haya comprobado su funcionamiento, se firmará la correspondiente acta de recepción, momento a partir del cual empezará a contar el período de garantía.

En el supuesto que en el momento de levantarse el acta de recepción surgieran incidencias, no se iniciará el período de garantía, sino que se dará un plazo máximo de 20 días naturales al adjudicatario para que proceda a la subsanación de los defectos observados o proceda, en su caso, a la sustitución del equipo. Transcurrido el referido plazo se llevarán a cabo las oportunas actuaciones dirigidas a comprobar la conformidad de los equipos a efectos de que se inicie el periodo de garantía en los términos previstos en el Pliego de Prescripciones Técnicas.

## **9. ENTREGA DE DOCUMENTACIÓN**

El adjudicatario entregará, una vez instalado el equipo, un manual de instrucciones y de operación y un manual de mantenimiento del equipo, que debe estar escrito en castellano y/o en inglés. Se entregarán en copia de papel y CD.

## **10. INFORMACIÓN ADICIONAL**

Se podrán realizar consultas solicitando información adicional mediante envío de email a la siguiente dirección:

- **contracts@icn2.cat**

Bellaterra, a 14 de octubre de 2025

Firmado: Jessica Padilla

*Research Technician of the X-ray Diffraction Facilities ICN2*