

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS RELATIVAS AL CONTRATO DE SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN MICROSCOPIO DE SONDA DE BARRIDO Y ESPECTROSCOPIA ÓPTICA EN CONDICIONES DE ULTRA ALTO VACÍO Y TEMPERATURA CRIOGÉNICA PARA EL INSTITUT CATALÀ DE NANOCIÈNCIA I NANOTECNOLOGIA (ICN2).

Exp. 2023-36 ICN2

«Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU»

Financiado por el MCIN con fondos de la Unión Europea-NextGenerationEU(PRTR-C17.I1) y por la Generalitat de Catalunya

Este contrato está financiado por el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia de la Unión europea, establecido por el Reglamento (UE) 2020/2094 del Consejo, de 14 de diciembre de 2020, por el que se establece un Instrumento de Recuperación de la Unión Europea para apoyar la recuperación tras la crisis de la COVID-19, y regulado según Reglamento (UE) 2021/241 del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de febrero de 2021 por el que se establece el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, y quedará sometido a la totalidad de la normativa reguladora del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia.

Se enmarca en la implementación de los Planes Complementarios de I+D+I con las comunidades autónomas, que forman parte del componente 17 del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, denominado “Reforma institucional y fortalecimiento de las capacidades del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación”, en concreto en el SUBPROYECTO DE I+D “INSTALACIÓN CORRELATIVA IN-SITU PARA MATERIALES AVANZADOS PARA ENERGÍA (In-CAEM)” DEL PLAN COMPLEMENTARIO EN EL ÁREA DE MATERIALES AVANZADOS como parte de actuaciones del programa de Materiales Avanzados “Materials amb funcionalitats avançades per a la nova transformació tecnològica”, correspondientes a la comunidad autónoma de Cataluña, gestionado a través del Departament de Recerca i Universitats de la Generalitat de Catalunya.

1. OBJETO

El objeto del presente pliego es definir las características técnicas y funcionales que regirán la contratación del suministro, instalación y puesta en marcha de un microscopio de sonda de barrido de efecto túnel y fuerzas con espectroscopia de fotones, para el Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2), Centro de Excelencia Severo Ochoa.

El microscopio de sonda de barrido de efecto túnel y fuerzas con espectroscopia de fotones, en adelante photon-SPM (del inglés *photon – scanning probe microscope*), permite medir propiedades estructurales, electrónicas, ópticas, magnéticas y mecánicas de materiales con una excepcional resolución simultánea en espacio y tiempo. Para ello, el equipo consiste en un SPM, que opera a baja temperatura, condiciones de ultra alto vacío (UHV) y sujeto a campo magnético, modificado especialmente para la introducción y recolección de luz.

En particular, el equipo permite caracterización espectroscópica y topográfica con resolución atómica de superficies de materiales, mediante medidas STM y nc-AFM (del inglés, *scanning tunneling microscopy* y *non-contact atomic force microscopy*). A su vez, la parte del SPM en vacío contiene los elementos ópticos necesarios para la implementación de medidas espectroscópicas de efecto túnel y ópticas en condiciones *in-operando*, incluyendo electro y fotoluminiscencia STM estática y resuelta en tiempo, y dispersión Raman aumentada por punta. Todo ello permite la caracterización de propiedades estructurales, magnéticas, electrónicas y optoelectrónicas de superficies de materiales, a escalas de espacio y tiempo simultáneamente accesibles solamente a través de tal singular equipo.

En el marco del proyecto In-CAEM, este SPM se integrará en un amplio ecosistema de instrumentos de caracterización para materiales, concebido para realizar medidas correlativas mediante diferentes técnicas de caracterización. Para tal efecto, los sistemas de porta-muestras y transferencia de muestras en condiciones de UHV serán compatibles con aquellos de las líneas LOREA, CIRCE y BOREAS del Sincrotrón ALBA.

2. PRESUPUESTO DE LICITACION

El presupuesto total de licitación para el suministro, instalación y puesta en marcha de un microscopio de sonda de barrido y espectroscopía óptica en condiciones de ultra alto vacío y temperatura criogénica en el pliego de prescripciones técnicas, ascenderá como máximo a **907.500,00 € IVA incluido (novecientos siete mil quinientos EUROS), con el siguiente desglose: base imponible: 750.000,00 € + 157.500,00 € (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 **750.000,00 € (setecientos cincuenta mil EUROS) IVA no incluido.**

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 de máximo de **DIEZ MESES Y MEDIO (10,5 meses)** desde el día siguiente a la fecha de formalización del mismo.

En este plazo se deberá realizar el suministro, instalación y puesta en marcha del equipo.

4. LUGAR DE ENTREGA E INSTALACIÓN

La instalación del equipo será en:

ALBA Synchrotron
Carrer de la Llum 2-26
08290 Cerdanyola del Vallès (Barcelona)

Los responsables de este contrato acordarán 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 (los requerimientos obligatorios más específicos de cada uno de ellos vienen detallados en el apartado 6):

5.1. Hardware

- 5.1.1. Cabeza STM/nc-AFM (en adelante cabeza SPM) compatible con porta-muestras universal tipo flag-style, por tanto, permitiendo la integración de estas en las líneas LOREA, CIRCE y BOREAS del Sincrotrón ALBA para medidas correlativas.
- 5.1.2. Criostato donde se acopla la cabeza SPM.
- 5.1.3. Cámara de UHV donde se acoplan el criostato y la cabeza SPM.
- 5.1.4. Mínimo 2 sondas STM y 2 sondas nc-AFM tipo diapasón junto con sus porta-sondas.
- 5.1.5. Espejos parabólicos montados en la cabeza SPM, con control de ajuste en las tres direcciones, para enfoque y recolección de radiación en el rango desde el visible hasta al infrarrojo.
- 5.1.6. Sistema óptico para navegación y aproximación de sonda.
- 5.1.7. Cámara de UHV completamente equipada para preparación y caracterización rápida de muestras, acoplada a la cámara de la cabeza SPM.
- 5.1.8. Cámara de UHV para introducción rápida de muestras, acoplada a la cámara de preparación.

5.1.9. Estructura de soporte de las cámaras UHV, equipado con sistema neumático de aislamiento de vibraciones.

5.1.10. Grúa para levantamiento del criostato.

5.1.11. Sistema de calentamiento (*bake-out*) para la generación de UHV desde presión ambiente en todo el equipo UHV.

5.2. Electrónica

5.2.1. Electrónica de control para operación STM y nc-AFM incluyendo toda la electrónica adicional necesaria para las respectivas espectroscopias definidas en R1.

5.2.2. Una estación de trabajo que permita el control del equipo y la adquisición de datos, *i.e.*, con software preinstalado de control, adquisición y análisis de datos.

5.2.3. Electrónica de control del sistema de "*bake-out*".

5.2.4. Electrónica de control de la instrumentación acoplada a la cámara UHV de preparación.

5.3. Software

5.3.1. Software preinstalado que permita el control del equipo y la adquisición de datos, tanto la adquisición de imágenes como espectroscopias.

5.3.2. Disco de instalación / recuperación y licencias para el sistema operativo y software de control del equipo que permita una reinstalación completa de todo el software necesario para realizar medidas STM/nc-AFM y sus respectivas espectroscopias con el equipo.

5.4. Manuales y documentación adicional

5.4.1. Manual de uso detallado en formato electrónico y en papel, incluyendo

- Operación STM/nc-AFM y parámetros básicos
- Esquema de control principal y manual de programación.
- Instrucciones para el sistema de *bake-out*.
- Instrucciones del criostato.
- Lista de componentes con etiquetado y referencia del proveedor si procede.
- Esquema eléctrico y lógico, con etiquetado/información de cables correspondientes.

5.4.2. Set completo de planos 2D y fichero CAD STEP (con detalle completo o reducido) para uso en representación CAD, verificación de dimensiones, o de acoples con hardware adicional.

5.4.3. Informe de test de funcionamiento y su correspondiente certificado de aceptación.

6. REQUISITOS TÉCNICOS QUE RIGEN EL PRESENTE CONTRATO

En este apartado se listan y detallan los requisitos mínimos obligatorios que debe cumplir el equipo para proporcionar las prestaciones requeridas.

6.1. REQUISITOS MÍNIMOS DE LA OFERTA

La siguiente tabla reúne los requerimientos de obligado cumplimiento:

Campo	Ref.	Descripción
Modos de operación	R1	Capacidad de operación en modos STM y nc-AFM, y sus respectivas variantes y técnicas espectroscópicas: espectroscopia túnel elástica (STS) e inelástica (IETS), espectroscopia de fuerzas (FS), microscopia y espectroscopia de sonda Kelvin (KPFM/KPFS). Compatibilidad con aquellos modos espectroscópicos que requieren inserción y/o recolección de radiación electromagnética en el rango del visible al infrarrojo cercano. En particular, la cabeza del SPM debe incluir los componentes ópticos para recolección y extracción de luz de la unión túnel.
	R2	Tiene que incluir calentador y sensor para control y lectura de temperatura, que posibiliten operación del SPM en los rangos de 5 – 20 K y 77 – 100 K.
Cabeza SPM	R3	Rango de posicionamiento de sonda $X \times Y \times Z > 3 \text{ mm} \times 3 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$.
	R4	Rango de barrido de sonda a la temperatura mínima de operación $X \times Y \times Z > 1 \text{ }\mu\text{m} \times 1 \text{ }\mu\text{m} \times 0.3 \text{ }\mu\text{m}$.
	R5	Resolución vertical $Z < 2 \text{ pm}$ con <i>feedback</i> controlado tanto por corriente tunel (modo STM) como por modulación de frecuencia (modo nc-AFM)
	R6	Deriva térmica $X, Y \leq 0.2 \text{ nm/h}$, $Z \leq 0.15 \text{ nm/h}$.
	R7	Operación STM con corriente túnel mínimo $< 1 \text{ pA}$. Preamplificación corriente a voltaje (I/V) con ganancia variable.
	R8	Operación nc-AFM con amplitud mínima de oscilación del sensor piezoeléctrico $\leq 75 \text{ pm}$ y resolución en frecuencia $\leq 150 \text{ mHz}$.
	R9	Tiene que incluir cableado para introducción de más de una señal electrónica de alta frecuencia, de al menos hasta 15 GHz.
	R10	Debe ser compatible con la introducción de señales de radio frecuencia.
	R11	Debe tener capacidad de aplicar campo magnético variable de hasta al menos 1 T en la dirección perpendicular a la muestra durante operación SPM.
	R12	Capacidad de operación con muestras montadas en porta-muestras tipo <i>flag-style</i> .
Espejos parabólicos	R13	Dos espejos parabólicos en la cabeza SPM que permitan medidas de interferometría, de correlación temporal, o combinar simultáneamente dos medidas ópticas (p. ej. espectroscopia convencional con medidas resueltas en tiempo)
	R14	Tienen que permitir la inserción y recolección de radiación electromagnética en la unión túnel del SPM en el rango del visible al infrarrojo, simultáneamente a la operación STM y nc-AFM y las variantes espectroscópicas definidas en R1 que lo requieran.

	R15	Tienen que estar montados en una geometría compatible con transferencias de muestra, acceso óptico de navegación de sonda y deposición <i>in-situ</i> .
	R16	Tienen que poder mantener el punto focal fijo en el ápex de la sonda para un movimiento relativo sonda muestra arbitrario en las tres dimensiones espaciales (XYZ).
	R17	Se tiene que poder ajustar el punto focal de cada espejo en la muestra de manera independiente.
Criostato	R18	Criostato de baño criogénico de helio líquido. Tiene que posibilitar los modos de operación SPM definidos en R1 manteniendo sonda y muestra a una temperatura mínima de < 6 K.
	R19	Tiene que incluir escudos de radiación con acceso para transferencia de muestras en condiciones de UHV.
	R20	Tiene que incluir accesos ópticos compatibles con la inserción y recolección de radiación electromagnética en el rango del visible al infrarrojo cercano, navegación de la sonda y deposición <i>in-situ</i> .
Cámara UHV del SPM	R21	Tiene que estar conectada mediante UHV a la cámara de preparación, e incluir sistema para transferencia de muestras entre cámaras.
Cámara UHV del SPM	R22	La cámara UHV donde se instala la cabeza del SPM tiene que incluir: - Puertos con ventana para inserción y recolección de radiación electromagnética en el rango del visible al infrarrojo cercano, acceso visual a navegación de la sonda y transferencia de muestras. - Puerto(s) para acoplo de sistemas de deposición <i>in-situ</i> de átomos, moléculas y capas finas en la posición de la muestra en la cabeza del SPM.
	R23	Tiene que operar en una presión mínima de $< 2 \times 10^{-10}$ mbar, sin que para ello se utilicen bombas mecánicas ni se produzcan vibraciones mecánicas adicionales.
	R24	Tiene que incluir sistema de almacenamiento de porta-muestras (mínimo 6) y sondas (mínimo 2) en condiciones de UHV.
	R25	Tiene que incluir una válvula de fuga para inserción controlada de gases.
Cámara UHV de preparación	R26	La cámara UHV de preparación de muestras tiene que incluir: - Puertos para acoplo de los instrumentos detallados en R29 que lo requieran, y al menos dos puertos adicionales equipados con válvula. - Puertos con ventanas para acceso óptico necesario para operación de los instrumentos detallados en R29 que lo requieran.

		- Puerto con válvula para acoplo de una maleta de UHV y puerto para acoplo de su correspondiente manipulador para realizar transferencias de muestras.
	R27	Tiene que poder operar en los siguientes rangos de presión: - $< 2 \times 10^{-10}$ mbar, sin uso de bombas mecánicas o de otro tipo que puedan producir vibraciones mecánicas . - $2 \times 10^{-10} - 1 \times 10^{-4}$ mbar.
	R28	Tiene que incluir un manipulador que cumpla con los siguientes requisitos: - Compatible con porta-muestras tipo <i>flag-style</i>. - Movimiento en al menos cuatro ejes (X, Y, Z y rotación respecto al eje Z).
	R29	Tiene que incluir los siguientes instrumentos para preparación de muestras, ya sea acoplados en puertos de la campana o en el manipulador: - Sistemas para enfriamiento y calentamiento de muestras en el rango de temperatura 20 – 1700 K equipado con fuente de alimentación. - Fuente de iones equipado con válvula de fuga controlada, fuente de alimentación y electrónica de control. - Micro-banza de cuarzo equipado con obturador, sistema de refrigeración, aproximador lineal y electrónica de control. - Fuente de hidrogeno atómico equipado con aproximador lineal, fuente de alimentación y electrónica de control. - Espectrómetro de masas. - Difractómetro de electrones de baja energía combinado con espectrómetro Auger (LEED-AES). Completamente equipado para operación, con obturador, sistema de retracción, fuente de alimentación y electrónica de control.
Cámara UHV de introducción rápida	R30	Tiene que incluir: - Puertos con ventanas para acceso óptico necesario para la transferencia de muestras. - Puerta de introducción rápida de muestras.
Cámara UHV de introducción rápida	R31	- Tiene que operar en una presión mínima de $< 2 \times 10^{-9}$ mbar, sin que para ello se utilicen bombas de aceite.
	R32	Tiene que incluir sistema de calentamiento para realización de <i>bake-out</i> de las cámaras UHV y grúa para levantamiento del criostato.

Sistema de <i>bake-out</i> y otros accesorios	R33	Tiene que contener demodulador <i>phase locked loop</i> (PLL) y un mínimo de dos amplificadores <i>lock-in</i> , para realización de medidas STS/IETS, nc-AFM y KPFM.
Electrónica de control	R34	Tiene que posibilitar control sobre: - Varios <i>feedbacks</i> para operación en los modos SPM detallados en R1. - Los motores para movimiento (X, Y, Z) de la sonda y espejos parabólicos. - La amplificación de señales requeridas para operación en los modos SPM detallados en R1.
	R35	Debe tener mínimo 8 entradas (ADC) y 8 salidas (DAC) principales, y mínimo 2 entradas y 2 salidas de alta frecuencia, > 100 MHz
	R36	Tiene que incluir un rack para soporte de las electrónicas y fuentes de alimentación.
	R37	Tiene que tener una interfaz para controlar y automatizar diferentes configuraciones y modos de operación del hardware, y ha de ser programable mediante interfaces a software externo.
Software de control	R38	Tiene que posibilitar: - Adquisición de espectros en puntos, líneas y rejillas 2D. - Adquisición simultánea de un mínimo de 8 canales tanto en modo espectroscopia como en modo imagen.
Documentación	R39	Entrega de la documentación indicada en el apartado 5.4.

(*) En caso de que se cumpla, se justificará aportando las publicaciones (detallando fecha y medio/revista donde se ha publicado)

7. GARANTÍA

Garantía mínima: DOCE (12) MESES a todo riesgo.

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 4 días naturales.

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

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.

El test de funcionamiento incluirá demostraciones de los requerimientos - y del software, y 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 1 día y ser impartido no más tarde de 4 semanas después de haberse realizado la entrega, instalación y puesta en marcha del equipo.

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.

10. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se podrá solicitar información adicional mediante envío de email a la siguiente dirección:

- contracts@icn2.cat

En Bellaterra, a 20 de noviembre de 2023

Atomic Manipulation and Spectroscopy Group¹

¹ Documento con firmas originales custodiado en el expediente de contratación. Se publica documento sin firmas por contener datos de carácter personal.