FUNDACIÓ INSTITUT CATALÀ DE NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGIA (ICN2)

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA DE MICROSCOPÍA DE FUERZA ATÓMICA CON CARGA AUTOMATIZADA, INTEGRADO EN UNA CAJA DE GUANTES Y APTO PARA LA MEDIDA DEL POTENCIAL DE SUPERFICIE, DESTINADO AL INSTITUT CATALÀ DE NANOCIÈNCIA I NANOTECNOLOGIA (ICN2)

Nº EXPEDIENTE: 2026-18 ICN2

Financiación del equipo:

Funded by the European Union and European Research Council - Grant No 101265532 – GLASSPIKE

1. OBJETO

Esta licitación tiene como objeto el suministro, entrega, instalación y puesta en marcha de (1) un sistema de Microscopía de Fuerza Atómica (MFA) adecuado para trabajar en ambiente controlado y luz de longitud de onda superior a 630 nm en el interior de una caja de guantes. (2) Una caja de guantes adaptada para la integración del MFA en su interior. Este instrumento (el MFA integrado en una caja de guantes) deberá ser entregado e instalado en el Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2). Los requisitos del instrumento se describen en el texto a continuación.

A) Las especificaciones descritas aquí representan los requisitos mínimos para el instrumento (MFA integrado en caja de guantes).
B) Cualquier equipo o software que exceda las especificaciones definidas en el pliego técnico, no se considerará esencial para el funcionamiento completo del instrumento y debe considerarse como opcional. El Proveedor deberá especificar qué equipo o software opcional es incluido en su oferta.
C) El Proveedor deberá asumir la responsabilidad para el instrumento completo, independientemente del fabricante de sus partes individuales.

Funded by the European Union and European Research Council - Grant No 101265532 – GLASSPIKE

Funded by the European Union
European Research Council Established by the European Commission

2. PRESUPUESTO DE LICITACIÓN

El presupuesto total de licitación para el suministro, instalación y puesta en marcha del equipo descrito en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas ascenderá como máximo a **411.690,40 € (CUATROCIENTOS ONCE MIL SEISCIENTOS NOVENTA EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS), IVA INCLUIDO, con el siguiente desglose: base imponible: 340.240,00 € + 71.450,40 € (21% IVA).**

El presupuesto de licitación se desglosa en los siguientes importes:

- Para el Microscopio de Fuerzas Atómicas: **250.240,00 € + IVA**
- Para la caja de guantes de atmósfera controlada: **90.000,00 € + 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 a **340.240,00 € (TRESCIENTOS CUARENTA MIL DOSCIENTOS CUARENTA 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 de **CUATRO (4) MESES**, a contar a partir de la fecha de formalización del mismo.

En este plazo se deberá suministrar, instalar y poner en marcha el sistema de Microscopía de Fuerza Atómica en el sitio designado del ICN2, así como suministrar, instalar, poner en marcha y verificar el correcto funcionamiento de la caja de guantes y todos sus subsistemas en el emplazamiento designado por el ICN2.

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

4. LUGAR DE ENTREGA E INSTALACIÓN

La instalación del equipo será en:

Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2)
Edificio ICN2 (enfrente 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. PARTES, COMPONENTES Y FUNCIONALIDADES DEL SISTEMA

5.1 Microscopio de Fuerzas Atómicas

Se requiere un sistema de microscopia de fuerza atómica (AFM) de altas prestaciones, que permita realizar operaciones básicas tanto en modo contacto como en modo oscilante o dinámico (non-contact). El sistema deberá contar con la capacidad de medir muestras sólidas, como cerámicas, monocristales, capas delgadas, membranas, capas finas orgánicas y/o polímeros, incluyendo materiales aislantes, conductores, semiconductores y magnéticos, permitiendo mapear sus propiedades funcionales. Además, el sistema deberá estar adaptado para su integración en una caja de guantes de atmosfera controlada y disponer de una platina calefactora que permita trabajar en

los diferentes modos mientras se calienta la muestra hasta una temperatura máxima de unos 140ºC. Asimismo, disponer de un sistema de carga automatizado para diferentes muestras y puntas. Y poder cargar la muestra y visualizar el área de trabajo usando luz de longitud de onda larga, alrededor o superior a 630 nm.

El equipo deberá estar compuesto por un microscopio de fuerza atómica (AFM) completo, que incluya: escáner lateral (XY), cabezal para el soporte del voladizo con escáner vertical (Z), platina motorizada en los ejes XY y Z, platina calefactora, portamuestras, portacantilevers, microscopio óptico para localizar la punta y la muestra, electrónica de control, ordenador con doble monitor, software de control y análisis de datos, sistema de aislamiento acústico y de vibraciones.

El instrumento proporcionado deberá ser capaz de realizar medidas tanto en modos básicos como avanzados. Los modos de operación mínimos requeridos del AFM son:

- Modo contacto
- Modo de no contacto
- Modo de contacto intermitente
- Microscopia de fuerzas laterales (LFM)
- Microscopia de fuerzas eléctricas (EFM)
- Microscopia de fuerzas magnéticas (MFM)
- Microscopia de potencial de superficie (KPFM).
- Microscopia de respuesta piezo-electrica (PFM).
- Microscopia de conductividad (C-AFM). Éste modo debe incluir un rango de **ganancia variable** de 10^6 *a* 10^{12} *V/A*, con una **corriente máxima medible** de *±10 µA* y un nivel de **ruido** de *~0,7 pA* (rms, con una **ganancia** de 10^9 *V/A*).
- Microscopia de caracterización de propiedades mecánicas. Medida de topografía, rigidez, deformación, fuerza de adhesión, energía de adhesión, disipación de energía, rigidez de aproximación y retracción, simultáneamente y en tiempo real desde curvas de fuerza-distancia de alta velocidad
- Espectroscopia I/V
- Espectroscopia F/d
- Nanoindentación:
- Nanolitografía

Las especificaciones técnicas mínimas y obligatorias del sistema son las siguientes:

- Intercambio automático de puntas: Se busca un intercambio de puntas adecuado para el funcionamiento ininterrumpido entre diferentes modos de trabajo en un entorno de caja de guantes, por ejemplo, mediante el premontaje externo de varias puntas (más que 4) y su montaje automatizado en el cabezal del AFM. El soporte de puntas debe admitir puntas de diferentes marcas.

- Sistema de barrido ("XY & Z Scanner")

  El escáner Z, que controla el movimiento vertical de la punta, estará completamente separado y será completamente independiente del escáner XY que mueve la muestra en direcciones horizontales XY

  El sistema de barrido debe tener capacidad de flexión (arqueamiento o pandeo), con objeto de representar de forma precisa la curvatura real de la muestra

  Los escáneres de barrido XY y Z deberán accionarse mecánicamente mediante materiales piezoeléctricos.

  Ambos sistemas de barrido (XY y Z) deben poder trabajar en modo lazo cerrado y lazo abierto.

  El rango del escáner lateral (XY) no deberá ser inferior a 100 µm. El rango del escáner vertical (Z) no deberá ser inferior a 15 µm.

  El sistema deberá contar con resolución lateral (XY) igual o inferior a 1 nanómetro, y la resolución vertical (Z) en el orden de ángstroms.

- Soporte de la muestra: El equipo debe admitir muestras de un tamaño de hasta 20 mm x 20 mm,. El espesor máximo de muestra debe ser 20 mm o menor.

  Una platina calefactora que permita trabajar en los diferentes modos mientras se calienta la muestra hasta una temperatura máxima de unos 140°C.

- Microscopio óptico: El AFM deberá disponer de una cámara óptica CCD de como mínimo 5.1MP, con resolución de al menos 1 µm para poder distinguir fácilmente el área de interés y un campo de visión de por lo menos 840 x 630 µm.

  La óptica del AFM debe contar con una lente de objetivo óptico 10X de una apertura numérica de por lo menos 0.2, instalada en la parte superior la óptica del AFM con la que proporcionar una vista perpendicular directa de muestra y cantilever, lo que facilitará encontrar el haz de luz de interés, y posibilidad de posicionar la muestra con iluminación en un rango de longitud de onda mayor o igual a 630 nm.

- Posicionamiento de muestra: Sistema de posicionamiento automatizado. En concreto, el rango móvil deberá ser de al menos 100 mm x 40 mm en el plano XY, con una precisión de en torno a 0,5 µm tanto en el eje X como en el eje Y, mientras que en el eje Z el rango móvil deberá ser de al menos 20 mm con una precisión de en torno a 0,15 µm.

  El sistema debe tener el movimiento de la óptica motorizado en un rango móvil de al menos 3 mm x 3 mm, con una precisión de en torno a 0,2 µm

  El enfoque en la superficie de la muestra deber ser motorizado, con un rango de movimiento de por lo menos 25 mm y con una precisión de 0.05 µm.

  El sistema AFM, usando el motor del eje Z, debe permitir automáticamente enganchar el cantiléver a la superficie de la muestra en menos de 10 segundos partiendo de una distancia superior a 1 mm.

- Cabezal del AFM: Para detectar la deflexión del cantiléver se requiere un diodo láser superluminiscente (SLD) con una longitud de onda de en torno a 830 nm, resultando a un tamaño máximo de haz de 5 µm y un ruido de detección menor que 13 pm
- Alineación láser: La alineación del láser sobre la punta, así como su alineación en el centro del fotodetector (PSPD) debe ejecutarse automáticamente bajo control del software.

5.1.1 Electrónica de control del AFM

- Se requiere que el sistema incluya un controlador con configuración variable.
- Conversores analógico-digital y digital-analógico, con entradas y salidas libres para el usurario.
- Accesibilidad a señales del sistema para el diseño y ejecución de experimentos no convencionales.
- El sistema debe permitir adquirir por lo menos 8 canales a la vez, con un tamaño de imagen de tamaño mínimo 4096 x 4096 pxl.
- El controlador debe tener un control activo del factor de calidad (Q).

5.1.2 Ordenador y software

- Estación de trabajo: Deberá incluir dos monitores de al menos 23”, un ordenador de alto rendimiento con procesador Intel Core i5 o superior, mínimo 16 GB de RAM, SSD de al menos 512 GB, disco HDD de 1 TB, tarjeta gráfica NVIDIA GeForce, múltiples puertos USB 3.0 o 3.1, tarjeta de red (Ethernet) y sistema operativo Windows 10 Pro.
- Software: Interfaz de usuario amigable, que permita el control completo del sistema, adquisición automatizada de datos e imágenes, así como análisis y procesamiento posterior de medidas realizadas con el microscopio. Las actualizaciones del software serán gratuitas para el periodo de garantía.

5.1.3 Sistema de aislamiento para el AFM.

- Aislamiento acústico: Diseño independiente y ergonómico, con sellado ambiental para bloqueo de ruido acústico y lumínico externo.
- Aislamiento de vibraciones: sistema de aislamiento de vibración activo para cancelar la vibración del piso y la proveniente de la caja de guantes.

5.1.4 Accesorios.

- El suministro incluirá una rejilla de calibración para calibración lateral/vertical de distancias. Debe incluir por lo menos 16 cantilevers para diferentes modos de medida.

  Se incluyen además dos cajas de puntas adicionales.
  El suministro tiene que incluir una mesa de trabajo para el ordenador y un armario para el controlador, si es posible del mismo color.

5.2 Caja de guantes de atmósfera controlada

Se requiere una caja de guantes modular de altas prestaciones y atmósfera controlada, diseñada para la integración de varios equipos en su interior, incluyendo un microscopio de fuerzas atómicas,

además de la manipulación, preparación y caracterización de materiales sensibles al oxígeno, humedad y/o iluminación visible.

La caja de guantes estará destinada principalmente a la manipulación y caracterización de capas delgadas orgánicas, vidrios moleculares y dispositivos asociados.

El sistema deberá estar específicamente preparado para alojar en su interior un microscopio de fuerzas atómicas (AFM) de altas prestaciones, permitiendo su operación habitual en condiciones de atmósfera controlada. La caja deberá asimismo disponer de las interfaces necesarias para su conexión con otros equipos relacionados con el proyecto, incluyendo un sistema de nanolitografía térmica/NanoFrazor y un sistema externo de deposición de capas delgadas mediante un load-lock apropiado.

La caja de guantes deberá proporcionar un entorno de trabajo estable y de bajo nivel de vibraciones que no limite significativamente las prestaciones del AFM instalado en su interior.

Las especificaciones técnicas mínimas y obligatorias del sistema serán las siguientes.

5.2.1. Cámara principal y espacio de trabajo

La caja de guantes deberá:

Estar construida principalmente en acero inoxidable o material equivalente compatible con atmósferas de alta pureza.
Presentar una construcción modular que permita futuras ampliaciones o modificaciones.
Cumplir requisitos de estanqueidad equivalentes a DIN 25412 e ISO 10648-2, Clase 1, o superiores.
Tener unas dimensiones internas que permitan alojar de forma holgada el sistema AFM, sus accesorios y las operaciones normales de manipulación. Como referencia, el espacio interno deberá ser aproximadamente: Anchura: ≥ 2400 mm, Profundidad: ≥ 750 mm, Altura útil: ≥ 850 mm.
Disponer de una pantalla frontal transparente de vidrio de seguridad laminado o material equivalente.
Permitir la retirada de la pantalla frontal y/o paneles laterales para posibilitar la instalación, mantenimiento o sustitución del AFM y otros instrumentos de dimensiones elevadas.
Disponer de un mínimo de cinco puertos de guantes que permitan el acceso a las diferentes zonas de trabajo.
Los guantes deberán ser de material adecuado para atmósferas controladas y disponer de propiedades antiestáticas.
Incluir elementos de equipotencialidad y protección ESD para minimizar la generación y acumulación de carga electrostática.
Incorporar estanterías interiores ajustables y/o extraíbles que permitan organizar herramientas, muestras y accesorios sin interferir con el funcionamiento del AFM.

5.2.2. Sistema de purificación de gases y control de atmósfera

La caja de guantes deberá disponer de un sistema de purificación completamente automático capaz de eliminar de forma continua oxígeno y vapor de agua de la atmósfera interna.

El sistema deberá cumplir como mínimo las siguientes prestaciones: Concentración alcanzable de oxígeno: O_2 < 1 ppm, H_2O < 1 ppm.
Sistema de purificación mediante doble columna/filtro, que permita una operación eficiente y estable durante largos periodos.
Capacidad de purificación suficiente para el volumen completo de la caja.
Regeneración automática de los reactores mediante mezcla apropiada de gas inerte e hidrógeno.
Control automático de las válvulas de los reactores.
Circulación automática del gas.
Posibilidad de trabajo tanto en ligera presión positiva como negativa.
Control automático de la presión interna.
Posibilidad de definir alarmas independientes para concentración de O_2 y H_2O.
Registro automático de los principales parámetros de funcionamiento, incluyendo como mínimo: presión; concentración de O_2; concentración de H_2O.
Historial de datos durante un periodo mínimo de 60 días o capacidad equivalente de almacenamiento/exportación.
Posibilidad de exportar los datos a un ordenador mediante USB, Ethernet o sistema equivalente.

El ventilador de circulación deberá estar adecuadamente desacoplado mecánicamente y diseñado para presentar un nivel bajo de ruido y vibraciones, de forma que su funcionamiento sea compatible con las medidas de AFM.

Se requiere asimismo un modo de bajo ruido/vibración que pueda utilizarse durante las medidas de AFM, manteniendo condiciones adecuadas de atmósfera controlada.

5.2.3. Sensores de oxígeno y humedad

El equipo incluirá sensores independientes para monitorización continua de oxígeno y vapor de agua.

El sensor de O_2 deberá:

- Permitir medidas desde concentraciones inferiores a 1 ppm hasta, como mínimo, 1000 ppm;
- Disponer de cambio automático o manual de rango;
- Estar integrado en el sistema de control de la caja de guantes.

El sensor de humedad deberá:

- Medir concentraciones de H_2O en el rango sub-ppm;
- Permitir visualización en ppm y/o punto de rocío;
- Cubrir al menos aproximadamente el rango de punto de rocío entre −100 °C y +20 °C.

5.2.4. Sistema de purga rápida

La caja deberá disponer de un sistema de purga rápida que permita sustituir inicialmente la atmósfera de aire por gas inerte.

El sistema deberá permitir caudales de purga del orden de 150-200 L/min, o equivalentes adecuados al volumen de la caja.

El proceso deberá ser controlable desde el sistema principal y permitir definir el tiempo de purga.

5.2.5. Compatibilidad mecánica con AFM y aislamiento de vibraciones

La caja de guantes estará específicamente diseñada para albergar un AFM de altas prestaciones, por lo que deberán minimizarse las vibraciones mecánicas transmitidas desde: sistema de circulación de gases; bombas de vacío; estructura de la caja; manipulación de los guantes; instalaciones auxiliares.

La zona destinada al AFM deberá disponer de una base de elevada masa y alta estabilidad mecánica, preferentemente de granito u otro material equivalente.

La plataforma deberá:

- Estar mecánicamente desacoplada de la estructura principal de la caja;
- Disponer de elementos de absorción de vibraciones;
- Soportar el peso del AFM y su sistema de aislamiento;
- Disponer de una superficie útil mínima aproximada de 550 × 450 mm^2.

La estructura inferior de la caja deberá estar reforzada en esta zona.

Se deberá garantizar que la integración física del AFM no compromete el grado de estanqueidad ni las prestaciones de purificación de la caja.

5.2.6. Integración eléctrica y de comunicaciones del AFM

La caja de guantes deberá disponer de los feedthroughs necesarios para la correcta operación del AFM desde el exterior, así como de otros equipos similares a instalar.

Como mínimo se deberán proporcionar:

- Puertos normalizados KF o equivalentes para paso de cableado;
- Al menos **dos puertos dedicados a la integración del AFM;
- Alimentación eléctrica interior de 230/240 V;
- Tomas múltiples interiores;
- Placas desmontables que permitan incorporar futuros feedthroughs eléctricos o de comunicaciones.

Los feedthroughs deberán ser configurables para permitir el paso de señales tales como: alimentación; USB/Ethernet; señales analógicas; señales digitales; coaxiales; triaxiales, cuando sea necesario para la integración definitiva del AFM y otros instrumentos.

La configuración definitiva de los feedthroughs deberá acordarse con el ICN2 durante la fase de diseño del sistema.

5.2.7. Iluminación compatible con materiales fotosensibles

El sistema deberá disponer de dos sistemas independientes de iluminación interior:

1. iluminación blanca convencional para operaciones generales;
2. iluminación roja para trabajar con materiales sensibles a la luz visible de menor longitud de onda.

La iluminación roja deberá poder activarse de forma independiente de la iluminación blanca.

Preferentemente, la emisión de la iluminación roja estará centrada en longitudes de onda: $\lambda > 630$ nm, de forma que sea compatible con las operaciones de carga de muestra, aproximación y posicionamiento requeridas por el AFM y la manipulación de las muestras.

La empresa licitadora deberá indicar la longitud de onda o el espectro de emisión de la iluminación suministrada.

5.2.8. Antecámaras de transferencia de muestras

El equipo deberá disponer de al menos dos antecámaras.

Antecámara principal automática:

- anchuraaproximada mínima: 790 mm;
- longitud: aproximadamente 2400 mm o superior;
- altura aproximada mínima: 1890 mm
- construcción en acero inoxidable;
- bandeja interior deslizante;
- puertas interior y exterior;
- operación automática de evacuación y rellenado con gas inerte;
- medida de vacío;
- sistema de apertura/cierre que facilite la operación desde el interior de la caja.

Antecámara auxiliar:

- diámetro aproximado mínimo: 400 mm;
- longitud aproximadamente 800 mm;
- construcción en acero inoxidable;
- bandeja deslizante;
- válvulas apropiadas para evacuación y llenado.

La bomba de vacío utilizada para las antecámaras deberá minimizar la contaminación de la caja y la transmisión de vibraciones al AFM.

5.2.9. Integración con el sistema de deposición

La caja deberá disponer de una interfaz específica que permita su conexión directa con el load-lock de un sistema externo de deposición de capas delgadas.

La interfaz deberá incluir:

- apertura apropiada en una pared lateral;
- elementos mecánicos de fijación;
- superficie adecuada para sellado de vacío;
- espacio suficiente para operación del sistema de transferencia.

El diseño definitivo de la interfaz se deberá coordinar entre el adjudicatario, el ICN2 y el fabricante del equipo de deposición.

El objetivo será permitir la transferencia de muestras entre la caja de guantes y el sistema de deposición sin exposición a la atmósfera ambiente.

5.2.10. Integración con sistema de nanolitografía térmica

La caja deberá estar preparada para la integración de un sistema de nanolitografía térmica u otro equipamiento auxiliar relacionado con el proyecto GLASSPIKE.

Como mínimo se deberán proporcionar las interfaces mecánicas previstas para:

- un feedthrough tipo KF50 o equivalente;
- una brida de aproximadamente DN200 o equivalente;
- otros servicios eléctricos o mecánicos requeridos durante la fase final de integración.

El diseño deberá permitir instalar y retirar dichos equipos sin comprometer permanentemente la estanqueidad de la caja.

5.2.11. Adsorción de solventes

El sistema deberá disponer de un módulo específico de eliminación de vapores de solventes, basado en carbón activo o tecnología equivalente.

El sistema deberá: presentar elevada capacidad de adsorción; incluir válvulas de bypass; permitir acondicionamiento mediante vacío; permitir la retirada y sustitución del material adsorbente minimizando la contaminación del área de trabajo.

5.2.12. Filtros de partículas

Las líneas de entrada y salida del gas de la caja deberán disponer de filtros de alta eficiencia, preferentemente HEPA H14 o equivalente.

La presencia de estos filtros deberá ser compatible con las prestaciones de purificación de O_2/H_2O y con el régimen de circulación requerido.

5.2.13. Sistema de control

El sistema estará controlado mediante PLC industrial o solución equivalente y dispondrá de una pantalla táctil de al menos aproximadamente 7 pulgadas.

Desde el sistema de control deberá ser posible:

* visualizar presión, O_2 y H_2O;
* controlar circulación;
* controlar procesos de regeneración;
* controlar purga;
* controlar antecámara automática;
* modificar alarmas y set-points;
* consultar históricos;
* exportar datos;
* gestionar alarmas y condiciones de seguridad.

El sistema deberá incluir mecanismos automáticos para mantener la caja en condiciones seguras ante fallos de alimentación o pérdida de servicios auxiliares.

5.2.14. Protección electrostática

Dada la naturaleza de las muestras orgánicas y dispositivos de GLASSPIKE, y la realización de medidas de microscopía de fuerza atómica la caja deberá disponer de un sistema adecuado de protección ESD y equipotencialidad.

Como mínimo deberá incluir:

- guantes antiestáticos;
- elementos conductores o disipativos conectados a tierra;
- sistema de equipotencialidad de las zonas de trabajo;
- puntos de conexión a tierra para instrumentación y muestras.

5.2.15. Sistema de extracción

Los gases procedentes de la caja de guantes, el sistema de purificación/regeneración y las * bombas de vacío deberán poder conducirse a un colector común o sistema equivalente para su conexión a la red de extracción del laboratorio.

El sistema deberá ser compatible con las condiciones de seguridad requeridas para la regeneración de los reactores utilizando mezclas de gas que contienen H_2.

5.3 Integración del sistema de microscopía de fuerza atómica en la caja de guantes

El microscopio de fuerza atómica y la caja de guantes objeto de esta licitación deberán constituir, una vez instalados, un único sistema experimental plenamente integrado y funcional.
La integración de ambos elementos constituye un requisito esencial del equipamiento y responde a las necesidades científicas del proyecto **GLASSPIKE**. Una parte importante de las muestras que se estudiarán estará constituida por capas delgadas y dispositivos basados en materiales moleculares y orgánicos cuyas propiedades estructurales, eléctricas y de polarización pueden verse modificadas por la exposición a oxígeno, humedad y/o determinadas condiciones de iluminación. Por tanto, se requiere que las muestras puedan ser transferidas, manipuladas y caracterizadas mediante AFM, incluyendo especialmente medidas de potencial de superficie mediante KPFM y otros modos eléctricos, sin necesidad de exponerlas a la atmósfera ambiente durante el proceso de medida.

La caja de guantes deberá actuar por tanto como entorno operativo habitual del AFM, y no únicamente como recinto de almacenamiento o manipulación de muestras.

5.3.1. COMPATIBILIDAD MECÁNICA Y FUNCIONAL

La integración deberá garantizar como mínimo:

- La instalación completa del AFM, incluyendo cabezal, sistema de posicionamiento de muestras, sistema óptico y elementos necesarios para su operación, en el interior de la caja de guantes.
- Espacio suficiente para permitir la operación normal del AFM, incluyendo carga y descarga de muestras, intercambio automático de puntas, posicionamiento, aproximación a la muestra y acceso a los elementos que requieran manipulación rutinaria.
- Accesibilidad suficiente para realizar las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo del AFM.
- Posibilidad de retirar o sustituir el AFM cuando sea necesario sin realizar modificaciones permanentes en la estructura de la caja de guantes.
- Compatibilidad entre las dimensiones de la caja, los puertos de guantes y la ubicación del AFM, de forma que las operaciones habituales puedan realizarse de manera ergonómica y segura.

5.3.2. AISLAMIENTO DE VIBRACIONES

La integración deberá realizarse de manera que la caja de guantes no degrade de forma significativa las prestaciones metrológicas del AFM.
Para ello:

- El soporte mecánico del AFM deberá estar adecuadamente desacoplado de la estructura de la caja de guantes.
- Las vibraciones procedentes del sistema de circulación y purificación de gas, bombas de vacío, válvulas, ventiladores y otros elementos auxiliares deberán minimizarse.
- Se deberá disponer de una base de elevada estabilidad mecánica y del sistema de aislamiento activo y/o pasivo de vibraciones requerido por el AFM.
- El sistema de purificación deberá disponer de un régimen de funcionamiento de bajo ruido y vibración compatible con la realización de medidas de alta resolución.

La configuración definitiva deberá garantizar que el AFM pueda alcanzar dentro de la caja de guantes las prestaciones de resolución y ruido especificadas en el presente pliego.

5.3.3. INTEGRACIÓN ELÉCTRICA Y DE COMUNICACIONES

La caja de guantes deberá incorporar todos los feedthroughs, conexiones y elementos auxiliares necesarios para operar el AFM desde el exterior del recinto manteniendo las condiciones de estanqueidad y pureza de la atmósfera interna.
Se deberán contemplar, cuando sean necesarios:

- alimentación eléctrica;
- conexiones de tierra y equipotencialidad;
- señales analógicas y digitales;
- conexiones coaxiales y triaxiales;
- USB;
- Ethernet;
- comunicaciones entre el controlador, ordenador, AFM y equipos auxiliares.

La disposición y características de estos pasamuros deberán ser compatibles con la configuración definitiva del AFM, y con la futura incorporación de un sistema de nanolitografía y el acoplamiento aun equipo de evaporación.

5.3.4. COMPATIBILIDAD CON ILUMINACIÓN ROJA

La integración deberá permitir realizar las operaciones habituales de:

- introducción y carga de muestras;
- identificación del área de interés;
- posicionamiento de la muestra;
- aproximación de la punta;
- alineación y operación del AFM,

utilizando únicamente la iluminación compatible con materiales fotosensibles especificada en este pliego, con longitud de onda igual o superior aproximadamente a 630 nm, cuando así lo requiera el experimento.

El propio sistema óptico del AFM y cualquier fuente luminosa utilizada durante estas operaciones deberán ser compatibles con este requisito.

5.3.5. COMPATIBILIDAD CON LA ATMÓSFERA DE LA CAJA DE GUANTES

Todos los elementos del AFM situados en el interior de la caja deberán ser compatibles con una atmósfera inerte de alta pureza y no deberán constituir una fuente significativa de:

- oxígeno;
- vapor de agua;
- solventes;
- partículas;
- otros contaminantes que puedan comprometer los niveles de pureza especificados.

Los materiales, lubricantes, adhesivos, cables y componentes utilizados en la integración deberán seleccionarse teniendo en cuenta este requisito.

La operación normal del AFM deberá ser compatible con el mantenimiento de niveles de: $O_2 < 1$ ppm y $H_2O < 1$ ppm.

5.3.6. INTEGRACIÓN CON EL FLUJO DE MUESTRAS DE GLASSPIKE

La disposición del AFM dentro de la caja deberá ser compatible con el flujo experimental previsto en el proyecto GLASSPIKE, permitiendo la transferencia de muestras entre:
sistema de deposición → caja de guantes → AFM → otros equipos integrados en la caja
sin exposición a la atmósfera ambiente cuando sea necesario.
En particular, la posición del AFM no deberá interferir con:

- el load-lock de conexión con el sistema de deposición;
- las antecámaras de introducción de muestras;
- el sistema de nanolitografía térmica;
- las zonas de manipulación y almacenamiento de muestras.

5.3.7. RESPONSABILIDAD SOBRE LA INTEGRACIÓN

La empresa adjudicataria deberá asumir la responsabilidad global de la correcta integración y funcionamiento conjunto del AFM y la caja de guantes, incluso cuando los distintos componentes o subsistemas procedan de fabricantes diferentes.
La oferta deberá incluir todas las piezas, adaptadores, soportes, pasamuros, modificaciones mecánicas, cableado y elementos auxiliares necesarios para conseguir un sistema completamente operativo.
No se admitirán como prestaciones adicionales posteriores aquellas modificaciones que sean necesarias para alcanzar las funcionalidades descritas en el presente pliego y que razonablemente deban formar parte de la integración del sistema.
Cuando participen fabricantes o proveedores diferentes, el adjudicatario será responsable de coordinar técnicamente las actuaciones necesarias para garantizar la compatibilidad entre ambos equipos.

5.3.8. INSTALACIÓN Y PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO

La aceptación final del equipamiento no se realizará mediante la aceptación independiente del AFM y de la caja de guantes, sino después de comprobar el correcto funcionamiento del sistema integrado.

Como mínimo se verificará:

- funcionamiento del AFM instalado en su posición definitiva dentro de la caja de guantes;
- correcta operación de los sistemas de posicionamiento, óptica y aproximación;
- correcto funcionamiento del sistema automático de intercambio de puntas;
- funcionamiento de los modos AFM básicos y de KPFM;
- ausencia de interferencias mecánicas o eléctricas significativas introducidas por la caja de guantes;
- correcto funcionamiento de las conexiones eléctricas y de comunicaciones;
- funcionamiento con iluminación roja;
- mantenimiento durante la operación del AFM de las condiciones requeridas de O_2 y H_2O;
- correcto funcionamiento de los sistemas de aislamiento de vibraciones.

La firma del acta definitiva de recepción se producirá únicamente una vez demostrado que el conjunto AFM–caja de guantes cumple las prestaciones especificadas como sistema integrado.

6. GARANTÍA

6.1. Garantía del Microscopio de Fuerzas Atómicas:

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

El contrato debe incluir una garantía total por un periodo mínimo de 2 años que deberá cubrir cualquier riesgo, incluyendo:

- La reparación o sustitución de cualquier componente que sufra una avería y/o que no cumpla las especificaciones requeridas.
- Los gastos de traslado de los componentes que no puedan ser reparados en las instalaciones de los ICN2.
- La asistencia técnica (incluyendo el desplazamiento, alojamiento y dietas de personal técnico que debe prestar apoyo).
- El mantenimiento anual requerido para el óptimo funcionamiento del equipo.

El periodo de vigencia de la garantía se iniciará en el momento de la firma del acta final de recepción del equipamiento, después de la puesta en marcha y verificación de las prestaciones del mismo.

El adjudicatario debe asumir un compromiso de velocidad de respuesta rápida para la asistencia técnica a consultas telefónicas o por correo electrónico iniciales en las primeras 24 horas.

En caso de que la avería o disfunción no pueda solucionarse mediante asistencia remota en menos de 48 horas, la asistencia presencial de personal altamente cualificado no deber demorarse más de 72 horas.

6.2. Garantía de la caja de guantes de atmósfera controlada:

Garantía mínima: **1 año a todo riesgo**

El contrato deberá incluir una garantía total por un periodo mínimo de un año que cubra:

- Reparación o sustitución de componentes que sufran una avería o no cumplan las especificaciones requeridas;
- Desplazamiento y transporte de los componentes;
- Asistencia técnica;
- Gastos de desplazamiento, alojamiento y dietas del personal técnico;
- Mantenimiento requerido para el correcto funcionamiento del equipo.

El periodo de garantía comenzará en el momento de la firma del acta final de recepción, una vez instalado el equipo y verificadas sus prestaciones.

El adjudicatario deberá proporcionar asistencia técnica remota en un plazo máximo razonable desde la comunicación de una incidencia y deberá indicar los tiempos previstos de intervención presencial cuando la reparación remota no resulte posible.

6.3. Responsabilidad global del adjudicatario sobre la integración.

A efectos de la presente licitación, la empresa adjudicataria será el único responsable contractual y técnico frente al ICN2 del suministro, integración, instalación, puesta en marcha y correcto funcionamiento del sistema completo AFM–caja de guantes.
Esta responsabilidad será independiente del número de fabricantes, distribuidores, subcontratistas o empresas especializadas que intervengan en el suministro.
Cuando los diferentes subsistemas procedan de fabricantes distintos, corresponderá exclusivamente al adjudicatario:

- coordinar técnicamente las actuaciones de las diferentes empresas;
- definir y verificar la compatibilidad de las interfaces;
- proporcionar todos los elementos auxiliares necesarios para la integración;
- resolver las incompatibilidades que puedan aparecer;
- coordinar la instalación y puesta en marcha;
- organizar las pruebas de aceptación;
- garantizar el correcto funcionamiento del sistema completo.

El ICN2 no asumirá la coordinación técnica entre los diferentes fabricantes o proveedores ni la responsabilidad de resolver incompatibilidades entre los diferentes componentes del suministro.
Todos los adaptadores, soportes, modificaciones, pasamuros, cableados, conexiones, piezas especiales y elementos auxiliares que sean razonablemente necesarios para conseguir el funcionamiento especificado en el PPT deberán considerarse incluidos en el suministro y en el precio ofertado.
La recepción definitiva del equipamiento se realizará únicamente una vez se haya demostrado el correcto funcionamiento del conjunto AFM–caja de guantes como sistema plenamente integrado.

7. INSTALACIÓN Y PUESTA A PUNTO

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

En el precio del contrato se incluye la instalación y puesta a punto 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.

En relación con la caja de guantes, en el precio del contrato estarán incluidos:

* transporte puerta a puerta;

* descarga y posicionamiento;
* el montaje, conexión de todos los subsistemas y puesta a punto, con un test de funcionamiento y aceptación.

Como parte de la aceptación se deberá demostrar experimentalmente que la caja alcanza:

O_2 < 1 ppm y H_2 < 1 ppm. Se verificará asimismo el funcionamiento correcto de la iluminación roja, sistema de control, interfaces de AFM y sistemas auxiliares.

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.

8. 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 deberá estar escrito en castellano y/o en inglés. Se entregarán en copia de papel y CD.

9. FORMACION

Una vez instalado el equipo, se deberá realizar un curso de formación práctica completa para el personal designado por el ICN2, que se llevará a cabo en las instalaciones del ICN2, y en el lugar de instalación del equipamiento.

El objetivo de esta formación será dotar al personal técnico e investigador que se designe, de los conocimientos y habilidades necesarias para poder utilizar el equipamiento obteniendo las máximas prestaciones de toda la parte instrumental. La formación tendrá en consideración las necesidades específicas de las personas en formación y deberá ser impartida por personal altamente calificado.

El contenido mínimo del programa formativo debe incluir los conocimientos necesarios para poder utilizar el equipamiento en todos los modos de operación y así poder extraer la información científica de interés.

La duración de esta formación será de un mínimo de 3 días hábiles, que podrían fragmentarse y no

ser necesariamente consecutivos, para un mejor aprovechamiento de la formación en función de las necesidades de personal en formación. Los costes derivados de este periodo de formación serán asumidos por la compañía adjudicataria.

Durante la vida útil del equipamiento, el personal técnico e investigador podrá contactar con el servicio técnico formado por ingenieros especializados que ofrecerán soporte mediante remoto, o presencialmente si es necesario. Además, deberá facilitarse el acceso a los especialistas científicos de la empresa suministradora para compartir conocimientos a través de webinarios y vídeos.

10. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se podrá solicitar información adicional mediante envío de email a la siguiente dirección: ***contracts@icn2.cat***

Bellaterra, a 3 de noviembre de 2026

Fdo: Jordi Fraxedas

CSIC Scientific Researcher
Group of Thermal Properties of Nanoscale Materials ICN2