

## PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN LA CONTRATACIÓN DE SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN NANOINDENTADOR PARA ENSAYOS MICRO/NANO-MECÁNICOS IN-SITU DE MATERIALES A ADJUDICAR POR PROCEDIMIENTO ABIERTO CON PLURALIDAD DE CRITERIOS

### 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Madrileño de Estudios Avanzados en Materiales (Instituto IMDEA Materiales) es un Instituto de Excelencia en Ciencia e Ingeniería de Materiales creado por la Comunidad de Madrid en coordinación con universidades, centros de investigación y empresas. Constituida como Fundación sin ánimo de lucro en noviembre de 2006 en el marco del IV PRICIT, su estructura y naturaleza jurídica están orientadas a ayudar a superar la distancia existente entre la investigación y la sociedad.

Para que el “Laboratorio de caracterización y procesamiento de materiales en 3D y 4D” inscrito en REDLAB con número RLAB-016, continúe con la prestación de servicios de ensayos de deformación in situ en MEB se hace necesario disponer de un renovado equipamiento científico-técnico avanzado y de altas prestaciones que permita comprender el comportamiento mecánico de materiales de baja dimensionalidad como películas delgadas, nanohilos, nanovigas, nanopilares, nanopartículas, así como aislar el comportamiento mecánico de fases individuales e intercaras en materiales masivos. Para ello se requiere la adquisición de un equipo nanoindentador para ensayos micro/nano-mecánicos in-situ en un microscopio electrónico de barrido (MEB). Todo ello además permitirá el extendido funcionamiento y óptimo desarrollo de la actividad investigadora del instituto IMDEA Materiales. Dado que los mecanismos de deformación y las propiedades de los materiales pueden cambiar drásticamente en función de la temperatura, se requiere la posibilidad de trabajar en diferentes rangos de temperatura. Algunas de las propiedades objeto de medición son: dureza, módulo elástico, tenacidad, resistencia a la fluencia y características de fatiga; todas ellas pueden cambiar significativamente a diferentes temperaturas. El equipo debe permitir combinar opciones de alta temperatura y criogénicas, para realizar la caracterización mecánica en diversas condiciones (incluyendo nanoindentación, flexión en voladizo y compresión de micro-pilares o partículas) de muestras a pequeña escala en un rango de temperaturas extremas desde -130 °C hasta 800 °C.

Las nuevas prestaciones de este equipo realizarán las pruebas in-situ, lo que permitirá la visualización mediante el MEB de la deformación durante el ensayo en tiempo real a diferentes temperaturas para un análisis completo de los mecanismos de deformación y la caracterización mecánica cuantitativa del comportamiento del material.

El presente pliego describe las condiciones técnicas de carácter obligatorio que tendrá que cumplir el contrato de suministro y montaje de dicho equipamiento. Aquellos licitadores cuyas ofertas no cumplan los requisitos obligatorios del presente pliego serán excluidos de la licitación.

### 2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

Las ofertas han de ajustarse a las condiciones especificadas a continuación:

#### 2.1. Sistema base para ensayos micro/nano mecánicos:

- Plataforma de dimensiones y peso compatibles con su operación dentro de MEBs para temperatura ambiente (FEI SEM Helios Nanolab y Zeiss Evo MA15) y alta/baja temperatura (para el Zeiss Evo MA15) ambos existentes en el servicio.
- Debe de poseer una **elevada rigidez (> 150000 N/m)**, que garantice la obtención de curvas fuerza-desplazamiento libres de artefactos.
- Transductor de carga de hasta 500 mN, con un nivel de ruido  $\leq 5 \mu\text{N}$ , y un rango de desplazamiento de al menos hasta 20  $\mu\text{m}$ .
- Pletina de posicionamiento con mínimo 3 grados de libertad (X, Y, Z) con una resolución de

posicionamiento  $\leq 2$  nm.

- El controlador debe ser compatible con nanoindentación automatizada, y mapeo cuantitativo de propiedades mecánicas.
- El instrumento debe tener la capacidad de realizar mapeo rápido de las propiedades del material utilizando nanoindentación estándar a velocidades de al menos 1 indentación/s. Todas las velocidades especificadas deben incluir los movimientos laterales y el tiempo de estabilización entre las indentaciones sucesivas.

2.2. Módulos de alta y baja temperatura compatibles con vacío para realizar ensayos de manera controlada desde -130 °C hasta 800 °C:

- Módulo de alta temperatura:
  - Alta rigidez mecánica ( $> 150000$  N/m), y que sea constante en todo el rango de temperaturas.
  - Calentamiento de la punta y la muestra con controles independientes.
  - Control de temperatura de circuito cerrado con una precisión de control de la temperatura objetivo de  $< 0,1$  °C.
  - Estabilidad térmica de  $\pm 0,1$  °C.
  - Temperatura máxima de funcionamiento: 800 °C
- Módulo de baja temperatura:
  - Alta rigidez mecánica ( $> 150000$  N/m), y que sea constante en todo el rango de temperaturas.
  - Control de temperatura de circuito cerrado con una precisión de control de la temperatura objetivo de  $< 0,1$  °C.
  - Control independiente de la temperatura de la muestra y de la punta.
  - Estabilidad térmica  $\pm 0,1$  °C.
  - Temperatura mínima de -130 °C

2.3. El software debe permitir el completo control del sistema, así como la adquisición de datos en diferentes modos de medida y de procesamiento de gráficos.

- Funciones de carga definibles por el usuario para la realización de ensayos quasi-estáticos y cíclicos.
- El software debe proporcionarse con una licencia indefinida.

2.4. El ordenador debe permitir:

- Salida simultánea de video y curva de fuerza/desplazamiento que facilite la sincronización temporal entre la curva de fuerza-desplazamiento y el video SEM correspondiente.
- Conexión a la red local de IMDEA para almacenamiento de datos y para asegurar las correctas actualizaciones del sistema operativo y de programas antivirus.

2.5. El licitador tiene la posibilidad, a su elección, de reutilizar y restaurar componentes ya existentes en el antiguo equipo que ya posee el instituto, incluyendo:

- Transductores – sujetos a recalibración y demostración de adecuación a las nuevas condiciones de trabajo, con la consiguiente garantía de funcionamiento.
- Bridas (adaptadores) y pasamuros a la cámara de vacío del MEB.
- Enfriador.
- Pletina de posicionamiento con movimiento en X, Y, Z, rotación e inclinación.

2.6. La Instalación del sistema se llevará a cabo de acuerdo con el procedimiento de instalación del fabricante. Después de la instalación, se realizará una verificación de funcionamiento y calibración que incluya todos los ajustes del sistema de acuerdo con las especificaciones del fabricante, desarrollando para ello un protocolo de instalación. Se entregará toda la documentación necesaria de instalación y manuales de manejo. El precio

incluye todos los accesorios, los gastos laborales y de viaje.

2.7. Soporte técnico: La oferta debe incluir asistencia técnica remota sin coste para los usuarios del instrumento a través de correo electrónico, teléfono, reuniones en línea y plataformas de compartición de pantalla durante al menos 5 años posteriores a la formación de instalación.

2.8. Curso de formación presencial teórico-práctico en castellano o inglés de operación básica (2 días) a la recepción del equipo, con muestras del usuario en el laboratorio en que estará instalado.

2.9. Plan de garantía y mantenimiento obligatorio durante el período de garantía. El equipo dispondrá de un **plazo de garantía de al menos 1 año** a contar desde de firma del acta de recepción o superior, en caso de que el licitador oferte un incremento del plazo de garantía. En cualquier caso, la garantía debe cubrir el sistema base y todos sus componentes, accesorios y elementos auxiliares que se suministren con el mismo.

Durante el periodo de garantía las empresas licitadoras deben incluir, sin coste adicional para el Instituto, un plan de mantenimiento básico que permita garantizar su correcto funcionamiento. En este plan de mantenimiento básico los licitadores deberán detallar específicamente las operaciones de mantenimiento previstas, así como el número de visitas preventivas y los fungibles y piezas incluidos. Los licitadores deberán disponer de un servicio técnico especializado que, además de encargarse del plan de mantenimiento básico del nanoindentador, atienda las posibles incidencias o averías que puedan surgir durante el periodo de garantía. El tiempo de respuesta de dicho servicio técnico deberá ser inferior a 24 horas desde la comunicación de la incidencia por parte del Instituto vía telefónica o email.