

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS QUE HA DE REGIR LA LICITACIÓN, MEDIANTE PROCEDIMIENTO ABIERTO, DEL SUMINISTRO DE UN MICROSCOPIO DE BARRIDO (STM/nc-AFM) DE BAJA TEMPERATURA Y ULTRA ALTO VACÍO INTEGRANDO CAMPO MAGNETICO Y RECOLECCION DE LUZ PARA LA FUNDACIÓN IMDEA NANOCIENCIA.

1. OBJETO DEL CONTRATO.

El objeto del contrato consistirá en el suministro de un microscopio de barrido (STM/nc-AFM) de baja temperatura y ultra alto vacío, en adelante microscopio STM, que incluirá como mínimo los siguientes componentes:

- 1.1 Microscopio de barrido de baja temperatura y ultra alto vacío.
- 1.2 Campana de ultra alto vacío para alojar el microscopio.
- 1.3. Electrónica de control del microscopio.
- 1.4 Campana de preparación con sistema de introducción rápida.
- 1.5 Marco, sistema anti-vibratorio y grúa.
- 1.6 Accesorios.
- 1.7 Instalación y prueba

2. CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS DEL EQUIPO OBJETO DE LA ADQUISICIÓN.

El microscopio STM objeto del contrato debe cumplir las siguientes características técnicas mínimas:

- La garantía del equipamiento debe ser de mínimo dos años.
- Deberá ser posible hornear el sistema de UHV incluyendo el microscopio STM a temperaturas de mínimamente 95 °C.
- La presión base del microscopio STM a temperatura ambiente deberá ser igual o inferior a 3×10^{-10} mbar.
- Incluirá ordenador de control, con sistema operativo Windows 11 o Debian 13.
- Incluirá manuales de todos los componentes del sistema.

2.1 Microscopio de barrido de baja temperatura y ultra alto vacío.

2.1.1 Criostato

El microscopio STM debe ir montado sobre un criostato de helio líquido y apantallado con un criostato de nitrógeno líquido, ambos proporcionados, permitiendo la operación a temperaturas menores de 6 K.

Los criostatos de helio y nitrógeno a suministrar deben tener unos intervalos de rellenado que permitan tiempos de medida accesibles por encima de 48 horas manteniendo la muestra por debajo de 6 K.

El consumo de He líquido no debería superar los 2 litros por cada 24 horas.
Debe permitir acceso óptico a la cabeza del STM durante las medidas.

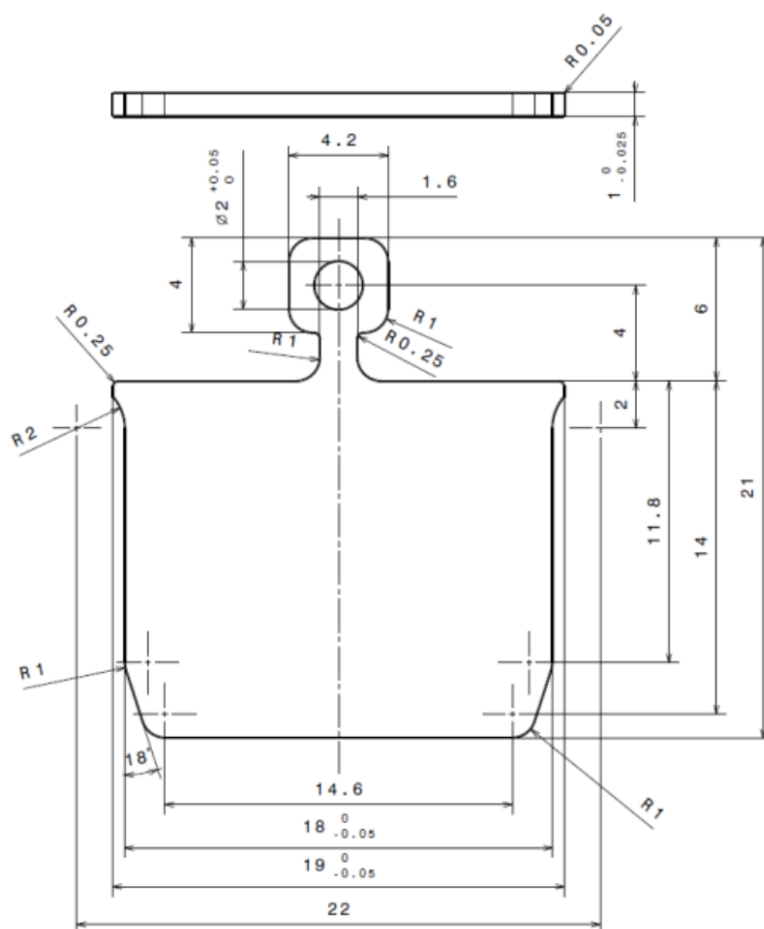
Las aberturas (agujeros) en los escudos de frío pueden presentar ventanas de zafiro o sílice fundida (cuarzo) en el camino óptico.

Debe existir un sensor de nivel de helio compatible con el criostato, y una caña de transferencia para llenar el criostato con LHe desde un dewar.

2.1.2 Microscopio

- Vendrá equipado con un diodo de Si para medir la temperatura de la muestra con una exactitud de ± 0.5 K en un rango de 3 K a 400 K.
- Rango de barrido del microscopio STM a 5 K será igual o superior a $1.1 \mu\text{m} \times 1.1 \mu\text{m} \times 0.2 \mu\text{m}$.
- Rango de posicionamiento entre punta y muestra (z) será igual o superior a 5 mm.
- Rango de posicionamiento lateral (x,y) será igual o superior a ± 2 mm.
- Deriva espacial (drift) $\leq 0,2$ nm/h a 5 K.
- El microscopio vendrá preparado para realizar microscopia de barrido por efecto de fuerzas atómicas (nc-AFM) con resolución atómica mediante la técnica de non-contact (nc-AFM). El sensor del sistema de detección debe estar basado en la técnica 'QPlus tuning fork'. La detección de la interacción punta-muestra estará basada en el desplazamiento de la frecuencia de oscilación del 'QPlus tuning fork'.
- El microscopio STM debe permitir resolución atómica en metales en modo STM y resolución atómica en semiconductores o NaCl en modo nc-AFM.
- El microscopio se suministrará cableado con dos líneas de radiofrecuencia: una conectada al portamuestras y otra terminada en las proximidades de la punta, actuando como antena, de forma análoga a configuraciones descritas en la literatura científica especializada (por ejemplo, Phys. Rev. Research 2, 013032).
- La cabeza del microscopio estará equipada con dos elementos ópticos, en concreto espejos parabólicos con apertura numérica aproximada de 0,4, capaz de acoplar luz desde y hacia la unión túnel al sistema óptico externo.

- El elemento óptico estará montado en un sistema de movimiento en 3 dimensiones, compatibles con la medida a baja temperatura para alinear el camino óptico con el ápex de la punta.
- La amplitud mínima detectable con el sensor qPlus debe ser inferior a 60 pm.
- El portamuestras debe estar equipado con un mínimo de 5 contactos extra para aplicar señales adicionales a la muestra.
- Será posible aplicar un campo magnético estático a la muestra de al menos 0,5 T.
- Dispondrá de un preamplificador para qPlus nc-AFM.
- Dispondrá de un convertidor I/V con un ancho de banda de mínimo 1 kHz con una ganancia de 10^9 V/A y un ruido de máximo 5 fA/√Hz medido a 100 Hz.
- Se podrán intercambiar sensores qPlus y puntas de STM in-situ sin romper el vacío.
- Los sensores de qPlus permitirán medidas de corriente de manera simultánea.
- El microscopio deberá aceptar muestras compatibles con el formato utilizado en IMDEA y descrito según el siguiente dibujo técnico, donde las unidades son mm:



2.2 Campana de ultra alto vacío para alojar el microscopio.

- El Microscopio y sus criostatos estarán alojados en una cámara de ultra alto vacío (UHV), con una presión de base, tras un proceso de horneado adecuado, de hasta 3×10^{-10} mbar con el STM a 6 K.
- Tendrá instalado un parking con sitio para un mínimo de 8 muestras y 6 puntas o sensores.
- Tendrá una varilla de manipulación (wobble stick) con 5 grados de libertad para el manejo manual de muestras dentro de la UHV y la transferencia tanto de muestras como de sondas entre parking, cabeza de microscopio, y manipulador.
- El sistema deberá permitir la deposición controlada de moléculas sobre la muestra, compatible con métodos de evaporación térmica adecuados para compuestos orgánicos y/o moleculares. Dicha deposición podrá realizarse mediante evaporadores convencionales o mediante sistemas alternativos que permitan la evaporación directa de moléculas desde un soporte sólido calentado, con línea de visión directa hacia la unión túnel.
- Para poder funcionalizar las puntas con moléculas de monóxido de carbono (CO), la campana dispondrá de una válvula de fuga ajustable, con rango de flujo de 1×10^{-10} a 100 mbar·L/s,

accionamiento manual. Deberá incluir una tubería en el lado de aire y conexión a botella de gas mediante tubo de acero inoxidable. Asimismo, se requiere conexión para purgado previo al uso con gas, preferiblemente conectable al sistema de bombeo del load-lock, y un soporte para la botella de gas, montado en el bastidor del sistema.

- Tendrá un conjunto adecuado de mirillas (viewports) que permita la inspección visual del interior de la cámara y de la zona de la unión túnel.
- Dispondrá de un sistema de medida de presión basado en un manómetro de ionización tipo Bayard–Alpert con filamento caliente, adecuado para el rango de presiones de UHV.
- Para la realización de experimentos que involucren detección o iluminación óptica, el sistema deberá permitir la desactivación del manómetro de ionización tipo Bayard–Alpert sin afectar al funcionamiento del sistema de control ni a la estabilidad operativa del microscopio.
- Contará con un sistema de bombeo libre de vibraciones. Primario mediante bomba iónica, adecuado para alcanzar y mantener condiciones de UHV, valorándose positivamente la disponibilidad de bombeo adicional mediante sublimación de titanio (TSP).
- Al menos deberá disponer de una brida libre que permita la futura integración de un evaporador de metales en varilla, tipo e-beam.
- La cámara del STM estará equipada con un puerto de dimensiones adecuadas que permita el traspaso cómodo y seguro de muestras hacia/desde la cámara de preparación, y que pueda utilizarse para el bombeo del STM mediante la turbobomba del sistema de preparación durante procesos de horneo.
- Dicho puerto estará provisto de una válvula de compuerta compatible con UHV, que permita aislar completamente la cámara del STM de la cámara de preparación cuando sea necesario, por ejemplo, durante tareas de mantenimiento del sistema de preparación.

2.3. Electrónica de control del microscopio.

- Incluirá ordenador de control de arquitectura moderna suministrado con Sistema operativo Windows 11 o Sistema operativo basado en Debian 13, junto con al menos cuatro monitores de un tamaño mínimo de 24 pulgadas montados en malla, disponiendo de teclado inalámbrico y ratón inalámbrico.
- Incluirá manuales de todos los componentes y opciones del sistema.

- La electrónica suministrada deberá ser totalmente compatible con la cabeza de microscopio incluida en la presente licitación por el fabricante, permitiendo su operación completa y todas las funcionalidades descritas en este pliego.
- La electrónica y su programa de control tratará los datos con una precisión mínima de 32 bits.
- El rango de voltaje de las entradas analógicas debe ser de -10 V a +10 V. Para señales pequeñas, se debe poder medir de manera diferencial, con ganancia de $\times 10$ y $\times 100$.
- Se podrá medir con una resolución efectiva de al menos 24 bits.
- El ancho de banda de entrada sería mínimo de CC a 100 kHz.
- Con la ganancia de $\times 100$, el ruido de medida de la entrada analógica para 15 kS/s debe ser inferior a 1 μV_{rms} .
- Con la ganancia de $\times 100$, la densidad de ruido de entrada debe ser inferior a 30 nV/VHz a la frecuencia de 1 Hz, e inferior a 10 nV/VHz a la frecuencia de 100 Hz.
- Salida analógica con dos rangos de tensión configurable mediante software de ± 10 V y ± 2.5 V.
- Ancho de banda para la salida analógico de DC a 250 kHz (-3 dB) con filtros paso-bajo configurables por el usuario.
- Resolución efectiva de salida de al menos 22 bit.
- Densidad de ruido de salida inferior a 15 nV/VHz (>1 kHz) en rango ± 10 V y deriva de 12 horas inferior a 30 μV p-p.
- La densidad de ruido en el módulo de alto voltaje para controlar el piezo de barrido, a 300 Hz, debe ser inferior a 600 nV/VHz
- La electrónica permitirá mover el 'course motor' desde un mando físico, y desde el software de medida.
- La electrónica permitirá controlar el 'auto-approach' sin chocar la punta.
- Se permitirá la operación del microscopio de barrido en modo corriente constante, desplazamiento de frecuencia constante (constant frequency shift), altura constante, y "multipass".
- Será posible controlar los modos de operación de STM, nc-AFM, y espectroscopias asociadas, incluyendo entre otros: $I(V)$, $dI/dV(V)$, $d^2I/d^2V(V)$, $Z(V)$, $Z(I)$, $I(t)$, $\Delta f(Z)$, $\Delta f(V)$, $\Delta f(t)$.

- Será posible controlar la manipulación atómica.
- Existirá capacidad de acceso adicional DAC y ADC.
- Se dispondrá de acceso a todas las entradas y salidas de señales analógicas de baja tensión (-10 V a + 10 V) mediante conectores BNC.
- Se permitirá programación remota mediante Python.
- Se permitirá la visualización de las entradas con un osciloscopio y un analizador de frecuencias FFT, que serán incluidos en la licitación.
- Se dispondrá de un amplificador lock-in 'dual phase', que se podrá utilizar para cualquier combinación de entrada y salida.
- Existirá la posibilidad de utilizar la salida del lock-in para el feedback en Z.
- Se dispondrá de un mínimo de 3 entradas analógicas y 3 salidas analógicas adicionales, para libre uso del usuario.
- Se dispondrá de la función de "atom tracking", permitiendo el seguimiento de un máximo o mínimo local y manteniéndose posicionado encima de manera automático.
- Se dispondrá de la capacidad de utilizar los resultados del "atom tracking" para calcular el drift momentáneo del microscopio y se permitirá compensar mediante ese drift.
- El sistema deberá disponer de un PLL digital y módulo de demodulación/lock-in capaz de manejar las señales provenientes del pre-amplificador del sensor QPlus, cumpliendo al menos las siguientes características:
 - Capacidad de seguimiento de frecuencias de oscilación entre 18 kHz y 150 kHz, incluyendo sensores estándar (20–30 kHz) y sensores especiales o sobretonos (52–150 kHz).
 - Capacidad de detectar amplitudes de oscilación desde 50 pm hasta 10 nm, manteniendo linealidad y resolución suficiente para mediciones de alta precisión.
 - Control de fase y amplitud, incluyendo Q-control para optimización del escaneo con sensores de alta Q.
 - Posibilidad de usar cualquier señal de PLL o lock-in para control de altura Z y otras rutinas de adquisición.
 - Acceso a señales internas para análisis, incluyendo desplazamiento de frecuencia (Δf), amplitud, fase y excitación, mediante osciloscopio digital y FFT.
- El campo magnético aplicado a la muestra deberá poder controlarse mediante el software del ordenador, registrándose simultáneamente su magnitud en los archivos de adquisición de datos.

- Sería valorado positivamente una entrada opcional de conteo digital para la conexión de detectores de fotones individuales (SPAD), de manera que sea posible generar una representación de cuentas por píxel durante las medidas.
- La posición de los elementos ópticos en la cabeza del microscopio se podrá controlar desde el software.
- El sistema de control deberá disponer de entradas y salidas de disparo digitales (TTL) para la sincronización con equipamiento externo y con los distintos módulos internos del sistema. En particular:
 - Salidas y entradas TTL compatibles con niveles estándar (por ejemplo 0–5 V o 0–3,3 V), con latencia y jitter deterministas, adecuadas para sincronización precisa de adquisiciones, excitaciones externas y eventos experimentales.
 - Posibilidad de generar señales de disparo basadas en eventos del experimento (inicio/fin de barrido, cambio de línea, punto específico del escaneo, espectroscopía, etc.).
 - Capacidad de recibir señales de disparo externas para sincronizar el sistema de adquisición con otros instrumentos.
 - El sistema deberá incluir herramientas de automatización y control mediante scripting determinista, que permitan:
 - Se podrá definir secuencias experimentales reproducibles con control preciso de tiempos y eventos.
 - Será posible el acceso mediante programa a parámetros del microscopio, modos de operación, señales de entrada/salida y rutinas de adquisición.
 - Será posible la ejecución de scripts con comportamiento determinista y predecible, adecuado para experimentos sensibles al tiempo y a la sincronización.

2.4 Campana de preparación con sistema de introducción rápida.

Se requiere una campana de UHV preparada para llevar al cabo el proceso de limpieza y preparación de muestras que vendrá equipada con:

- Cañón de iones de Ar^+ para limpieza de muestra. Rango de energía ajustable: aproximadamente 0,4 keV a 2,5 keV. Corriente de iones en muestra: al menos 10 μA a 1,0 keV, medidos como corriente de muestra. Estabilidad de operación: adecuada para tratamientos prolongados de limpieza superficial. El sistema deberá incluir una válvula de fuga fina (leak valve) adecuada para la dosificación de gas de argón (Ar).
- Manipulador de muestras multieje permitiendo traslación en X, Y, y Z, y rotación. Tendrá suficiente rango de movimiento para permitir tanto la transferencia de muestras entre load-lock, campana de preparación, y cámara STM, como para posicionar la muestra frente a todos los instrumentos de preparación y diagnóstico instalados en la campana de preparación.
- El manipulador permitirá medir la corriente de incidencia de iones en la muestra.

- El manipulador dispondrá de un sitio donde se puede calentar muestras metálicas hasta un mínimo de 1000 K durante operaciones de crecimiento de muestras.
- El manipulador dispondrá de un sitio donde se podrá controlar la temperatura de una muestra de 110 K a 700 K usando nitrógeno líquido, y así mismo se podrá calentar para realizar experimentos tipo thermal programmed desorption (TPD). Este sitio dispondrá de un sensor de temperatura que servirá para referencia de control.
- El sistema deberá permitir la preparación completa de muestras mediante ciclos estándar de bombardeo y calentamiento (Ar^+ sputter/anneal), sin necesidad de mover la muestra entre diferentes posiciones durante dichos ciclos. La temperatura alcanzable para muestras metálicas durante los ciclos de calentamiento debe ser mínimamente 1700 K. Si esta temperatura no es alcanzable en la unidad de calentamiento del manipulador, se permite el uso de una unidad independiente combinado con las herramientas necesarias para transferir la muestra a dicha unidad antes de comenzar los ciclos y transferir de vuelta a su finalización.
- Para la preparación de muestras semiconductoras, existirá un sitio con contacto lateral para calentamiento mediante aplicación de corriente directa (Direct Current Heating).
- Estas funcionalidades pueden ser combinados mientras se cumpla el conjunto de posibilidades, por ejemplo, el contacto lateral podrá estar instalado en el sitio donde se controla la temperatura de la muestra entre 100 K y 700 K.
- El sistema dispondrá de una brida DN160CF donde se podría instalar el BDL800IR-MCP de OCI Vacuum Engineering de que dispone nuestro instituto con el fin de hacer medidas LEED de muestras alojados en el manipulador. Dibujos técnicos para verificar compatibilidad están disponibles en el sitio web del fabricante:
https://www.ocivm.com/spectrometer_bdl800ir_mcp.html
- El sistema deberá ser compatible con un espectrómetro de masas cuadrupolar Hiden ya disponible, destinado a experimentos de TPD y análisis de gases residuales. Compatibilidad mecánica con: Brida base DN63CF, longitud de inserción aproximada de 210 mm, configuración no retráctil. El diseño del sistema deberá permitir, de forma preferente, la aproximación controlada de una muestra al volumen de ionización del cuadrupolo para experimentos de TPD. El proveedor deberá adaptar la integración mecánica del cuadrupolo al sistema propuesto; los planos y detalles del diseño existente podrán facilitarse previa solicitud.
- El sistema vendrá con un evaporador apto para la evaporación de moléculas con un mínimo de tres celdas cuya temperatura se podrá leer y controlar de manera independiente. Para mejorar la estabilidad térmica, existirá la posibilidad de refrigeración por agua. La temperatura de las celdas será controlada en un rango que cubre como mínimo de temperatura ambiente hasta 550 °C.

- Habrá un medidor de masas pequeñas basado en balanza de cristal de cuarzo (quartz crystal micro balance, QMB) con un sistema móvil que permitirá medir la tasa de moléculas que son sublimadas del evaporador molecular.
- El evaporador molecular vendrá equipado con un sistema que permita cambiar los crisoles sin romper el vacío en la campana de preparación. O por manipulación de crisoles desde el manipulador, o por sistema de aislamiento permitiendo retraer el evaporador fuera de la campana de preparación. Si es con sistema de aislamiento, el bombeo deberá ser conectado al sistema de bombeo de la campana de introducción.
- El sistema deberá incluir un evaporador por haz de electrones de múltiples fuentes, con las siguientes características mínimas:
 - * Tres fuentes de evaporación independientes, integradas en un único cabezal, permitiendo evaporación secuencial o co-evaporación.
 - * Control independiente de cada fuente (filamento/celda), incluyendo potencia de evaporación y monitorización de flujo.
 - * Ausencia de contaminación cruzada entre fuentes durante procesos de crecimiento de compuestos.
 - * Sistema de monitorización de flujo integrado.
 - * Obturador (shutter) integrado, con múltiples posiciones, que permita bloquear individualmente el flujo de cada fuente.
 - * Sistema de supresión iónica activa, mediante electrodo dedicado o mecanismo funcionalmente equivalente, que garantice un haz de evaporante eléctricamente neutro en la región de la muestra.
 - * Refrigeración por agua del cabezal de evaporación, adecuada para operación continua en condiciones UHV.
 - * Geometría y distancia de trabajo compatibles con la cámara y la configuración del sistema ofertado. Aquí el evaporador deberá estar diseñado para proporcionar una distancia de trabajo adecuada a la posición de la muestra, garantizando una deposición homogénea.
 - * Brida de montaje UHV estándar, mínimo CF35 o equivalente, compatible con operación en ultra alto vacío (UHV).
- El sistema deberá incluir un crackeador de hidrógeno (H_2) compatible con ultra alto vacío (UHV), destinado a la generación de hidrógeno atómico para dosificación controlada sobre la muestra. Generación eficiente de hidrógeno atómico mediante disociación térmica o método funcionalmente equivalente. Válvula de fuga para dosificación controlada, de ajuste fino, que permita un control preciso y reproducible del flujo de gas.
- Analizador cuádrupolo de masas de gas restante con fuente de ionización y analizadores ambos tipo Faraday y usando un sistema para multiplicar electrones secundarios. Será capaz de detectar iones con un ratio masa/carga en el rango 1 a 150 amu/e⁻ (atomic mass unit per electron charge), podrá operar a presiones totales a partir de 5×10^{-5} mbar, y será capaz de detectar presiones parciales de 7×10^{-14} mbar.

- El sistema deberá incluir una válvula de dosificación de gases para introducción controlada de gases en la cámara de ultra alto vacío (UHV) adicional a los previamente mencionados. Estará montada en una brida de conexión UHV estándar, será una válvula de fuga de accionamiento manual, con rango de flujo ajustable desde aproximadamente 10^{-10} mbar×l/s hasta al menos 10 mbar×l/s. Adicionalmente, dispondrá de una línea de gas en el lado atmosférico, fabricada en acero inoxidable, conectable a botellas de gas estándar. Existirá la posibilidad de evacuación previa de la línea de gas, mediante conexión a un sistema de bombeo (preferiblemente el sistema de bombeo del load-lock), para limpieza antes de su uso, así como un soporte mecánico para botellas de gas, integrado en la estructura del sistema.
- Existirá la posibilidad de mejorar el sistema en el futuro con la adición de un crackeador de oxígeno (O_2) compatible con ultra alto vacío (UHV).
- La cámara UHV deberá estar equipada con un sistema de bombeo completo, adecuado para operación continua del microscopio y procesos de preparación, con los siguientes elementos y prestaciones mínimas:
 - * Se dispondrá de una bomba turbomolecular, acompañada de bomba primaria adecuada. La bomba turbomolecular deberá presentar una alta relación de compresión para hidrógeno, con un valor mínimo de 10^7 para H_2 .
 - * La bomba turbomolecular incluirá una válvula de ventilación controlada, diseñada para permitir la entrada limpia de gas (preferiblemente nitrógeno) durante el venteo de la cámara, minimizando la contaminación.
 - * Una válvula UHV que permita aislar la bomba turbomolecular de la cámara, posibilitando la operación del sistema con el turbo detenido cuando sea necesario (por ejemplo, durante medidas sensibles a vibraciones).
 - * Bomba iónica dedicada para el mantenimiento del vacío UHV durante la operación del microscopio.
 - * Sistema de bombeo adicional tipo TSP (Titanium Sublimation Pump) y/o NEG, integrado en la bomba iónica, para mejorar el bombeo de gases activos, especialmente hidrógeno.
 - * El sistema deberá permitir operación sin vibraciones, adecuada para microscopía de alta resolución.
 - * Válvula UHV que permita aislar la bomba iónica de la cámara durante procesos que generen gas, como sputtering con Ar, protegiendo la bomba iónica.
 - * La velocidad de bombeo efectiva del sistema deberá ser suficiente para: i) Soportar procesos de horneado (bake-out) del sistema; ii) Alcanzar una presión base del orden de 3×10^{-10} mbar, tras un proceso de horneado adecuado.
- La campana de preparación dispondrá de sistema de medición de presión que incluya un manómetro de ionización de cátodo caliente para UHV con su controlador, y un manómetro para vacío primario (tipo Pirani o equivalente) para monitorizar la presión del sistema de bombeo primario.
- El sistema deberá incluir una cámara de carga rápida (load-lock), destinada a la introducción y retirada de muestras sin ruptura del vacío en la cámara principal o de preparación. Requisitos mínimos:

- * Sistema de transferencia de muestras compatible con el manipulador del sistema, que permita la transferencia segura y reproducible de muestras desde el load-lock hasta la cámara de preparación.
- * Sistema de bombeo independiente del de la cámara de preparación, adecuado para evacuar el load-lock desde presión atmosférica hasta alto vacío.
- * Sistema de medición de presión de amplio rango, cubriendo desde presión atmosférica hasta alto vacío; se permitirá el uso de manómetros de cátodo frío (cold cathode) o soluciones funcionalmente equivalentes.
- * Puerta de carga de fácil apertura, diseñada para un manejo rápido y ergonómico de las muestras.
- * Conjunto de válvulas UHV que permita:
 - Bombear el load-lock de forma independiente.
 - Bombear las líneas de gas asociadas.
 - Bombear un puerto de intercambio rápido (quick-exchange) para evaporadores u otros accesorios.
 - Operar cualquiera de estos elementos de manera conjunta o independiente, según las necesidades del usuario.
 - Diseño compatible con operación UHV, incluyendo materiales aptos para horneado cuando corresponda.

2.5 Marco, sistema anti-vibratorio y grúa.

El sistema completo deberá suministrarse como un conjunto integrado, incluyendo la estructura mecánica (bastidor) y el sistema de aislamiento activo de vibraciones, con las siguientes características mínimas:

- El bastidor deberá estar diseñado para instalarse directamente sobre un sistema de aislamiento activo de vibraciones, el cual formará parte del suministro.
- El sistema de aislamiento deberá ser activo, basado en actuadores piezoeléctricos o tecnología funcionalmente equivalente, adecuado para microscopía de alta resolución.
- El diseño conjunto bastidor–aislamiento deberá garantizar una distribución adecuada de cargas, rigidez mecánica suficiente y un rendimiento vibracional compatible con resolución atómica.
- El bastidor deberá permitir la integración de un sistema de izado (polipasto o grúa), ya sea integrado o mediante puntos estructurales previstos, que permita la extracción segura del microscopio STM durante tareas de mantenimiento.

Se suministrará uno o varios racks, según sea necesario, para alojar las electrónicas de control que no estén montadas directamente en el bastidor o estructura del sistema. Vendrá con un sistema de protección en caso de fallo de sistema eléctrico general.

2.6 Accesorios.

Se entregará el equipo con los siguientes accesorios:

- Caña para transferir Helio Líquido al microscopio
- Un pirómetro para monitorizar la temperatura de la muestra durante ciclos de limpieza capaz de medir de 200°C a 1500°C.
- Sistema de horneo flexible o rígido, compatible con la geometría del sistema y capaz de cubrir toda la zona a hornear.
- Estructura de soporte, adecuada para la instalación segura del sistema de horneo sobre la cámara y el bastidor.
- Elementos calefactores que permitan alcanzar temperaturas de horneo homogéneas en toda la zona cubierta.
- Distribución térmica homogénea, por radiación y/o ventilación forzada interna, según el diseño.
- Controlador de horneo independiente, compatible con sistemas de automatización estándar (rack 19" u otra instalación segura).
- Rampas de temperatura programables y registro de datos (logging).
- Secuencias condicionales y seguras de horneo.
- Control de los elementos calefactores.
- Monitorización de temperatura en puntos críticos del sistema.
- Herramienta para transportar puntas en el manipulador.
- Equipo para la preparación de puntas de microscopio (tip etcher), destinado a la preparación ex-situ de puntas antes de su introducción en la cámara UHV, e hilo de Tungsteno (W) para hacer puntas.
- El sistema deberá incluir un juego de herramientas para tareas de mantenimiento menor y ajustes de rutina.
- El sistema deberá incluir varias fuentes de iluminación compatibles con bridas CF (o equivalentes) para proporcionar iluminación adecuada durante preparación de muestras en la cámara de preparación, transferencia de muestras entre cámaras o al microscopio, maniobras de aproximación gruesa de la punta (coarse tip approach) o cambios de punta en el microscopio.
- El sistema deberá incluir un conjunto de visualización para supervisar la aproximación manual de la punta en la cámara STM, compuesto por: Cámara CCD/CMOS, óptica adecuada para enfocar la punta y la muestra durante la aproximación gruesa, monitor o pantalla para visualizar en tiempo real la imagen capturada, y soportes para los componentes.
- El sistema deberá incluir un equipo para monitorizar el estado criogénico, con las siguientes funciones mínimas: Sensor de nivel compatible con el criostato suministrado, unidad de lectura que permita visualizar y registrar el nivel de helio líquido en tiempo real.
- El sistema deberá incluir una unidad de lectura para el sensor de temperatura previamente especificado en la cabeza del SPM.
- El sistema deberá incluir, como mínimo: cinco puntas de tungsteno (STM tips) listas para su uso y cinco sensores QPlus con puntas ya montadas y listas para la operación.
- El sistema deberá incluir 3 portamuestras dobles, que permitan la preparación y medida de dos muestras/cristales metálicos independientes de manera flexible y compatible con el microscopio y el manipulador suministrados. Este sistema de portamuestras doble deberá constar de:
 - Un portamuestras principal ("portamuestras base"), compatible con El manipulador de preparación, El microscopio STM, la campana de introducción.

- Un portamuestras secundario (“portamuestras auxiliar”) de menor tamaño, diseñado para montarse de forma mecánica y estable sobre el portamuestras principal (“piggy-back”) y albergar una muestra/cristal independiente del portamuestras base.
 - El portamuestras principal deberá poder alojar una muestra propia y, simultáneamente, el portamuestras secundario.
 - Materiales y compatibilidad UHV: Los portamuestras deberán estar fabricados en materiales compatibles con UHV y altas temperaturas, tales como Molibdeno (Mo) y Tántalo (Ta)
- El sistema deberá incluir 2 portamuestras dobles, que permitan la preparación y medida de un muestra/cristal semiconductor, y independientemente otra muestra/cristal metálico de manera flexible y compatible con el microscopio y el manipulador suministrados. Este sistema de portamuestras doble semiconductor/metal deberá constar de:
 - Un portamuestras principal (“portamuestras base”), compatible con El manipulador de preparación, El microscopio STM, la campana de introducción.
 - Un portamuestras secundario (“portamuestras auxiliar”) de menor tamaño, diseñado para montarse de forma mecánica y estable sobre el portamuestras principal (“piggy-back”) y albergar una muestra/cristal metálico independiente del portamuestras base
 - El portamuestras principal deberá poder alojar una muestra de semiconductor propia, permitir su preparación y, el portamuestras secundario para medidas en el microscopio.
 - Materiales y compatibilidad UHV: Los portamuestras deberán estar fabricados en materiales compatibles con UHV y altas temperaturas, tales como Molibdeno (Mo) Tántalo (Ta), Alúmina (Al_2O_3), cuando sea necesario para aislamiento eléctrico.
- Los portamuestras secundarios para el sistema doble metal o el sistema metal/semiconductor deben de ser iguales.
- Se debe suministrar 3 unidades de transporte y preparación para poder preparar las muestras montadas en portamuestras secundarios en el manipulador, o para llevarlas al load-lock. Estas unidades de transporte deberán estar fabricadas en materiales compatibles con UHV y altas temperaturas, tales como Molibdeno (Mo) y Tántalo (Ta)
- Se suministrarán 10 portamuestras tipo “sample flag” metálicos, roscables mediante tornillo, diseñados para la fijación mecánica segura de muestras metálicas fabricados en Molibdeno (Mo) o Tántalo (Ta), compatibles con UHV y altas temperaturas.
- Se suministrarán 2 portamuestras / placa portamuestras diseñado para alojar muestras semiconductoras, compatibles con el sistema de manipulación y el cabezal del microscopio suministrado. Estos portamuestras deberá disponer de: Un mínimo de cinco (5) contactos eléctricos adicionales, compatibles de forma eléctrica y mecánica con los contactos adicionales en el microscopio. Estos portamuestras deberán estar fabricados con materiales compatibles con UHV y soportar temperaturas de al menos 450 °C durante procedimientos de preparación (recocido, limpieza, etc.).
- En función de la solución técnica propuesta para el sistema de deposición molecular descrito en el apartado 2.2, se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- a) En caso de que la deposición molecular se realice mediante un evaporador convencional basado en crisoles, el sistema deberá incluir un mecanismo que permita la conmutación, sustitución o selección de crisoles sin romper el vacío de la cámara STM, dicha operación podrá realizarse utilizando el sistema de bombeo del load-lock u otro volumen auxiliar previsto a tal efecto. El sistema deberá ser suministrado con un mínimo de tres (3) crisoles, adecuados para deposición en UHV
- b) En caso de que la deposición molecular se realice mediante evaporación desde soportes sólidos ubicados en el interior de la cámara, el sistema deberá incluir: Un mínimo de tres (3) soportes de material sólido destinados a la deposición molecular compatibles mecánica y geométricamente con el sistema de manipulación y transferencia suministrado (manipulador, wobble stick o equivalente) capacidad de introducir, retirar y posicionar dichos soportes a través del load-lock, permitiendo su transferencia hasta la cámara STM sin romper el vacío en las cámaras principales.
- Se suministrará un mínimo de 20 crisoles para el evaporador molecular mencionado en 2.4.
 - Se suministrarán electrónicas de control para todos los evaporadores y etapas de calentamientos.
 - Para las pruebas de aceptación, el sistema vendrá con un mínimo de 4 monocristales de Au(111), de los cuales 2 serán compatibles con los portamuestras dobles (tanto metal/metal como semiconductor/metal) y dos de ellos serán compatibles con los portamuestras tipo "sample flag" metálicos, roscables mediante tornillo.
 - Para las pruebas de aceptación, el sistema vendrá con 2 monocristales de Si(111) compatibles con los portamuestras dobles semiconductor/metal.
 - En todas las campanas habrá suficientes ventanas para poder iluminar y ver lo que está pasando en el interior.

2.7 Instalación y prueba

El proveedor deberá realizar un Factory Acceptance Test (FAT) del sistema completo en sus instalaciones, verificando el correcto funcionamiento conforme a las especificaciones de la presente licitación.

El suministro incluirá el transporte del sistema hasta las instalaciones del adjudicatario, mediante un medio adecuado que permita la descarga directa a nivel de suelo, sin necesidad de muelle de carga. El proveedor será responsable de la instalación completa del sistema in situ, incluyendo el montaje mecánico, la conexión de vacío, electrónica y control, así como la puesta en marcha inicial. Tras la instalación, el proveedor deberá impartir una formación técnica básica al personal designado, cubriendo operación normal, procedimientos de seguridad y mantenimiento esencial. Se realizará un Site Acceptance Test (SAT) conjuntamente con el personal del centro, para verificar el correcto funcionamiento del sistema en condiciones reales de operación y su conformidad con las especificaciones contractuales.