

PLIEGO DE PRESCRIPCIONS TÉCNICAS PARA LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS REVERSIBLE ELECTROLIZADOR Y PILA DE COMBUSTIBLE O «SOFC/SOEC TESTBENCH» PARA LA FUNDACIÓ INSTITUT DE RECERCA EN ENERGIA DE CATALUNYA (IREC)

EXPEDIENTE Nº 24-0889

1. OBJETO

El objeto del presente pliego es definir las características mínimas técnicas y funcionales para la contratación del suministro de un banco de pruebas reversible electrolizador y pila de combustible o «sofc/soec testbench» (en adelante el banco de pruebas SOFC/SOEC) para la Fundació Institut de Recerca en Energia de Catalunya (en adelante, IREC). Este equipo deberá permitir, sin necesidad de elementos adicionales o auxiliares a los descritos en este Pliego, el funcionamiento y la caracterización electroquímica de pilas de óxidos sólidos a altas temperaturas en un rango de potencia de hasta 10 kW en modo pila de combustible (SOFC) y hasta 25 kW en modo electrólisis (SOEC) durante periodos largos de tiempo (hasta 1000 h).

El banco de pruebas SOFC/SOEC es necesario para llevar a cabo las tareas de los paquetes de trabajo 3, 4, y 5 del proyecto H2SHIFT (HORIZON, ID de proyecto: 101137953) consistente en la puesta en marcha de un servicio de caracterización de stacks de tecnología SOFC/SOEC hasta una potencia de 10/25 kW respectivamente, producidos por startups y PYMEs para ayudarles en el desarrollo de soluciones eficientes para la producción de hidrogeno. El rango de potencia elegido permite el testeo de stack individuales y de conjuntos de stacks con una capacidad adecuada para entrar el mercado de producción de hidrogeno. Los bancos de prueba disponibles en IREC no permiten superar una potencia de 5 kW en modo SOEC, resultando demasiado pequeños para poder alcanzar los niveles de madurez de la tecnología definidos en el proyecto (TRL 5-8). Dada esta evidencia, la adquisición de un banco de pruebas reversible de 10/25 kW SOFC/SOEC se ha convertido en una necesidad para el logro de los objetivos del proyecto H2SHIFT.

El equipamiento es parte del Proyecto H2SHIFT (Services for Hydrogen Innovation Facilitation and Testing) financiado por HORIZON, UE (GA No. 101137953).

2. COMPONENTES DEL SUMINISTRO

- Suministro e instalación del banco de pruebas SOFC/SOEC, con las características mínimas exigidas en este pliego.
- Suministro e instalación del sistema y software de control del equipo.
- Entrega de documentación.
- Formación.

3. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS MÍNIMOS DEL BANCO DE PRUEBAS SOFC/SOEC

En esta sección se describen los requisitos técnicos mínimos del banco de pruebas SOFC/SOEC a suministrar por la empresa adjudicataria.

3.1. Zona caliente

- Horno eléctrico de alta temperatura con un volumen mínimo de 60x60x60 cm³, capaz de alcanzar una temperatura máxima de 1000 °C. El horno debe adaptarse para albergar el stack SOFC/SOEC con conexiones eléctricas y de gas. La apertura debe ser vertical o en sándwich y motorizada. El horno estará equipado con un controlador capaz de establecer una rampa de calentamiento y enfriamiento con una velocidad tan baja como 1 °C·min⁻¹.
- Es necesario un sistema de precalentamiento para precalentar los gases de entrada de cada electrodo hasta un mínimo de 700 °C.
- Se acoplará un sistema de compresión al horno para aplicar y controlar con precisión una fuerza de compresión vertical uniforme en el o los stacks (en la zona caliente).
- Se requiere un generador de vapor para generar vapor sobrecalentado hasta un mínimo de 200 °C, permitiendo un control preciso (máximo 1% del fondo de escala) del caudal de vapor, hasta 10 kg·h⁻¹. Debe poder conectarse a la línea de agua destilada para permitir el funcionamiento en continuo y a largo plazo.
- Se requiere una base metálica de 100x100x20 mm³ donde irán soldados los tubos de entrada y salida de fuel y aire, para acoger el apilamiento dentro del horno, como representado en el esquema de la figura 1. El tipo de metal usado debe poder trabajar a altas temperaturas (AISI304, AISI410, AISI4301, Crofer22APU, Crofer22H, ZMG, etc...):

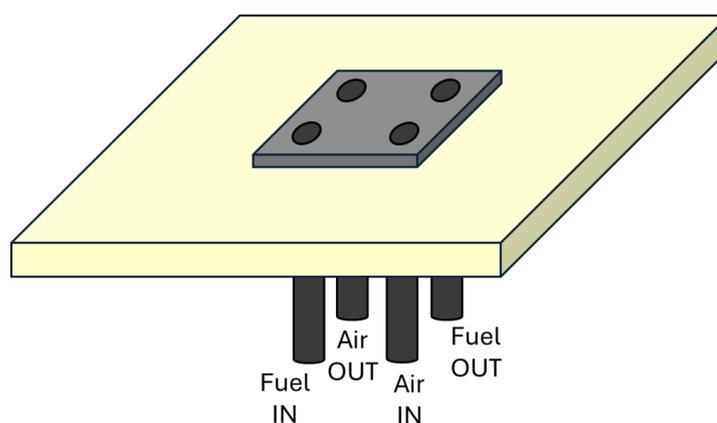


Figura 1. Placa base del horno con la placa metálica soporte del apilamiento donde los tubos de gases de entrada y salida estén soldados.

3.2. Sistema de circulación de gases

- Del horno deberán entrar y salir dos tubos de gas para la entrada (gas de entrada del electrodo de combustible y gas de entrada del electrodo de aire) y dos tubos de gas para la salida (gas de salida del electrodo de combustible y gas de salida del electrodo de aire).
- Líneas de gas para el electrodo de combustible: H₂ (hasta 100 NL·min⁻¹), Ar-5%H₂ (hasta 50 NL·min⁻¹), N₂ (hasta 100 NL·min⁻¹), CO₂ (hasta 200 NL·min⁻¹), CO (hasta 50 NL·min⁻¹), y una línea adicional por si requiere la ampliación de la instalación durante la vida útil del equipo. Las líneas de gas deben fusionarse con la línea de vapor generado en una única entrada para el stack.
- Gases para el electrodo de aire: aire (hasta 400 NL·min⁻¹), O₂ (hasta 100 NL·min⁻¹), N₂ (hasta 400 NL·min⁻¹). Las diferentes líneas de gas deben confluir en una entrada para el stack.
- Las líneas de gas deben incluir cualquier elemento necesario para su buen funcionamiento, p.e. electroválvula, filtro de partículas, válvulas antirretornos, controladores de flujo con un rango de control 1-100% del fondo de escala.
- El sistema de circulación de gases deberá incorporar un soplador o compresor equipado con filtros para utilizar aire atmosférico en lugar de aire sintético.
- Adicionalmente se incluirá una línea de gas que podrá ser alimentada por aire o N₂, directamente al interior de la cámara del horno (gas de purga), para evitar la acumulación de H₂ (hasta 500 NL·min⁻¹).
- La presión de funcionamiento del sistema de gas será de hasta 10 bar.
- Todas las líneas de gas por donde circulará el vapor deben calentarse a un mínimo de 200 °C para evitar la condensación del vapor.
- A la salida del electrodo de combustible se colocará un sistema de refrigeración activo y condensador para condensar el vapor producido en modo SOFC o el vapor que no se convierte en modo SOEC y recuperar el resto de los gases de la mezcla. Este condensador podrá vaciarse automáticamente.
- En ambas salidas de electrodos se dispondrá de un acceso para extracción de muestras de gases para cromatografía.

3.3. Alimentación eléctrica de los stacks

- Se incluirá una fuente de alimentación reversible capaz de alcanzar los 25 kW. El voltaje máximo esperado es 200 V y la corriente máxima debe ser 420 A.

3.4. Estructura

- Todo el equipamiento estará reunido en un armario cerrado con pleno acceso por puertas a todos los lados. Todas las conexiones al suministro de gas, agua y electricidad se colocarán en la parte exterior del armario.
- El tamaño máximo deberá ser de 3x2 m² y 3,5 m de altura.
- El armario estará equipado con ruedas para poder ser desplazado fácilmente.
- El armario estará sectorizado (electrónica, gases, horno, etc.).
- Se garantizará el acceso total al horno para facilitar la instalación y extracción de los stacks.

- Se dejará un espacio libre para añadir un potencióstato (si no está incluido), un booster y un microcromatógrafo (espacio equivalente a un rack de 12U).
- Estará presente un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) para permitir un apagado controlado del equipo en caso de corte eléctrico del edificio.
- Se requiere un sistema de ventilación del armario.

3.5. Control y monitorización

- La operación del banco de pruebas SOFC/SOEC deberá realizarse mediante un software dedicado que reúna todos los equipos, electroválvulas y sensores. Este software debe permitir el control individual de cada equipo, así como su funcionamiento automatizado (horno, controladores de flujo másico, calentadores, fuente de alimentación, carga electrónica).
- Se debe suministrar una computadora u otro sistema de interfaz humana para el control del sistema, incluyendo pantalla, teclado, ratón y todos los componentes necesarios.
- El software de control y monitorización deberá permitir a los usuarios definidos por IREC:
 - a) El acceso a los datos obtenidos por el banco de pruebas SOFC/SOEC que serán almacenados, como mínimo, en local en el propio equipo de control a suministrar por la adjudicataria.
 - b) El control remoto del banco de pruebas SOFC/SOEC por parte de los usuarios mediante el equipo de control.
- La empresa adjudicataria prestará los servicios de desarrollo del software de control y monitorización propuesto en formato bolsa de horas, en el plazo de un año desde la fecha de recepción provisional del equipo. La bolsa de horas deberá incluir un mínimo de 20 horas para este plazo de un año, este número de horas podrá ser objeto de mejora por parte del adjudicatario de acuerdo con lo establecido en el Anexo 3 del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.
- Para garantizar un seguimiento preciso del banco de pruebas y de los stacks, se incluirán los sensores necesarios para evaluar, como mínimo:
 - La presión de las líneas de gas
 - La temperatura de los gases
 - La temperatura de los stacks en diferentes puntos (mínimo de 8 temperaturas dentro del horno)
 - El voltaje de los stacks y celdas individuales (mínimo 20 voltajes con una precisión de +/- 0,05 V)
 - La fuerza aplicada por el sistema de compresión
 - Los flujos de salida (después de la separación del agua y el hidrógeno en el caso del flujo en salida del electrodo de combustible).
 - La capacidad de medición de temperatura y tensión debe poder ampliarse.

3.6. Seguridad

- Se deben poder implementar protocolos de seguridad y alarmas dentro del software que permitan cortar los gases, la energía del horno o el suministro de energía y carga en caso de diferentes escenarios de emergencia.

- Se instalarán sensores de gas para detectar posibles fugas, especialmente de H₂ y CO.
- Como se ha mencionado anteriormente, se requiere un sistema de ventilación del armario y un SAI para un apagado controlado en caso de corte eléctrico del edificio.

4. VALIDACIÓN, TRANSPORTE, UBICACIÓN E INSTALACIÓN

4.1. Validación

La empresa adjudicataria e IREC acordarán, con anterioridad al fin de la fabricación del equipo, un plan de validación del mismo. Finalizada la fabricación y previamente al transporte del equipo será necesario que la empresa adjudicataria remita a IREC el informe de fabricación e informe de pruebas, de acuerdo con lo acordado en el plan de validación.

4.2. Transporte y ubicación

El transporte de los bienes objeto del suministro se realizará de conformidad con el INCOTERM DPU.

El suministro e instalación del equipo debe realizarse en los plazos máximos establecido en el apartado D del Cuadro de Características del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, a contar desde el día siguiente de la formalización del contrato. Este plazo máximo puede ser mejorado por los licitadores de acuerdo con los criterios de adjudicación previstos en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

El banco de pruebas se entregará en la planta baja de la sede de IREC situada en la calle Jardins de les Dones de Negre, 1, 08930 Sant Adrià del Besòs, Barcelona, España, mediante camión plataforma con los elementos auxiliares adecuados que permitan (por ejemplo, palets) su transporte mediante una horquilla manual (proporcionada por IREC). La ubicación dentro del edificio será definida por el responsable del contrato.

4.3. Instalación

El sistema suministrado debe incluir cualquier parte, accesorio o componente necesario para una correcta instalación. La empresa adjudicataria instalará el banco de pruebas con su sistema y software de control en un plazo que no podrá ser superior a un mes desde la recepción del equipo, con la entrega de los documentos o en un momento posterior. La fecha y hora de la instalación se acordará entre el responsable del contrato por IREC y el responsable de la instalación de la empresa adjudicataria. La empresa adjudicataria prestará el soporte técnico necesario para garantizar un sistema plenamente operativo.

Actas de recepción provisional y definitiva

Una vez finalizada la instalación del equipo y la realización de la formación, el responsable del contrato por parte de la empresa adjudicataria comunicará al responsable del contrato por parte de IREC esta circunstancia, elaborando el órgano de contratación de IREC el acta de recepción provisional de los suministros realizados. A partir de la fecha de firma por ambas

partes de este documento la empresa adjudicataria podrá emitir la correspondiente factura, de acuerdo con lo previsto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

Una vez finalizado el periodo de garantía el órgano de contratación de IREC elaborará el acta de recepción definitiva de los suministros realizados.

5. DOCUMENTACIÓN

Una vez suministrado e instalado el equipo, y verificado que está completamente operativo, la empresa adjudicataria, entregará toda la documentación y manuales técnicos de mantenimiento y del usuario de todos los componentes del sistema instalados en soporte informático. Dichos manuales también deben incluir la descripción del software de operación, así como de todos sus modos de funcionamiento.

6. FORMACIÓN

Una vez suministrado e instalado el equipo, y verificado que está completamente operativo, la empresa adjudicataria impartirá un curso de formación para un equipo formado por aproximadamente 4 o 5 personas designadas por IREC. El objetivo de la formación será capacitar suficientemente al personal de IREC en el manejo del sistema y de todos sus componentes, así como el mantenimiento completo del equipo.

La formación se realizará en el momento de la instalación del equipo o como máximo en el plazo de 3 días hábiles después de la misma.

7. GARANTÍA

El banco de pruebas debe contar con una garantía de, al menos, 12 meses (a partir del día siguiente a la firma del acta de recepción provisional del sistema suministrado e instalado). La garantía debe cubrir cualquier defecto o mal funcionamiento del sistema o de cualquiera de sus componentes (incluidos los vicios ocultos). Esta garantía será una cobertura a todo riesgo, excluyendo defectos debidos a un mal uso del equipo por parte de IREC. Esta garantía puede ser mejorada por los licitadores de acuerdo con los criterios de adjudicación previstos en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

8. FACTURACIÓN

Los importes se facturarán de acuerdo con el siguiente plan de facturación, aplicando los porcentajes sobre los importes ofertados por la empresa adjudicataria en función del cumplimiento de los hitos acreditables a lo largo de la ejecución del contrato:

- 30% del importe del contrato a la formalización del contrato.
- 30% del importe del contrato en el momento en que se valide por la empresa adjudicataria el equipo, este haya sido probado en taller del adjudicatario y esté listo para el envío. Será necesario enviar a IREC el informe de fabricación e informe de pruebas por parte del responsable de la empresa adjudicataria.

- 40% del importe del contrato en el momento en que el equipo esté instalado, con la documentación entregada y la formación realizada.

Antes del abonar los pagos indicados, será necesaria la previa aceptación por parte del responsable del contrato de IREC, que podrá requerir documentación justificativa adicional para verificar el cumplimiento de los hitos.

Además, la empresa adjudicataria deberá comprometerse a permitir el acceso al personal de IREC a sus instalaciones para inspeccionar el estado de fabricación de los equipos, en cualquier momento durante la ejecución del contrato, cuando así lo requiera el responsable del contrato de IREC.

Lucile Bernadet
Grupo de investigación de nanoiónica
Fundació Institut de Recerca en Energia de Catalunya