

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA CONTRATACIÓN DE**  
Especiación metálica en la determinación del riesgo de contaminación metálica  
derivado del uso agronómico de residuos orgánicos

UNBU15-EE-3943

**DESCRIPCIÓN**

El objeto del presente pliego es definir las características técnicas y funcionales que se requieren para la adquisición de:

- Equipo de Acoplamiento de Plasma Inducido (ICP) para la determinación elemental mediante espectrometría de emisión óptica (OES).
- Equipo complementario basado en la tecnología ICP-OES o alternativamente MP-AES, que permita el análisis multi-elemental de bajo coste operativo.
- Sistema de introducción de muestra automático.
- Sistema de introducción de muestra multimodal que permita la generación de hidruros y vapor frío para determinación de elementos sensibles a nivel traza (As, Se, Hg y otros).
- Sistemas para el manejo de muestras complejas: sistema cerámico de introducción de muestras para el análisis de digeridos con el empleo de ácido fluorhídrico (HF) y sistemas adaptados para la introducción de muestras con alta carga orgánica y sólidos en suspensión.
- Equipo informático, sistema de adquisición de datos, software de control del equipo y tratamiento de datos para programas de control de calidad.

**a. Equipo avanzado de determinación elemental mediante ICP-OES**

La documentación técnica del equipo que se adjunte deberá mostrar de forma clara y eficiente que dicho equipo cumple con los siguientes requisitos mínimos exigibles:

- **Sistema de introducción de muestra** mediante nebulizador concéntrico de alto rendimiento
- **Cámara de nebulización** de doble paso con conexión rápida y directa a la antorcha que permita su rápido cambio y fácil mantenimiento
- **Antorcha vertical de cuarzo** con sistema de ajuste directo pre-alineado (*plug-and-play*) que facilite la medida de muestras con elevadas cargas salinas y orgánicas con la mínima formación de depósitos
- **Bomba peristáltica** de al menos cinco canales y velocidad variable (0-80 ppm al menos) controlada por el software del equipo
- **Válvula de inyección multi-puerto** con hasta 7 canales y control mediante software para altas velocidades de trabajo
- **Controladores de flujo másico** de alta precisión para todos los flujos de gas, controlados por el software del equipo
- **Módulo de control de gases** asistido por el software del equipo para el uso de hasta tres gases: argón (gas de plasma y purga), nitrógeno y mezclas variables de argón/oxígeno como gas opcional.
- **Sistema de control de seguridad** de los flujos de aire, agua, presión, carga de la antorcha, puerta de compartimento del plasma y sistemas adicionales que en caso de fallo, activen el apagado automático del plasma.
- **Generador de radiofrecuencia** de estado sólido, cuyos requerimientos mínimos son: potencia nominal de 27 MHz, potencia de salida 700-1500 W en incrementos de 10 W,



eficiencia de acoplamiento mayor del 75% y estabilidad en la potencia de salida menor del 0,1%.

- **Sistema óptico con visión axial y radial simultánea y síncrona** de todo el espectro de longitudes de onda. El equipo permitirá la determinación simultánea de elementos mayoritarios en modo radial y amplio rango dinámico y elementos traza en modo axial con bajos límites de detección.

Interface con cono enfriado que evite la visión de la zona de cola del plasma en el modo axial.

Sistema óptico sin partes móviles que garantice la estabilidad y la precisión de las determinaciones, basada en policromador Echelle de una sola rendija.

- **Detector de carga acoplada**, sellado, que no requiera purga de argón para una rápida puesta en marcha. Estará formado por píxeles fotosensibles alineados con la imagen proyectada por la óptica. El sistema de detección deberá cubrir el rango completo de longitudes de onda entre 167-785 nm en un mismo detector. El detector deberá estar refrigerado al menos a -40 °C de forma que evite ruidos de fondo y dotado de un sistema que evite la saturación del detector (sistema anti-blooming).
- **El sistema debe garantizar la determinación elemental** con los límites de detección especificados en la **Tabla 1** para los diferentes elementos.
- **El sistema debe garantizar tiempos de análisis** de extractos de suelos en menos de 40 s, lo que deberá disminuir los costes de análisis con consumos de Argón inferiores a 10 L/muestra.
- **El sistema debe garantizar el análisis de muestras** con altos contenidos de sólidos totales (TDS>20%) y/o de muestras orgánicas, durante más de 3 horas de trabajo continuo.
- **Los límites de detección (LOD)** definidos por el valor de 3xDesvest de 10 medidas repetidas de una muestra de blanco deberán cumplir lo especificado en la **Tabla 1**, tanto para el modo de trabajo con visión radial como axial del plasma.

**Tabla 1.** Elementos determinables a modo orientativo por el sistema ICP-OES y sus límites de detección (LOD) en los dos modos de trabajo (expresados en  $\mu\text{g L}^{-1}$ ).

Elemento	Vista axial	Vista radial
Ag	0,5	0,9
Al	0,6	0,7
As	3,5	8,0
Ba	0,02	0,05
Be	0,02	0,02
Ca	0,07	0,04
Cd	0,01	0,5
Co	0,8	3,0
Cr	0,5	1,5
Cu	0,3	0,8
Fe	0,2	1,6
Hg	0,2	4,5
K	0,3	10,0
Li	0,01	0,5
Mg	0,02	0,04
Mn	0,01	0,2
Mo	0,5	3,2
Na	0,2	1,1
Ni	0,7	5,0
P	3,5	9,5
Pb	3,2	9,0
S	5,8	10,0



<b>Sb</b>	3,6	16,0
<b>Se</b>	3,9	16
<b>Sn</b>	2,6	12,0
<b>Sr</b>	0,02	0,02
<b>Ti</b>	0,05	0,1
<b>Tl</b>	2,0	9,5
<b>V</b>	0,3	2,0
<b>Zn</b>	0,5	0,7

#### b. Equipo complementario

Estará basado en la tecnología ICP-OES o alternativamente MP-AES, que permita el análisis multi-elemental tanto mayoritario como a nivel traza con muy bajo coste operativo que puedan ser dedicados a la determinación de elementos mayoritarios en muestras de suelo y sedimentos, fertilizantes o ambientales como digeridos ácidos de lodos de depuradora, digestatos o compost de residuos orgánicos. Dicho equipamiento ha de venir ofertado en su versión más completa que ha de incluir muestreador automático, software, equipo informático, generador de Nitrógeno en el caso de tratarse de un equipo MP-AES.

#### c. Muestreador automático

Sistema de muestreo automático para ICP-OES de alta capacidad con:

- **Capacidad** de hasta 360 muestras o en micropocillos
- **Estructura** en material resistente a la corrosión
- **Cierre ambiental** que evite la contaminación accidental de las muestras
- **Localización externa** de los puntos de conexión y bomba peristáltica que evite la corrosión
- Con **bandejas** para la recogida de líquidos
- **Compatibilidad** con gradillas estándares de 90, 60, 40, 24 y 21 posiciones
- **Gradilla central** para ubicación de estándares y líquidos de lavado

#### d. Sistema de introducción de muestra multimodal

Sistema de introducción de muestra multimodal que permita trabajar con sistemas de generación de hidruros o la nebulización convencional de forma simultánea para determinación de niveles traza de elementos sensibles como As, Bi, Hg, Sb, Se, Sn y Te.

#### e. Sistemas para el manejo de muestras complejas

El equipo deberá incorporar los conjuntos de elementos necesarios para la determinación elemental en muestras complejas como son:

- Digeridos con presencia de HF, para lo cual son necesarias antorchas cerámicas, cámara de nebulización con doble paso en PTFE, nebulizador adaptado, tubos para bomba peristáltica de alta resistencia
- Muestras de elevada salinidad
- Muestras con elevada carga orgánica

#### f. Equipo informático, sistema de adquisición de datos, software de control del equipo y tratamiento de datos para programas de control de calidad.

- Deberá incluir, un ordenador de altas prestaciones con las siguientes características o similares: estaciones de trabajo, procesador Intel Core i7 o similar, 1 TB de capacidad de disco duro y 16 GB de memoria RAM, monitor LED de 21 pulgadas e impresora.



- El software debe integrar el control completo del equipo. Debe ser un software multitarea, que incluirá un sistema de control de calidad
- Debe incluir una opción de aviso al operador para las operaciones de mantenimiento habituales y averías.
- Total flexibilidad en la emisión de informes, exportación de datos a otros programas (Excel)
- Software específico de interpretación y validación de resultados cuantitativos, con sistema de corrección de interferencias que incluya correcciones adaptadas de los fondos, sistemas de deconvolución de espectros y sistemas de corrección inter-elemento.
- Software que incorpore gráficos de seguimiento de la señal de los estándares internos, la presión del nebulizador y la intensidad de la emisión del Argón para cada muestra y otros controles de calidad.
- Posibilidad de procesado posterior de los datos con corrección de efectos matriz, cambio de patrones de calibración, utilización de longitudes de onda alternativas para cada elemento.

#### **g. Requerimientos adicionales.**

- En la documentación presentada referida al pliego de prescripciones técnicas se deberá mostrar la información ordenada según este pliego que deberá ser corroborada por la documentación que la empresa quiera aportar sobre su equipamiento. Se encabezará la información con la marca, modelo, y listado de componentes de la oferta.
- Las características técnicas y analíticas del equipo han de estar siempre soportadas por notas técnicas y de aplicación.
- Se incluirán al menos tres cursos de formación, uno, de aspectos técnicos y mantenimientos de los equipos a la instalación de los mismos, otro de aplicaciones y software de los equipos para la puesta en marcha de los métodos del laboratorio y un tercer curso de formación avanzada y consultoría analítica al año de tener operativo los mismos que permitan el máximo aprovechamiento del equipo, siendo impartidos todos ellos en la Universidad de Burgos a lo largo de todo el periodo de garantía. En caso de ser necesario algún desplazamiento el gasto correrá a cargo de la empresa adjudicataria.
- Se deberá hacer entrega del manual de instrucciones de los equipos adquiridos, redactado en la lengua del país de origen del equipo y otra copia en castellano, así como copia de todo el software original. Así mismo, se hará entrega de un protocolo de mantenimiento del citado equipo en castellano y documentos para el entrenamiento de los usuarios.
- La garantía para el nuevo equipamiento será mínimo de 2 años comenzando a partir de la fecha de entrega y verificación por parte del adjudicatario. Serán objeto de garantía todos los componentes que durante este periodo presenten defecto de fabricación o cuya duración haya sido menor de la especificada. Las garantías asociadas a los diferentes componentes de la oferta serán incluidas en el sobre del pliego económico y NUNCA en el sobre técnico (corresponde a un aspecto valorable mediante fórmulas). Los mantenimientos asociados a los diferentes componentes se incluirán en la oferta técnica y en ningún momento se hará referencia a la garantía ofertada (se recuerda que garantía y mantenimiento son aspectos diferentes).
- En el sobre de la documentación técnica, se incluirá una copia de dicha documentación en formato electrónico. La inclusión de este formato electrónico no exime de la entrega de la documentación tal como requiere el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.
- Se ha de suministrar por la empresaria adjudicataria un conjunto completo de patrones para calibrar el instrumento en todas las modalidades de trabajo y modos de operación, así como un conjunto completo de consumibles.
- La instalación y los componentes ofertados cumplirán la normativa nacional y europea que les sea de aplicación. En la entrega, todo el equipamiento vendrá acompañado de la correspondiente "Declaración CE" de conformidad y cumplirá las normas de seguridad y



prevención de riesgos que la ley establece. Este documento estará redactado en la misma lengua que el manual de instrucciones original, acompañándose una copia en castellano.

- El adjudicatario deberá hacerse cargo de la instalación y puesta a punto del nuevo equipamiento hasta su correcto funcionamiento, incluyéndose en el presupuesto el montaje y las conexiones a la instalación de gases que fueran necesarias.
- Las actualizaciones del software que aparezcan en el plazo de los primeros 5 años siguientes al suministro serán sin cargo para la Universidad de Burgos, así como la instrucción mínima para el operador del sistema en lo referente a los cambios que introduzcan las distintas versiones de los programas.

La ubicación, instalación y puesta a punto del equipamiento se realizará en el Centro de I+D+I/CIBA del Parque Científico Tecnológico de la Universidad de Burgos.

Firmado por:

Responsable del SCAI del PCT  
Fdo.: Jacinto José Delgado Tajadura

Investigadora petitionerio  
Área Edafología  
Fdo: Carlos Rad Moradillo

Investigadora colaboradora  
Área Química Analítica  
Fdo: Susana Palmero Díaz

Investigador colaborador  
Área Paleontología  
Fdo: Eneko Iriarte Avilés

