

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

**CONTRATACIÓN DE UN ESPECTRÓMETRO DE EMISIÓN
ÓPTICA POR CHISPA**

**PROCEDIMIENTO ABIERTO
PA/408760/2022**

ÍNDICE

- 1.- OBJETO.
- 2.- DESCRIPCIÓN.
- 3.- ALCANCE DEL SUMINISTRO
- 4.- ETAPAS, NIVELES, O HITOS, EN LA EJECUCIÓN DE LA CONTRATACIÓN.
- 5.- CANTIDAD (de bienes o servicios) OBJETO DE LA LICITACIÓN.
- 6.- PRECIO.
- 7.- CONDICIONES Y PLAZOS DE ENTREGA. TRANSPORTE.
- 8.- MONTAJE, INSTALACIÓN.
- 9.- DOCUMENTACIÓN.
- 10.- GARANTÍAS.
- 11.- PENALIZACIONES.
- 12.- ACLARACIONES SOBRE EL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.
- 13.- OTRAS CUESTIONES.

ANEXO 1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS IMPRESCINDIBLES

ANEXO 2 CAPACIDAD MÍNIMA DE ANÁLISIS PARA ELEMENTOS

ANEXO 3 LÍMITE DE DETECCIÓN PARA CADA ELEMENTO

ANEXO 4 RANGOS DE CALIBRACIÓN PARA DISTINTOS PROGRAMAS

(BASE COBRE, NÍQUEL Y HIERRO)

1.- OBJETO.

El objeto del presente pliego de prescripciones técnicas es la definición de las características técnicas del equipo a adquirir por parte de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre-Real Casa de la Moneda (FNMT-RCM).

El nuevo equipo está basado en una técnica que permite el análisis directo de muestras metálicas. Se puede determinar de manera rápida y simultánea muchos elementos químicos presentes en aleaciones metálicas, tanto mayoritarios como a niveles de traza.

Es un equipo imprescindible en el control de la composición de las materias primas metálicas que entran en la FNMT-RCM, entre las que destacamos, los cospeles para la fabricación de moneda euro.

2.- DESCRIPCIÓN.

El equipo objeto de suministro, se basa en un dispositivo compuesto por:

- Espectrómetro de emisión de chispa.
- Sistema informático de control del instrumento (PC)
- Lijadora.

Todos los elementos que integran el equipo serán equipos autónomos con conexión a la red eléctrica de 220 V 50Hz, con sus correspondientes certificados de Compatibilidad Electromagnética (marcado CE).

Los equipos deberán cumplir y adaptarse a todo lo legislado, tanto en España como en la Unión Europea, en materia de Prevención de Riesgos Laborales, Seguridad e Higiene en el Trabajo.

3.- ALCANCE DEL SUMINISTRO

En el nuevo espectrómetro de emisión por chispa se analizará la composición de todo tipo de muestras sólidas metálicas como son:

- Cospes y monedas euro tanto si son fabricados en la FNMT-RCM como si no son fabricados (INCM Portugal).
- Cospes y monedas para exportación a terceros países
- Las varillas empleadas para la fabricación de los punzones de contraste de objetos fabricados en metales preciosos.
- Los ánodos de níquel y cobre necesarios para preparar los baños galvánicos.
- Aleaciones férricas, principalmente aceros, de muestras procedentes tanto de la FNMT (Taller Mecánico o Departamento de Moneda) como de clientes externos (UME, Escuela técnica Superior de Ingenieros Navales, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (UPM), Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (UPM)...))
- Monedas falsas remitidas por el Banco de España con el que actualmente la FNMT-RCM tiene un contrato para la prestación de servicios de soporte técnico para el análisis de moneda.

4.- PLAZO DE ENTREGA DEL SUMINISTRO O EJECUCIÓN DEL SERVICIO

(etapas, niveles, o hitos en la ejecución de la contratación).

Se tendrán en cuenta los siguientes hitos, desde la adjudicación del equipo:

- 4.1. Preceptación de los patrones de la FNMT-RCM en la fábrica de origen del adjudicatario.
- 4.2. Recepción del equipo en la FNMT.
- 4.3. Instalación y puesta en marcha del equipo.
- 4.4. Formación en el manejo del equipo. Constará de 5 Días fraccionables en 2 periodos, 3 días para el manejo del equipo y a partir de 2 meses, 2 días de formación avanzada y aclarar dudas de dicho manejo

5.- CANTIDAD (de bienes o servicios) OBJETO DE LA LICITACIÓN.

Se trata de un Espectrómetro de emisión óptica por chispa

6.- PRECIO.

No podrá aparecer en la oferta técnica referencia alguna al precio o a la oferta económica, atendiendo a lo dispuesto en el Pliego de Condiciones Particulares.

7.- CONDICIONES Y PLAZOS DE ENTREGA. TRANSPORTE.

Se entregará el equipo en un plazo no superior a 10 semanas, desde la adjudicación del equipo.

8.- MONTAJE, INSTALACIÓN.

La entrega del suministro adjudicado comprenderá las siguientes actuaciones, que serán en todo caso por cuenta del adjudicatario. La puesta en servicio del equipo suministrado no supondrá ningún gasto adicional.

Conectar el espectrómetro al mano-reductor de Argón disponible.

Una vez instalado el equipo se comprobará el correcto funcionamiento de las partes que lo componen y se verificará el cumplimiento de las características técnicas imprescindibles (anexos 1, 2, 3 y 4) y las características a puntuar.

El laboratorio se reserva el derecho de realizar las pruebas que considere pertinentes para comprobar que el equipo cumple con lo especificado.

9.- DOCUMENTACIÓN.

La oferta técnica se presentará en formato electrónico; esta tendrá que incluir el anexo 1 cumplimentado de las características técnicas imprescindibles y las características a puntuar.

10.- GARANTÍAS DE LOS SUMINISTROS Y DOCUMENTACIÓN DEL SERVICIO.

El adjudicatario deberá prestar al menos 1 año de garantía desde su instalación.

Dicha garantía deberá tener la siguiente cobertura:

- Servicio técnico de asistencia a distancia y presencial.
- Mano de obra.
- Desplazamientos.
- Piezas de repuesto.
- Actualización del software

11.- PENALIZACIONES.

De acuerdo a lo establecido en el Pliego de Condiciones Particulares.

12.- ACLARACIONES SOBRE EL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.

Datos de contacto:

Persona: Miguel Ángel Guijarro Carrasco

FNMT-RCM

Laboratorio (Área de Física)

C/Jorge Juan, 106

Tfno.: 91 566 65 27

e-mail: ma Guijarro@fnmt.es

13.- OTRAS CUESTIONES.

ANEXO 1

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS IMPRESCINDIBLES (LOS EQUIPOS QUE NO CUMPLAN CON ESTAS CARACTERÍSTICAS NO PODRÁN SER VALORADOS)

Espectrómetro de Emisión óptica por chispa	CARACTERÍSTICA	REQUISITO	Justificación de cumplimiento.- El ofertante deberá identificar en la documentación técnica aportada, que cumple con las siguientes características técnicas imprescindibles. Para ello, <u>deberá indicar en esta columna, la forma de localización de dichas características técnicas imprescindibles.</u>
Características Generales	Espectrómetro estacionario de emisión óptica (OES) por chispa de suelo (no de sobremesa)	Chispa - OES para el análisis químico elemental de aleaciones metálicas sólidas	
	Repisa de chispeo	Abierta	
	Matrices	Base Hierro, Níquel y Cobre	
Fuente de chispeo	Plasma	Argón	
	Frecuencia del chispeo	Hasta 1000Hz	
	Sistema de excitación digitalizado (descarga, generación y desconexión de pulso)	Definición digital de descarga, pulso digital y control digital de desconexión de pulso	
Soporte o repisa de chispeo	Sistema de seguridad de protección eléctrica para repisa y operador	Disponer de un sistema de protección eléctrica para evitar descargas no controladas en ausencia de muestra conductora	
	Repisa de chispeo abierta con orificio de 13 mm con posibilidad de reducción a 6 mm	Incluirá kit compuesto de: Repisa para piezas pequeñas con arandela cerámica de 6 mm de diámetro interior y adaptador para Chapas finas de espesor menor de 1 mm,	



Espectrómetro de Emisión óptica por chispa	CARACTERÍSTICA	REQUISITO	Justificación de cumplimiento.- El ofertante deberá identificar en la documentación técnica aportada, que cumple con las siguientes características técnicas imprescindibles. Para ello, <u>deberá indicar en esta columna, la forma de localización de dichas características técnicas imprescindibles.</u>
Consumo de Argón	Durante el análisis	<235 l/h	
	Constante (Fuente encendida sin analizar)	<45 l/h	
	Standby (Fuente apagada)	<25 l/h	
Sistema Óptico	Diseño de sistema óptico	Dos sistemas ópticos tipo Paschen Runge con múltiples detectores digitales lineales	
	Tipo detectores	Detectores digitales CMOS lineales dispuestos sobre el Círculo de Rowland	
	Distancia focal	≥ 750 mm	
	Rango efectivo de longitudes de onda	120-770 nm	
	Rejilla de difracción para sistema óptico UV con longitudes de onda < 240 nm	> 3500 ranuras/mm	
	Rejilla de difracción para sistema óptico de aire con longitudes de onda > 210 nm	> 2300 ranuras/mm	
	Sistema Óptico UV	Sin bomba de vacío y sin consumo de argón	
Software de análisis	Configurar niveles de usuario	Experto, usuario,...	
	Posibilidad de integrar nuevas líneas espectrales y programas analíticos insitu	Posibilidad de integrar nuevas líneas espectrales y programas analíticos insitu sin necesidad de cambiar/ ampliar el hardware del equipo	



Espectrómetro de Emisión óptica por chispa	CARACTERÍSTICA	REQUISITO	Justificación de cumplimiento.- El ofertante deberá identificar en la documentación técnica aportada, que cumple con las siguientes características técnicas imprescindibles. Para ello, <u>deberá indicar en esta columna, la forma de localización de dichas características técnicas imprescindibles.</u>
Software de análisis	Gestión de los resultados	Posibilidad de agrupar, filtrar y exportar los resultados a formatos tipo excell, pdf, ...	
	Modo de ahorro de Argón	Controlado por software mediante un módulo específico	
	Auto diagnosis del estado de los componentes del equipo	Módulo de software que monitorice gráficamente a tiempo real el estado de los componentes de hardware del Espectrómetro	
	Perfiles de trabajo	Capacidad de crear perfiles de trabajo que definen modos de visualización, almacenamiento, impresión de resultados e iconos de acceso rápido a funciones	
	Capacidad analítica ampliada/extendida	Posibilidad de creación y modificación de programas analíticos (con nuevos patrones)	
	Unidades de salida de resultados	Posibilidad de seleccionar los parámetros de salida (intensidad_cps, concentraciones, etc...)	
	Calculo estadístico de los resultados	Capacidad de Calculo estadístico de los resultados (valores medios, mínimos, máximos ,rangos, etc...)	
	Visualización y obtención de valores fuera de los rangos para cada elemento	Extrapolar hasta un 15%	
	Buscador automático del programa de medición	Capacidad de búsqueda automática del programa específico más adecuado para la aleación analizada	
	Gestor de espectros de longitudes de onda de las muestras	Para la comparación y superposición de espectros de diferentes muestras en un mismo gráfico cualitativo, incluyendo identificación de longitudes de onda - elementos	



Espectrómetro de Emisión óptica por chispa	CARACTERÍSTICA	REQUISITO	Justificación de cumplimiento.- El ofertante deberá identificar en la documentación técnica aportada, que cumple con las siguientes características técnicas imprescindibles. Para ello, <u>deberá indicar en esta columna, la forma de localización de dichas características técnicas imprescindibles.</u>
Calibraciones	Capacidad mínima de análisis para elementos según anexo 2	Para matriz hierro (Fe), Níquel (Ni) y Cobre (Cu)	
	Máximo límite de detección de cada elemento calculado de acuerdo con la norma DIN 32645, con un límite de confianza de 99,7% (3 sigma), según anexo 3	Para matriz hierro (Fe), Níquel (Ni) y Cobre (Cu)	
	Rango de medida de los programas de cada base, según anexo 4	Para matriz hierro (Fe), Níquel (Ni) y Cobre (Cu)	
	Calibración de fábrica	Calibraciones de fábrica implementadas con patrones primarios MRC y MR.	
	Curvas de calibración	Curvas de calibración realizadas con patrones que cubran los rangos de los elementos a medir e incluir otros necesarios para determinar superposiciones de líneas y corrección de los fondos	
	Recalibración tipo	Función "Recalibración Tipo" para afinar la exactitud de los resultados en relación a un Estándar tipo definido	
	Estandarización General /Normalización del Espectrómetro	Función simplificada automática para la optimización del estado de las ópticas independiente del número bases y programas analíticos calibrados.	



Espectrómetro de Emisión óptica por chispa	CARACTERÍSTICA	REQUISITO	Justificación de cumplimiento.- El ofertante deberá identificar en la documentación técnica aportada, que cumple con las siguientes características técnicas imprescindibles. Para ello, <u>deberá indicar en esta columna, la forma de localización de dichas características técnicas imprescindibles.</u>
Calibraciones	Manejo sencillo y rapidez en la función de estandarización. Función de estandarización sencilla (entre 1 y 2 patrones) para todas las bases.	Simplificación de la normalización (estandarización) del equipo; reducción del número de patrones de 1 a 2 muestras, reducción del número de chispazos, menor número de normalizaciones periódicas, etc...	
	Muestra/s de estandarización de repuesto	Se suministrará muestra/s de estandarización de repuesto	
Preparación de las muestras	Lijadora estacionaria (no portátil)	Deberá funcionar con plato y lija de disco horizontal ≥ 250 mm y motor de 2500-2800 rpm para el lijado adecuado de bases duras (Fe, Ni)	
	Pack de lijas	Grano 60	
Sistema informático	Ordenador PC para el Control del Espectrómetro	Se incluirá un PC externo completo con Pantalla TFT 22", teclado, ratón.	
	Sistema Operativo	Windows 10 o superior de 64 bits.	
	Monitor	Pantalla plana TFT 22" o superior	
	Conexiones	2 tarjetas de red ethernet	
		USB y HDMI	
Impresora	Laser a color		
Parámetros incluidos en la garantía	MOD		
	Desplazamiento		
	Asistencia técnica a distancia		
	Actualizaciones del software		
	Cambio de piezas defectuosas		



Espectrómetro de Emisión óptica por chispa	CARACTERÍSTICA	REQUISITO	Justificación de cumplimiento.- El ofertante deberá identificar en la documentación técnica aportada, que cumple con las siguientes características técnicas imprescindibles. Para ello, <u>deberá indicar en esta columna, la forma de localización de dichas características técnicas imprescindibles.</u>
Otros requisitos	Suministro de componentes durante al menos 10 años.	El fabricante deberá aportar un documento firmado en el que se compromete a garantizar el suministro de componentes durante al menos 10 años.	
	Marcado CE con declaración de conformidad.		
	Certificado de Calibración a entregar con el equipo	Conforme a ISO 9001	
	Manual en castellano a entregar con el equipo		
	Asistencia técnica	España	
Puesta en marcha	Comprobación analítica	Se realizarán ajustes y comprobaciones analíticas con Patrones certificados primarios de FNMT en todas las bases implementadas de relevancia	
Formación	Formación en Manejo del equipo y preparación de muestras previa a los análisis	3 días de Formación en los que se desarrollarán las rutinas de operación, mantenimiento y métodos de trabajo para la optimización analítica de las diversas familias de aleación, incluyendo las calibraciones	
		2 días adicionales, fecha a convenir a partir de 2 meses de la formación para la resolución de dudas y formación avanzada	

ANEXO 2
Capacidad mínima de análisis para elementos

Base Cobre (Cu)	Base Níquel (Ni)	Base Hierro (Fe)
Zn	C	C
Pb	Si	Si
Sn	Mn	Mn
P	P	P
Mn	S	S
Fe	Cr	Cr
Ni	Fe	Mo
Si	Mo	Ni
Mg	V	Al
Cr	Cu	Co
Te	W	Cu
As	Co	Nb
Sb	Nb	Ti
Cd	Al	V
Bi	Ti	W
Ag	Zr	Pb
Co	Sn	Sn
Al	Zn	As
S	B	Zr
Be	Mg	Bi
Zr	Pb	Ca
B	Ta	Sb
C	N	Se
Ti		Te
Se		Ta
Nb		B
O		Zn
		Ag
		O

ANEXO 3
Límite de detección para cada elemento

Base Cobre (Cu)	Límite Detección (ppm)
Zn	0,8
Pb	1
Sn	0,8
P	0,5
Mn	0,5
Fe	1
Ni	1
Si	0,8
Mg	0,1
Cr	0,8
Te	1
As	0,8
Sb	1,5
Cd	0,2
Bi	1
Ag	0,2
Co	1
Al	0,4
S	0,6
Be	0,1
Zr	0,4
B	0,1
C	2
Ti	0,4
Se	0,3
Nb	8
O	20

Base Níquel (Ni)	Límite Detección (ppm)
C	2
Si	2
Mn	1
P	3
S	5
Cr	2
Fe	2
Mo	1
V	1
Cu	1
W	5
Co	3
Nb	2
Al	2
Ti	1
Zr	5
Sn	1
Zn	1
B	0,5
Mg	0,5
Pb	5
Ta	20
N	4

Base Hierro (Fe)	Límite Detección (ppm)
C	1
Si	2
Mn	2
P	2
S	1
Cr	1
Mo	0,3
Ni	1
Al	1
Co	2
Cu	0,8
Nb	2
Ti	1
V	1
W	5
Pb	2
Sn	1
As	3
Zr	2
Bi	2
Ca	0,5
Sb	2
Se	5
Te	2
Ta	8
B	0,5
Zn	0,5
Ag	0,4
N	4
O	20

ANEXO 4
Rangos de calibración (base cobre)

	Cobre global	Cobre puro (%)	Latón CuZn (%)	Latón-Niquel CuZnNi (%)	Cupro-Niquel CuNi (%)	Bronce-Aluminio CuAl (%)
Zn	0.00010 - 45.00	0.000080 - 0.300	2.00 - 45.00	15.00 - 31.00	0.00010 - 0.810	0.00010 - 1.90
Pb	0.0020 - 22.00	0.00010 - 1.50	0.00050 - 5.10	0.0030 - 2.50	0.0030 - 0.100	0.0025 - 0.650
Fe	0.00050 - 6.50	0.00010 - 0.230	0.00050 - 4.60	0.00050 - 1.10	0.0010 - 2.60	0.00050 - 6.50
Sn	0.00010 - 15.00	0.000080 - 0.330	0.00020 - 2.30	0.00010 - 0.350	0.00010 - 0.130	0.00010 - 1.10
P	0.00020 - 1.00	0.000050 - 0.0800	0.00020 - 0.250	0.00020 - 0.120	0.00020 - 0.0500	0.00010 - 0.220
Mn	0.00030 - 20.00	0.000050 - 0.110	0.00030 - 20.00	0.00030 - 0.720	0.00030 - 2.00	0.00030 - 2.50
Ni	0.0015 - 34.00	0.00010 - 0.500	2.00-20.00	2.00 - 20.00	2.00 - 34.00	0.0015 - 7.30
Si	0.00030 - 6.10	0.000080 - 0.100	0.00030 - 6.10	0.00050 - 0.110	0.00050 - 0.910	0.00050 - 0.750
Mg	0.00020 - 0.180	0.000005 - 0.0200	0.00010 - 0.0210		0.00010 - 0.0370	0.00020 - 0.180
Cr	0.00020 - 2.40	0.000080 - 0.920	0.00010 - 0.0900		0.0010 - 2.40	0.00020 - 0.200
Te	0.00040 - 0.120	0.00010 - 0.120	0.00040 - 0.0120			
As	0.00010 - 0.770	0.000080 - 0.330	0.00010 - 0.220	0.00030 - 0.0250	0.00040 - 0.0250	0.00010 - 0.400
Sb	0.0010 - 1.70	0.00015 - 0.330	0.00050 - 0.700	0.0010 - 0.0300	0.0010 - 0.0150	0.0010 - 0.0500
Cd	0.00010 - 0.110	0.000015 - 0.110	0.00010 - 0.0350		0.00010 - 0.0200	
Bi	0.00050 - 6.00	0.00010 - 0.0700	0.00050 - 6.00	0.0010 - 0.0250	0.0010 - 0.120	0.00020 - 0.0110
Ag	0.00010 - 1.60	0.000020 - 0.520	0.00010 - 0.0410	0.00010 - 0.110		0.00020 - 0.0300
Co	0.00020 - 2.50	0.00010 - 0.210	0.00030 - 0.420	0.00050 - 0.230	0.00050 - 0.160	0.00020 - 0.140
Al	0.00020 -12.50	0.000040 - 0.0500	0.00020 - 8.30	0.00050 - 0.0500	0.00050 - 0.130	4.00 - 12.50
S	0.00010 - 0.170	0.000060 - 0.0800	0.00010 - 0.0500	0.00010 - 0.0700	0.00010 - 0.130	
Be	0.000050 - 3,00	0.000005 - 0.210	0.000050 0.0090			
Zr	0.00010 - 0.380	0.000040 - 0.220			0.00020 - 0.380	
B	0.000010-0.0350	0.000005 - 0.035	0.000050-0.0060		0.00005 - 0.0100	
C	0.00020 - 0.0620				0.00050 - 0.0620	
Ti	0.00050 - 0.800	0.000040 - 0.0100			0.0010 - 0.800	
Se	0.00010 - 1.70	0.000030 - 0.120	0.00050 - 1.70			
Nb	0.00080 - 1.30				0.00080 - 1.30	
O		0.0020 - 0.400				

ANEXO 4
Rangos de calibración (base níquel)

Canales	Níquel Global (%)	Níquel puro (%)	Níquel Monel Ni-Cu/Ni-Cu-Sn (%)
C		0.00020 - 1.10	0.00020 - 0.420
Si	0,0003- 4.40	0.00020 - 0.450	0.0010 - 4.40
Mn	0.00050 - 3.20	0.00010 - 0.420	0.00030 - 3.10
P	0.00050 - 2.00	0.00030 - 0.0310	0.00030 - 2.00
S	0.00070 - 0.310	0.00070 - 0.310	0.00050 - 0.310
Cr	0.00030 - 31.00	0.00020 - 0.600	0.00030 - 1.00
Fe	0.00050 - 53.0	0.00020 - 0.900	0.00050 - 4.00
Mo	0.0010 -34.00		0.00010 - 0.200
V	0.0030 - 1.10	0.00010 - 0.0025	
Cu	0.00050 - 41.00	0.00010 - 0.250	20.00 - 41.00
W	0.0020 - 14.00		
Co	0.0015 - 21.00	0.00030 - 1.60	0.0020 - 0.150
Nb	0.00020 - 7.70		0.0010 - 2.50
Al	0.00050 - 6.00	0.00020 - 0.900	0.00050 - 4.30
Ti	0.00030 - 6.10	0.00010 - 0.350	0.00050 - 1.60
Zr	0.00050 - 0.300		
Sn	0.0500 - 14.50		0.0100 - 15.00
Zn	0.00030 - 0.400		0.00010 - 0.400
B	0.00010 - 3.00	0.000050 - 0.0050	
Mg		0.000050 - 0.130	0.00010 - 0.750
Pb			0.00050 - 0.0750
Ta	0.0020 - 12.00		
N	0.00040 - 0.340		

ANEXO 4
Rangos de calibración (base hierro)

Canales	Hierro global (%)	Acero Baja aleación (%)	Acero inoxidable al Cr/CrNi (%)
C	0.0010 - 4.50	0,00010 - 1.50	0,00020 - 2.50
Si	0.00020 - 20.00	0.00020 - 20,00	0.0010 - 4.10
Mn	0.00020 - 23.00	0.00020 - 2.30	0.00050 - 15.20
P	0.00030 - 2.40	0.00020 - 0.150	0.00050 - 0.150
S	0.00020 - 0.450	0.00010 - 0.120	0.00020 - 0.350
Cr	0.0010 - 33.00	0.00010 - 8.50	0.0010 - 30.00
Mo	0.00030- 10.00	0.000030 - 10.00	0,00050 - 10.00
Ni	0,00030 - 46.00	0.800 - 5.40	0.0015 - 46.00
Al	0.00050 - 3.10	0.00010 - 1.90	0.00050 - 3.10
Co	0,00020 - 18.00	0.00020 - 2.10	0.00020- 18.00
Cu	0.00050 - 8.10	0.000080 - 1.20	0.00050 - 6.20
Nb	0.00050 - 3.00	0.00020 - 0.600	0.00050 - 3.00
Ti	0.00030 - 3.60	0.00010 - 0.820	0.00030 - 3.60
V	0.00030 - 10.00	0.00010 - 1.10	0.00030 - 10.00
W	0.0010 - 21.00	0.00050 - 3.10	0.0010 - 6.20
Pb		0.00020 - 0.0250	0.00030 - 0.110
Sn		0.00010 - 0.140	0.00010 - 0.200
As		0.00030 - 0.140	0.00050 - 0.110
Zr		0.00020 - 0.230	0.00020 - 0.0210
Bi		0.00020 - 0.0100	0.0010 - 0.0070
Sb		0.00050 - 0.120	0.0010 - 0.220
Se		0.00050 - 0.100	0.0010 - 0.310
Te		0.00020 - 0.0210	
Ta		0.00080 - 0.220	0.0010 - 0.760
B		0.000050 - 0.0270	0.000050 - 0.0220
Zn		0.000050 - 0.0260	0.00010 - 0.0100
Ag		0.000040 - 0.0050	
N		0,0004 - 1,10	0,001-1,10
O		0.0020 - 0.0250	