

CITTA' DI  
VENEZIA



Università  
Ca'Foscari  
Venezia

I  
- - -  
U  
- - -  
A  
- - -  
V  
Università luav  
di Venezia

## **PATTO PER LO SVILUPPO PER LA CITTÀ DI VENEZIA**

Delibera CIPE 56/2016 (17A02404) G.U.n.79 del 4.4.2017

Fondo per lo Sviluppo e la Coesione FSC 2014-2020



## CAPITOLATO SPECIALE – PARTE TECNICA

La procedura di gara ha per oggetto la fornitura di strumentazione, suddivisa in lotti, le cui caratteristiche tecniche sono di seguito riportate:

<b>Lotto n. 1</b>
<b>A) RAMAN PORTATILE Handheld per applicazione su beni culturali ottimizzato per campioni fluorescenti e con accessorio per misure senza contatto</b>
Raman portatile per applicazione su beni culturali ottimizzato per campioni fluorescenti - Doppio laser, entrambi operanti nell'IR - Sistema di campionamento: solidi, liquidi, possibilità di variazione del fuoco per analisi su dipinti, misure non a contatto - Strumento operante a batterie, almeno due batterie e un caricabatteria inclusi - Touchpad ad alta risoluzione integrato utilizzabile anche per identificazione - Valigia di trasporto rigida - Peso inferiore a 2 Kg - Personal computer portatile - Connessione Wi-Fi tra PC e strumento - Software di gestione - Software di identificazione con ricerca in librerie di miscele con stima percentuale di una componente rispetto all'altra - Libreria spettrale contenente: pigmenti, leganti, cere, vernici, acidi carbossilici
<b>B) IR PORTATILE</b>
Lo strumento deve essere: - dotato di laser a stato solido - munito di accessorio ATR con cristallo in diamante monolitico per solidi - lavorare in Trasmissione e modalità ATR - lavorare in Riflettanza esterna per analisi su opere d'arte con videocamera integrata USB e distanza di lavoro di almeno 1 cm - lavorare in Riflettanza esterna per analisi su opere d'arte con distanza di lavoro di almeno 4 cm - operativo in qualsiasi orientazione spaziale durante le analisi in situ (orizzontale e verticale), utilizzabile anche per analisi di soffitti o di libri posti su tavolo - di peso inferiore a 8 Kg  Lo strumento deve inoltre essere fornito di: - Valigia di trasporto con ruote (trolley) - Tripode di primario fornitore con adattamento specifico per l'utilizzo del sistema in situ con testa snodabile lungo tutte le direzioni spaziali e spostamento fine lungo l'asse focale - Personal computer portatile con caratteristiche adeguate alla gestione del software e hardware, Sistema operativo: Microsoft Windows, dotato almeno di: Processore: Intel RAM: 4GB - Disco rigido: 500 GB, Porta di connessione: per rete LAN integrata - Software di gestione dati ed elaborazione spettri, comprendente librerie per il riconoscimento di composti o possibilità di interfacciarsi a librerie.

2



## Lotto n. 2

### SISTEMA GASCROMATOGRAFICO CON SPETTROMETRO DI MASSA (GC- MS) A SINGOLO QUADRUPOLO CON PIROLIZZATORE

Il sistema richiesto deve prevedere la seguente configurazione:

- Gascromatografo a doppio canale dotato di due iniettori SSL split/splitless
- Valvola di commutazione per la scelta del canale
- Spettrometro di massa a singolo quadrupolo
- Software di gestione strumentale ed acquisizione dati
- Gascromatografo con iniettori Split/Splitless, rivelatori FID, ECD e MSD e software.
- Pirrolizzatore e Cryotrap
- Hardware di ultima generazione completo di Monitor LCD da 24".

#### A.1) GASCROMATOGRAFO

Il gascromatografo deve essere a doppio canale cioè in grado di ospitare contemporaneamente fino a due colonne capillari, due iniettori e tre rivelatori tradizionali (quali FID, ECD, TCD, NPD...) più uno spettrometro di massa.

- 1) La temperatura del forno deve poter essere programmabile da pochi gradi sopra alla temperatura ambiente fino ad almeno 450°C con steps di 1°C.
- 2) La velocità di riscaldamento deve superare i 115°C/min e devono poter essere impostabili fino ad 20 rampe di temperatura.
- 3) Il tempo di raffreddamento del forno da 450°C a 50°C deve essere inferiore a 5 minuti.
- 4) I controlli della pressione e dei flussi devono essere elettronici e verificabili via software.
- 5) Devono essere presenti due iniettori SSL (Split/splitless) completi di controllo elettronico dei flussi e della pressione. In modalità Split, il rapporto di splittaggio deve poter essere impostabile fino a oltre 1:7000; Temperatura di esercizio non inferiore a 400°C, possibilità di impostare la temperatura tra i 50°C e i 400°C con incrementi di 1°C.
- 6) Deve essere presente una valvola di commutazione manuale/automatica che consenta l'utilizzo a scelta di una delle due colonne installate ed entrambi collegate alla transfer line dello spettrometro di massa. La valvola deve essere ingegnerizzata per una commutazione manuale/automatica e deve poter lavorare sino ad una temperatura massima di 330 °C.
- 7) Il sistema deve essere dotato di Pirrolizzatore PY 3030D della FrontierLab completo di Cryotrap da collegare ad uno dei due iniettori SSL richiesti.
- 8) strumento predisposto per possibile aggiunta futura di autocampionatore per liquidi installabile sul secondo iniettore SSL.

#### A.2) SPETTROMETRO DI MASSA A SINGOLO QUADRUPOLO

- 1) Transfer-line riscaldata (T selezionabile nell'intervallo 30-350°C), con temperatura controllata mediante software.
- 2) La sorgente deve essere interamente realizzata con materiale a superficie inerte, riscaldabile ad alte temperature.
- 3) Lo strumento deve essere dotato di un doppio filamento; la selezione del filamento in uso deve poter essere gestita dall'operatore via software.
- 4) Sistema di vuoto composto da pompa turbo molecolare da almeno 250 litri/sec e pompa meccanica per il pre-vuoto.
- 5) Velocità massima di scansione non inferiore a 15.000 amu/sec.
- 6) Acquisizione in modalità SIM e FULL SCAN simultanea all'interno dello stesso raw file per conferma e screening allo stesso tempo.
- 7) Range di scansione dell'analizzatore da 5 amu ad almeno 1000 amu.
- 8) Tipi di scansione impostabili: Ionizzazione per Impatto elettronico Full Scan, Single Ion Monitoring (SIM), con acquisizioni sia in Full-Scan sia in SIM in modo sequenziale durante un'unica corsa cromatografia per analisi quali- e quantitative contemporanee.
- 9) Il detector dovrà essere un: elettromoltiplicatore con dinodo di conversione con range di linearità di almeno 7 ordini di grandezza.
- 10) Le specifiche strumentali minime, che all'atto del collaudo dovranno essere verificate, dovranno non essere inferiori alle seguenti: sensibilità con sorgente E.I.:

l'iniezione di 1uL di uno standard di 1 pg/uL di Octafluoronaftalene (OFN), deve produrre un rapporto segnale rumore pari al almeno di 1.000:1 per lo ione molecolare m/z 272 quando lo strumento acquisisce in modalità fullscan nell'intervallo 50-300 amu, usando elio come gas carrier.

#### A.3 SOFTWARE DI GESTIONE STRUMENTALE ED ACQUISIZIONE DATI E PERSONAL COMPUTER

- 1) Il sistema Software fornito deve consentire il completo controllo dei parametri del sistema GC-MS.
- 2) La comunicazione con lo strumento deve avvenire tramite scheda LAN.
- 3) Deve essere possibile l'acquisizione sequenziale in modalità FullScan / SIM all'interno dello stesso raw file per conferma e screening allo stesso tempo.
- 4) Possibilità di autotuning e calibrazione delle masse in modalità di ionizzazione EI.
- 5) Possibilità di creare report di analisi personalizzati, creazione di rette di calibrazione, calcolo risultati analitici, ecc.
- 6) Nella fornitura deve essere compreso un Personal Computer con caratteristiche adeguate alla gestione del software e hardware, dotato almeno di: Processore: intel RAM: 4GB - Disco rigido: 500 GB Serial ATA HDD - Unità ottica: supporto in scrittura per i formati DVD+R e DVD-R - Controllore grafico: o su scheda dedicata o risoluzione 1280x1024, 16,7 milioni di colori - Porta di connessione: 1 porta RJ-45 (per rete LAN) integrata - Sistema operativo: Microsoft Windows 7 - Monitor 24" TFT - Mouse: USB Optical Scroll Mouse - Tastiera: USB Keyboard - Stampante.



# Lotto n. 3

## MICRO - XRF TRASPORTABILE

Micro XRF trasportabile per analisi non distruttive e non invasive di opere d'arte

Caratteristiche minime richieste del sistema:

- lavorare con la testa di misura non a contatto con l'opera d'arte
- lavorare in modalità non distruttiva e non invasiva, consentendo analisi accurate e veloci in situ
- strumento operativo in qualsiasi orientazione spaziale durante le analisi in situ (orizzontale e verticale), utilizzabile anche per analisi di soffitti
- l'area di scansione deve sempre essere controllata dal software di monitoraggio
- la testa di misura deve contenere all'interno tutti i componenti principali (tubo a raggi X; rivelatore; sistema di puntamento laser; elettronica; video camera e sistema di illuminazione area di misura)
- la testa di misura deve essere fornita montata su stage motorizzato che consenta di eseguire scansioni e mappe elementari su macro aree

Requisiti minimi dello strumento:

- Tubo a raggi-X con target Rh standard (Au, Ag, Mo, W opzionali).
- Tubo a raggi X: Tensione 50 Kv e corrente (200 microA), regolabili via software
- Range di analisi Na – U, elementi leggeri con flussaggio He. Connettori e flussimetro inclusi.
- Presenza di almeno 2 filtri selezionabili tramite software per differenti applicazioni.
- Presenza di almeno due collimatori selezionabili tramite software
- Video camera integrata per visualizzazione dell'area di analisi
- Video camera esterna ad ampio campo visivo.
- Detector Silicon Drift Detector SDD (area detector >30 mm<sup>2</sup>, risoluzione < 160eV, conteggi ≥ 400 Kcps con preamplificatore di carica in tecnologia CMOS e processore DPP ad alta risoluzione per acquisizioni ad alta velocità e elevata qualità spettrale
- Sistema laser per accurato posizionamento del punto di analisi.
- Stage motorizzato (X, Y, Z) con adattamento specifico per scansione di macro aree
- Telaio/tripode regolabile in altezza e rotazione
- Lo strumento deve essere montabile/smontabile in più unità per il trasporto
- PC adeguato operativo con Microsoft Windows10 con software di gestione completo
- Custodia per il trasporto.
- Connessione Wi-Fi tra PC e strumento e via cavo ethernet

Requisiti minimi del software:

- Il software deve includere in unica interfaccia tutte le funzioni per il controllo dello strumento, l'acquisizione e valutazione degli spettri, mappe elementari, analisi qualitative, semi-quantitative, quantitative e generazione di report con modelli predefiniti
- La visualizzazione di spettri e mappe deve avvenire durante e dopo l'acquisizione. Il software deve inoltre consentire la generazione di report analitici in formato PDF, e deve essere una interfaccia unica per il controllo di tutte le funzioni strumentali.
- Controllo completo dello strumento, acquisizione dati, valutazione dei dati, mappatura, analisi semi-quantitativa e generazione di report in un'unica interfaccia facile da usare, impostazioni parametri eccitazione e tempo di misurazione.
- Posizionamento accurato del campione con display della fotocamera del microscopio.
- Il software deve garantire la vista delle posizioni del laser una precisa regolazione del punto di analisi.
- Software completamente integrato per la mappatura e la visualizzazione delle mappe acquisite.
- Deconvoluzione spettrale per analisi qualitativa e parametri fondamentali senza standard per analisi semi-quantitative.
- Strumenti di valutazione e confronto spettrali.



## Lotto n. 4a

### A) SPETTRORADIOMETRO PORTATILE PER MISURE DA CAMPO

Spettroradiometro a scansione rapida portatile con range spettrale 350-2500 nm utilizzato per misurazioni di riflettanza, radianza o irradianza in tempo reale

Il sistema richiesto deve avere le seguenti caratteristiche minime:

- Progettato per utilizzo in interno ed esterno per applicazioni di remote sensing;
- Intervallo spettrale minimo: 350-2500 nanometri (nm);
- Numero canali minimo: 2151;
- Risoluzione spettrale (FWHM):  $\leq 3 \text{ nm @ } 700 \text{ nm}$ ,  $\leq 10 \text{ nm @ } 1400$ ,  $\leq 10 \text{ nm @ } 2100$ ;
- Noise equivalent radiance (tempo 1 secondo):  $\leq 1 \times 10^{-9} \text{ W/cm}^2/\text{nm/sr @ } 700 \text{ nm}$ ,  $\leq 1,2 \times 10^{-9} @ 1400$ ,  $\leq 1,9 \times 10^{-9} @ 2100$ ;
- Field of view (FOV) bare fiber:  $25^\circ$
- Peso Massimo (unità principale): 6 kg;
- Batteria inclusa;
- Certificato di calibrazione incluso;
- Software e accessori per scaricamento ed elaborazione dati incluso;
- Controller laptop per la visualizzazione dei dati ed elaborazione dei dati;
- Manuale d'uso incluso;
- Tempo di scansione minimo 100 ms;
- zaino impermeabile per il trasporto in campo;
- spectralon non calibrato 99% riflettanza;
- correzione dark current;
- controllo in tempo reale integrità fibre ottiche;
- sonda biforcata con ridotto FOV;
- accessori per la lettura di opere d'arte;
- lampada con spettro noto per misure in laboratorio;
- ottiche aggiuntive;
- valigia di trasporto aereo;
- zaino per il trasporto;
- spectralon calibrato 99% riflettanza;
- probe per la misura dell'irradianza;
- treppiede per alloggiare la fibra;
- modulo Wi-Fi ed ethernet per comunicare con il controller;
- Pc portatile Intel Core i5-8350U, windows 10 64bit, 8Gb ram, schermo 14" FHD, 256 Gb SATA SSD, 5 anni di garanzia e software di gestione completo;
- Il software deve essere in grado di visualizzare i dati salvati, immagazzinare il file raw, permettere la media tra vari spettri, visualizzare riflettanza, radianza o irradianza in tempo reale.



# Lotto n. 4b

## A) TELECAMERE IPERSPETTRALI PER ANALISI DI IMAGING SPETTROSCOPICO NEL CAMPO SPETTRALE DA VIS-NIR A SWIR, CON SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE AUTOMATICA

Il sistema dovrà comporsi di:

- telecamera iperspettrale push-broom portatile con range di sensibilità 400 nm – 1000 nm (VIS-NIR) completa di treppiedi, illuminazione e accessori per il corretto funzionamento;
- telecamera iperspettrale push-broom con range di sensibilità 1000 nm – 2500 nm (SWIR) accoppiata a sistema di scansione e illuminazione;
- Software di gestione strumentale, acquisizione, analisi.
- Pc con sistema operativo Microsoft Windows10 con software di gestione completo, preconfigurato delle due camere.

Il sistema deve essere in grado di acquisire immagini in maniera veloce ed accurata attraverso software adeguato in grado di gestire tutti i parametri strumentali, di acquisizione spettrale e di immagini.

### A.1) Telecamera iperspettrale portatile per range spettrale di sensibilità VIS-NIR (400-1000 nm)

Nello specifico è richiesto:

- Tecnologia push-broom;
- Range di sensibilità almeno 400 – 1000 nm;
- Risoluzione spettrale migliore di 8 nm;
- Numero di pixel spaziali > 500 (risoluzione dell'immagine 500 px \*500 px);
- Bande spettrali: > 200;
- Intervallo di messa a fuoco: da almeno 50 cm a ∞.
- FOV – campi di vista: maggiore di 30°;
- Software di controllo camera e analisi dei dati acquisiti. In particolare, il software deve essere: o integrato (onboard) nella telecamera e in versione desktop (per PC) o capace di gestire tutte le funzioni della telecamera o capace di analisi dati per la creazione di modelli e classificazioni di riconoscimento dei materiali sia nella versione onboard che per pc o versione onboard capace di gestire applicazioni ove più modelli di riconoscimento possano essere utilizzati contemporaneamente per mappature complete e automatiche
- Versione PC per post elaborazione.
- Gestione completa della camera via software onboard, nessuna necessità di utilizzo del computer per l'acquisizione dati, realizzazione e applicazione dei modelli di identificazione
- SD CARD incorporata nella camera, rimovibile e intercambiabile per memorizzare dati in fase di acquisizione e per post elaborazione;
- Dati in formato ENVI;
- 2 batterie ricaricabili, con carica batteria;
- Non deve richiedere sistemi di movimentazione esterni.

### A.2) Telecamera iperspettrale push broom per range spettrale SWIR

Specifiche tecniche minime richieste:

- La telecamera deve essere dotata di tecnologia push-broom;
- Range di sensibilità 1000-2500 nm;
- Risoluzione spettrale: almeno di 15 nm con fenditura di ingresso allo spettrografo > 30 µm;
- Campionamento spettrale: migliore di 6nm/pixel;
- Numero di bande spettrali: migliore di 250;
- Risoluzione spaziale: migliore di 15 µm (RMS spot radius);
- Velocità di acquisizione di almeno 400 FPS (frame per seconds) a pieno sensore;
- I riferimenti bianco e nero devono poter essere acquisiti e salvati automaticamente, ad ogni misurazione, impostando tali operazioni via software;
- Sensibilità/rapporto segnale su rumore: migliore di 1000:1;
- Minime aberrazioni: nessuna necessità di correzioni degli effetti di smile e keystone;
- Rivelatore con tecnologia MCT;
- Obiettivi intercambiabili manualmente da parte dell'operatore senza necessità di dover calibrare la macchina in fabbrica.
- Dati in formato ENVI;
- Gruppo ottico (obiettivo, spettrografo, shutter, sensore) stabilizzato in temperatura;
- Controllo tramite interfaccia USB;
- Temperatura operativa di lavoro: range – 20°C + 50°C.

### A.3) Caratteristiche del software di analisi delle entrambe le telecamere:

Caratteristiche del software di analisi delle telecamere:

- Importare una varietà di formati immagine quali: Envi, Mat, SPF, JPG, TIF, PNG ecc.
- Elaborazione dei dati iperspettrali:
  - o Analisi di immagine (misurazione di parametri strutturali come le superfici, diametri, analisi della forma, ecc); analisi spettrale di ciascun pixel;
  - o Analisi multivariata dei dati iperspettrali con tecniche quali per esempio PCA, PLS, PLS-DA;
  - o Pre-processamento spettrale: SNV, derivate prime e seconde, Savitzky-Golay;
  - o Predizioni su materiali sconosciuti: classificazione e quantificazione del contenuto delle immagini;
  - o Visualizzazioni: immagine RGB, scatter 2D e 3D, plot di loading e spettrale, istogramma.

### A.4) Specifiche tecniche richieste per lo scanner:

Sistema di movimentazione automatica completo di illuminazione che copra il range 400 nm – 2500 nm con segnale il più possibile uniforme in lunghezza d'onda.

Nello specifico vengono richieste le seguenti caratteristiche:

- Il sistema deve potere scandire oggetti posti orizzontalmente (scansione di opere poggiate su tavolo) o verticalmente (opere appese a una parete per acquisizioni senza necessità di rimozione delle stesse), in materiale leggero e trasportabile;
- Lo scanner e l'illuminazione deve essere smontabile per consentire il trasporto agevole e garantire un'escursione lineare di almeno 100 cm;
- Lo scanner deve essere controllabile dallo stesso software con il quale si opera sulla telecamera SWIR per garantire la sincronizzazione semplice tra frame rate e velocità di scansione allo scopo di mantenere le proporzioni dell'oggetto scandito;
- Il sistema deve essere ottimizzato per alloggiare le telecamere UV-VIS e SWIR.



## Lotto n. 5

### Spettrometro ibrido ESI-QqTOF da banco dotato di sistema LC e relativa sorgente ESI

Spettrometro di massa da banco, con tecnologia QqTOF, dotato di sorgente ionica Elettrospray ed accoppiato a sistema di cromatografia liquida. Tutta la strumentazione offerta dovrà essere nuova di fabbrica; Il pacchetto strumentale fornito (LC e MS) deve essere comprensivo di un unico software in grado di controllare il sistema LC e lo spettrometro di massa.

#### A) Cromatografo Liquido

<b>A.1</b>	Pompa binaria con pressione fino ad almeno 700 bar; Precisione del flusso inferiore a 0.5 %; Accuratezza della composizione del gradiente pari almeno allo 0.5 %; Sistema di degassaggio sotto vuoto; Autocampionatore con almeno 50 posizioni; Loop di iniezione a capacità variabile, compresa tra almeno 0.1 µl e 40 µl; Precisione migliore dell'1 %; Possibilità di alloggiamento di vials da 2 ml ed eventualmente altro formato.
------------	--

#### B) Spettrometro di Massa

<b>B.1</b>	Sorgente elettrospray con ago al potenziale di terra (ESI) e dry gas in controcorrente rispetto all'ingresso nello spettrometro di massa con temperatura variabile ed impostabile via software;
<b>B.2</b>	Intervallo di massa del TOF di almeno 50-3.000 m/z;
<b>B.3</b>	Intervallo di massa del quadrupolo fino a 3.000 m/z;
<b>B.4</b>	Risoluzione in configurazione singolo reflectron $\geq 30.000$ FWHM @ 1.222 m/z;
<b>B.5</b>	Accuratezza di massa in MS e MS/MS con calibrazione esterna RMS $\leq 2$ ppm (una SINGOLA calibrazione deve essere valida sia per MS che per MS/MS);
<b>B.6</b>	Sensibilità in MS ioni positivi: 1 pg di reserpina dovrà generare un picco con rapporto S/N $\geq 100:1$ RMS;
<b>B.7</b>	Velocità di acquisizione in MS impostabile dall'operatore fino ad almeno 50 Hz (50 spettri/secondo);
<b>B.8</b>	Velocità di acquisizione in MS/MS impostabile dall'operatore fino ad almeno 30 Hz (30 spettri/secondo);
<b>B.9</b>	Detector a 10 bit con tecnologia ADC per garantire il massimo intervallo dinamico;
<b>B.10</b>	Modalità operative di acquisizione che lo spettrometro di massa deve garantire: full scan MS, target MS/MS, AutoMS/MS (data dependent) e "all MS/MS" (data independent) ovvero frammentazione CID senza alcuna selezione dei precursori;
<b>B.11</b>	Lo spettrometro dovrà essere completo di software di gestione e di processamento dei dati acquisiti;
<b>B.12</b>	Il pacchetto strumentale fornito deve essere, inoltre, completo di software e relativa licenza d'uso illimitata che permetta di generare automaticamente le formule molecolari di molecole incognite, basandosi sui seguenti parametri per il calcolo delle stesse: massa accurata e pattern isotopico dello ione precursore, massa accurata e pattern isotopico dei frammenti dello ione precursore ottenuti da esperimenti MS/MS. Deve essere inoltre fornito di collegamento a database on-line relativi alle formule di struttura per piccole molecole (fino a 1.000 Da); allegare relazione descrittiva completa di screenshot del software dai quali si evinca il flusso di lavoro supportato e sopra descritto.
<b>B.13</b>	Possibilità di integrare, con software dedicato e sviluppato ad hoc, i dati acquisiti dallo spettrometro di massa QTOF con quelli derivanti dal sistema NMR installato presso il Dip.to di Scienze Molecolari e Nanosistemi (Modello Bruker Avance III)
<b>B.14</b>	Generatore d'azoto in grado di supportare le necessità di funzionamento del sistema MS offerto

7



## Lotto n. 6

### SPETTROMETRO DI MASSA A QUADRUPOLO CON SORGENTE DI IONI AL PLASMA ACCOPPIATO INDUTTIVAMENTE (ICP-MS), CON CELLA DI COLLISIONE/REAZIONE E SISTEMA LASER ABLATION (LA)

La strumentazione deve comprendere:

- spettrometro di massa a quadrupolo con sorgente di ioni al plasma accoppiato induttivamente (ICP-MS) con cella di collisione/ reazione;
- sistema di ablazione laser con tecnologia ad eccimeri;
- software di gestione strumentale ed acquisizione dati;
- hardware di ultima generazione completo di PC ad elevate prestazioni e monitor Monitor LCD a basso ingombro minimo 24".
- kit di avvio di provette da 14 ml (500 pz) e da 50ml (50 pz), oltre ad una fornitura di tubi per pompa peristaltica (stimati in 6 confezioni per tipologia) e set di coni e torcia di ricambio.

Il sistema ICP-MS deve essere di ultima generazione e conforme alle norme tecniche internazionali di riferimento; deve essere in grado di eseguire analisi multielementare e garantire i relativi determinazioni detection limits (LOD) indicati in Tabella 1, preferibilmente in singola modalità analitica (KED). Il rispetto di tale specifica dovrà essere dichiarato esplicitamente nell'offerta e sarà verificato in fase di collaudo, costituendone parte integrante.

Tabella 1	
ELEMENTO	LOD (ppt) in 0.5% HNO <sub>3</sub> e 0.5% HCl
Alluminio	< 100
Antimonio	< 1
Arsenico	< 2
Bario	< 1
Boro	< 100
Cadmio e composti	< 1
Cromo Totale	< 2
Ferro	< 100
Manganese	< 1
Mercurio e composti	< 1
Nichel e composti	< 1
Piombo	< 1
Rame	< 5
Selenio	< 10
Vanadio	< 10
Zinco	< 10

Per la configurazione dell'offerta sarà pertanto necessario fornire dichiarazione specifica sulle prestazioni della strumentazione per gli elementi riportati in Tabella 1.

Il sistema ICP-MS dovrà essere inoltre equipaggiato con:

- chiller di raffreddamento;
- sistema completo di introduzione del campione;
- camera di nebulizzazione con controllo integrato della temperatura;
- sistema di generazione del vuoto, con pompa turbo molecolare e pompa rotativa. La pompa rotativa, qualora non a bassa emissione di rumore, dovrà essere dotata di un idoneo sistema per contenere l'emissione del rumore, evitandone al contempo il surriscaldamento.
- cella di collisione per l'abbattimento degli interferenti;
- almeno un sistema per la selezione degli ioni e/o delle masse;
- sistema di acquisizione in grado di misurare, all'interno della stessa scansione, concentrazioni variabili da ppm a ppt, con un range dinamico lineare di almeno 9 ordini di grandezza, e dovrà avere la possibilità di lavorare sia in modalità analogica che digitale, in funzione della concentrazione del campione;
- personal computer (con scheda video adeguata al pilotaggio di due monitor) per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati in grado di gestire tutte le funzioni dello strumento, stampante laser a colori, Hard Drive esterno da minimo 1 TB e software per il backup dei dati;
- apparati accessori necessari all'operatività e dispositivo per l'acquisizione ed elaborazione dei dati;

Il sistema di Laser Ablation dovrà avere tecnologia ad eccimeri da 193 nm, in grado di sviluppare una ablazione omogenea con alta sensibilità.

#### A1) ICP-MS: dimensioni, peso e configurazione

Per esigenze di spazio e funzionalità, lo strumento ICP-MS dovrà avere profondità (larghezza al banco) inferiore a 95 cm. Si richiede di specificare anche la tipologia e la localizzazione delle disposizioni delle connessioni elettriche, idrauliche e dei gas dello strumento, al fine di prevedere eventuali ingombri addizionali e predisporre idonei collegamenti. Strumentazione di peso superiore ai 150 kg dovrà essere fornita di adeguato banco di appoggio.





<p><b>A2) ICP-MS: sistema di introduzione del campione</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lo strumento dovrà essere dotato di pompa peristaltica ad almeno 3 vie e 10 rulli, per l'introduzione del campione, l'aggiunta di uno o più standard interni e il drenaggio della camera di nebulizzazione.</li> <li>• La camera di nebulizzazione, resistente ad acidi e basi concentrati nonché a solventi, dovrà avere controllo integrato della temperatura mediante sistema ad effetto Peltier ed intervallo di esercizio programmabile per garantire una costante termostatazione del nebulizzato (nebulizzatore in PFA a bassi flussi).</li> <li>• La torcia dovrà essere facilmente rimovibile per la sua manutenzione e riposizionabile in modo semplice e univoco, riducendo la possibilità di errori.</li> <li>• La posizione della torcia (lungo i 3 assi x,y,z) dovrà essere gestibile completamente da software, con corpo torcia auto allineante.</li> <li>• Tutti i materiali a contatto con i campioni non dovranno contenere metalli al fine di minimizzare qualsiasi tipo di contaminazione che potrebbe compromettere l'esito analitico.</li> </ul>								
<p><b>A3) ICP-MS: sorgente di ioni al plasma, interfaccia plasma-spettrometro e ottica ionica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la sorgente di ioni al plasma dovrà essere costituita da generatore RF allo stato solido ad alta stabilità operante alla frequenza compresa tra 27 e 40 MHz in grado di fornire risposte immediate al cambio di salinità del campione.</li> <li>• la sorgente di ioni al plasma dovrà operare ad una potenza continuamente variabile compresa tra 500 e 1600 W con incrementi micrometrici con passo di 10 W.</li> <li>• L'interfaccia plasma-vuoto dovrà essere costituita da opportuni coni <i>sampler</i> e <i>skimmer</i> in nichel o platino.</li> <li>• La struttura dello strumento dovrà consentire all'operatore un facile e rapido accesso ai coni, ed eventuale lente di estrazione, senza la necessità di interrompere il vuoto, per le normali operazioni di pulizia e manutenzione ordinaria.</li> </ul>								
<p><b>A4) ICP-MS: gestione dei flussi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la gestione dei gas che alimentano l'ICP-MS dovrà essere programmabile e gestibile dal software (regolazione flussi e pressione).</li> <li>• Si richiedono almeno 3 regolatori elettronici di flusso (MFC) montati sul sistema (precisare i tempi di passaggio dalla modalità di acquisizione senza gas a quella con gas e viceversa).</li> <li>• Si richiede di allegare un documento ufficiale (es. nota applicativa, brochure ecc.) che evidenzii i consumi di Ar (gas di torcia + gas di nebulizzazione) espressi in L/min.</li> </ul>								
<p><b>A5) ICP-MS: cella di collisione/reazione per la riduzione delle interferenze</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lo strumento dovrà possedere una cella di collisione/reazione in grado di eliminare sia le interferenze poliatomiche generate dall'argon/plasma che le interferenze generate dalle matrici complesse.</li> <li>• La cella dovrà funzionare prevalentemente sul principio basato sulla discriminazione dell'energia cinetica (KED) tramite utilizzo di un multipolo. Il sistema per la rimozione delle interferenze poliatomiche dovrà essere in grado di garantire i detection limits (LOD) indicati in Tabella 2, in modalità collisione KED con He e senza equazioni di correzione.</li> </ul> <table border="1" data-bbox="518 1075 1082 1243"> <thead> <tr> <th colspan="2">Tabella 2</th> </tr> <tr> <th>Elemento (m/z)</th> <th>LOD (ppt) in matrice 1% di HNO<sub>3</sub>, 0.5% di HCl, 0.5% di IPA e 200 ppm di Ca</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>As(75)</td> <td>≤ 5</td> </tr> <tr> <td>Cr(52)</td> <td>≤ 5</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tali specifiche dovranno essere verificate in fase di collaudo funzionale dal Tecnico preposto al montaggio e validazione. Qualora il sistema non fosse in grado di raggiungere i detection limits suddetti in sola modalità di collisione con KED e senza ausilio di equazioni di correzione, questo dovrà essere dotato di mass flow controller aggiuntivo (indicando in maniera esplicita tale condizione) per l'utilizzo dei diversi gas di reazione, puri, oltre che dei gas di collisione per l'analisi di tutti gli altri elementi potenzialmente interferiti.</p>	Tabella 2		Elemento (m/z)	LOD (ppt) in matrice 1% di HNO <sub>3</sub> , 0.5% di HCl, 0.5% di IPA e 200 ppm di Ca	As(75)	≤ 5	Cr(52)	≤ 5
Tabella 2								
Elemento (m/z)	LOD (ppt) in matrice 1% di HNO <sub>3</sub> , 0.5% di HCl, 0.5% di IPA e 200 ppm di Ca							
As(75)	≤ 5							
Cr(52)	≤ 5							
<p><b>A6) ICP-MS: quadrupolo analizzatore</b></p> <p>Il quadrupolo, in barre di materiale inerte, dovrà poter operare in un ampio spettro di massa, almeno tra 4 e 260 amu e avere una risoluzione minima di 0.3 amu.</p>								
<p><b>A7) ICP-MS: software di controllo e gestione</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• il software di acquisizione ed elaborazione dei dati analitici dovrà rispondere ai requisiti di conformità del protocollo CFR21 parte11.</li> <li>• Il software dovrà essere in grado di generare automaticamente nuove sequenze analitiche a partire da sequenze pre-salvate (sequenze generate da <i>template</i>).</li> <li>• Si richiedono inoltre le seguenti caratteristiche: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ compatibilità con piattaforma Windows;</li> <li>✓ totale controllo strumentale con possibilità di visualizzare i parametri in tempo reale;</li> <li>✓ accensione e spegnimento automatico del sistema attraverso una finestra di controllo dello strumento;</li> <li>✓ memorizzazione di tutti i parametri strumentali, sia su disco che in cartelle, richiamabili in ogni momento, anche durante la fase analitica;</li> <li>✓ diagnostica interna che include la ricerca degli errori ed un completo registro dei guasti (audit trail);</li> <li>✓ controllo continuo del tempo di utilizzo dei componenti strumentali e della corrente totale dell'elettromoltiplicatore di elettroni, per consentire di prevedere le operazioni di manutenzione;</li> <li>✓ operabilità in modalità remota dall'operatore e/o dal servizio di assistenza tecnica per diagnosi on-line;</li> <li>✓ completo set di procedure di calibrazioni comprendenti: analisi semiquantitativa, analisi quantitativa mediante addizione di standard esterno, analisi quantitativa mediante metodo delle aggiunte, analisi di rapporti isotopici o diluizioni isotopiche;</li> <li>✓ possibilità di eseguire calibrazioni miste nella stessa acquisizione (es. quantitative/semiquantitative, calibrazione esterna/addizione di standard);</li> <li>✓ emissione di risultati formattati automaticamente in concentrazioni miste es. ppt, ppb, ppm;</li> <li>✓ dotazione di un software di gestione completa dei picchi cromatografici, che permetta quindi l'interfacciamento con sistemi IC, HPLC, GC, ecc: sarà valutata positivamente la possibilità di interfacciare lo strumento con componenti già presenti nel laboratorio.</li> </ul> </li> </ul>								

<p><b>A8) ICP-MS: ulteriori performance analitiche</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Saranno valutate positivamente ulteriori soluzioni volte alla riduzione dei tempi di analisi, degli effetti memoria e alla semplicità di utilizzo, a tal proposito indicare modalità di lettura (no gas, collisione/reazione) dei singoli elementi in tabella 1 in una stessa corsa analitica. Dichiarare per la configurazione offerta (considerando anche il tempo di lavoro richiesto ad un autocampionatore) il tempo per l'analisi di 50 campioni in sequenza, per gli elementi riportati in Tabella 1 a livelli di concentrazione pari a 0.5 ppb.</li> <li>• Saranno valutate positivamente possibilità dello strumento di ottenere migliori sensibilità, espresse come cps/ppm, per <math>^7\text{Li}</math>, <math>^{59}\text{Co}</math>, <math>^{89}\text{Y}</math>, <math>^{115}\text{In}</math>, <math>^{205}\text{Tl}</math>, <math>^{238}\text{U}</math> e background minore (cps) misurato intorno a 220 amu o <math>&lt; 10</math> amu, allegare documentazione ufficiale a riprova.</li> </ul>
<p><b>A9) Sistema Laser Ablation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il sistema Laser Ablation dovrà avere una tecnologia ad eccimeri con lunghezza d'onda ultra-short 193 nm e sviluppare un'ablazione omogenea con alta sensibilità.</li> <li>• Il laser ablation deve poter lavorare su tutti i materiali, da opachi ad altamente trasparenti, tra cui polveri, quarzo e carbonati con penetrazione di profondità in decine di nanometri per shot. Il profilo energetico del fascio laser deve essere omogeneo per garantire un'ablazione uniforme. Il raggio laser deve essere sincronizzato con il movimento dello stage porta campione e il sistema deve avere un sistema di lavaggio rapido della cella di ablazione, un'alta precisione nell'ablazione dello spot in X, Y ma anche in profilo di profondità.</li> <li>• Deve essere possibile comporre linee e aree e fare elemental mapping con elevata risoluzione spaziale. Deve avere una videocamera ad alta definizione a colori con zoom ottico e microscopio video in grado di risolvere fino a 2 <math>\mu\text{m}</math> spaziali.</li> <li>• Il sistema deve preferibilmente avere l'illuminazione trasmessa, riflessa e ad anello, i polarizzatori incrociati e le impostazioni della fotocamera selezionabili del software.</li> <li>• Il sistema deve trasferire il raggio del laser usando il minor numero di componenti ottiche minimizzando in tal modo la perdita di energia e deve preferibilmente avere il sistema video del microscopio on-axis per una miglior visione ed un perfetto allineamento.</li> <li>• Lo strumento deve avere una elevata semplicità di manutenzione con il minor numero possibile di stage interni o viti a passo lungo.</li> </ul> <p><b>Ulteriori specifiche minime:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pulse length <math>&lt; 4</math> ns</li> <li>• Sealed Gas Cabinet</li> <li>• Stage 100 <math>\times</math> 100 mm</li> <li>• Video indipendente dall'ottica del laser per una visione dei crateri ottimali</li> <li>• Spots preimpostati da 1.0 <math>\mu\text{m}</math> a <math>\geq 150</math> <math>\mu\text{m}</math></li> <li>• Compatibile con cella a due volumi</li> </ul> <p>Il sistema di laser ablation deve avere preferibilmente due flussi di gas indipendenti all'interno della camera di campionamento a due volumi: il primo per il volume interno della cella, il secondo per la "inner cup". Il sistema deve trasferire il raggio del laser usando il minor numero di componenti ottiche minimizzando in tal modo la perdita di energia e deve preferibilmente avere il sistema video del microscopio on-axis per una miglior visione ed un perfetto allineamento. Il sistema di laser ablation deve avere un'elevata semplicità di manutenzione con il minor numero possibile di stage interni o viti a passo lungo, deve avere un peso maggiore di 400 Kg per la stabilità ottica.</p>

**OGNI STRUMENTAZIONE OGGETTO DELLA PRESENTE FORNITURA DEVE AVERE CARATTERISTICHE EQUIVALENTI O SUPERIORI A QUELLE SOPRA DESCRITTE.**

Il Responsabile del Procedimento

Arch. Gian Antonio Manzoni

(firmato digitalmente)

-----

Il Presidente del CIS

Prof. Paolo Pavan

(firmato digitalmente)

-----

