



CAPITOLATO TECNICO PRESTAZIONALE

Fornitura di sistema GC/EA/IRMS per analisi isotopi stabili incluse interfacce di collegamento e software

OGGETTO

Fornitura, posa in opera e collaudo di strumentazione per la determinazione degli isotopi stabili di carbonio (C), azoto (N) e zolfo (S) in campioni liquidi e solidi di diverse matrici ambientali. Il prodotto richiesto è, pertanto, uno Spettrometro di Massa per Rapporti Isotopici (*Isotope Ratio Mass Spectrometer* – IRMS) interfacciato simultaneamente con due periferiche: un gascromatografo (GC) e un analizzatore elementare (EA).

La strumentazione deve essere nuova di fabbrica, non demo e non ricondizionata.

VALORE STIMATO DELLA FORNITURA POSTO A BASE D'ASTA

€ 290.000,00 IVA esclusa

CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DELLA STRUMENTAZIONE

Nel presente paragrafo sono riportate le caratteristiche tecniche, operative e funzionali che ciascun prodotto offerto dovrà possedere.

Sono ammissibili tutte le soluzioni tecniche in grado di assolvere alle medesime prestazioni.

Il sistema deve essere costituito da:

- Spettrometro di Massa per Rapporti Isotopici (IRMS);
- Gascromatografo (GC);
- Analizzatore Elementare (EA);
- Interfaccia tra IRMS e periferiche GC e EA;
- Autocampionatore GC per liquidi;
- Autocampionatore EA per solidi e liquidi;
- Software di gestione con licenze;
- 1 PC + 2 Monitor.

Spettrometro di Massa per Rapporti Isotopici (IRMS)

Si richiede uno IRMS con triplo collettore universale per l'analisi delle abbondanze isotopiche ^{13}C , ^{15}N e ^{34}S .

Lo strumento deve possedere le seguenti caratteristiche tecniche:

- design verticale con posizionamento a pavimento (per motivi di spazio non è possibile una collocazione orizzontale a banco);
- funzionamento in modalità a flusso continuo (*continuous flow*);
- disposizione ottica ionica monolitica;
- riscaldamento radiante interno delle superfici della sorgente ionica per mantenere il contenuto di acqua a livelli più bassi possibili;
- unico filamento per la determinazione di tutte le specie di gas;
- analizzatore autoallineante;
- riscaldamento integrato dell'analizzatore;
- -sistema di vuoto composto da una pompa turbo-molecolare da almeno 230 l/s e da una pompa meccanica per il pre-vuoto.

Lo strumento deve possedere i seguenti requisiti prestazionali:

- intervallo di massa totale m/z 1 – 96;
- risoluzione di massa $m/\Delta m$ deve essere ≥ 110 ;
- controllo della sorgente ionica dal software di gestione;
- sorgente ionica a impatto elettronico ad alta sensibilità autoallineante, con tensione di accelerazione di almeno 3 kV;
- ottica ionica ad alta sensibilità con ampia dispersione di massa;
- amplificatori da 50 V con resistori ohmici;
- acquisizione dei dati con intervalli di integrazione ≥ 100 ms;
- possibilità di iniettare campioni di gas.

La precisione dello strumento, espressa in unità ‰, sull'analisi dei rapporti isotopici dei gas di riferimento CO₂, N₂ e SO₂, in modalità “*Continuous flow*”, deve essere:

Gas	Isotopo meno abbondante	Precisione (1 σ)	Linearità
CO ₂	¹³ C	0.06 ‰	0.02 ‰/nA
N ₂	¹⁵ N	0.06 ‰	0.02 ‰/nA
SO ₂	³⁴ S	0.10 ‰	0.03 ‰/nA

Gascromatografo (GC)

Si richiede un GC interfacciato all'IRMS, in modo da creare un sistema GC-IRMS per la determinazione degli isotopi stabili di carbonio (C) e azoto (N) di singole molecole in miscele organiche.

Lo strumento deve possedere le seguenti caratteristiche tecniche minime:

- ingombro totale che consenta il posizionamento sul banco di lavoro;
- autocampionatore per liquidi;
- display *touch screen*;
- possibilità di operare sui parametri strumentali sia da display sia da PC;

- iniettori e rivelatori modulabili installabili autonomamente dai tecnici del laboratorio;
- illuminazione integrata del forno;
- connessioni a volume morto;
- collegamento del GC, mediante un'interfaccia di gestione dei gas in uscita dalla colonna capillare, all'IRMS;
- valvola per introduzione diretta di campioni gassosi.

Lo strumento, inoltre, deve possedere i seguenti requisiti prestazionali minimi:

- unità di combustione e conversione completamente automatizzata per l'analisi compound-specific di ^{13}C , ^{15}N ;
- sistema di rigenerazione automatica del reattore di combustione con O_2 ;
- iniettore *split splitless*;
- doppio filamento;
- forno con temperatura regolabile fino a 450°C con rampe di riscaldamento impostabili di almeno $125^\circ/\text{minuto}$ e tempi di raffreddamento da 450° a 50°C , senza uso di gas criogenici, pari a 5 minuti o inferiori;
- linea di controlavaggio come parte integrante del modulo iniettore;
- possibilità di innescare l'inizio di analisi (sistema trigger) dei campioni gassosi;
- capacità di operare sia *stand-alone* sia accoppiato all'IRMS;
- dotazione di reattore chimico capillare in grado di convertire in maniera sequenziale e quantitativa i composti organici in un gas semplice;
- possibilità di upgrade futuri che permettano l'automatizzazione del passaggio tra combustione e pirolisi;
- cromatogrammi IRMS e GC simultanei.

Analizzatore Elementare (EA)

Si richiede un EA per la determinazione dei valori percentuali in peso di C, N e S.

L'EA deve essere in grado di preparare campioni solidi e liquidi per l'analisi dei rapporti isotopici degli elementi C, N e S. È, pertanto, richiesta l'interfacciabilità con l'IRMS.

Lo strumento deve possedere le seguenti caratteristiche tecniche minime:

- ingombro totale che consente il posizionamento sul banco di lavoro;
- presenza di due forni: uno per il reattore di combustione e uno per il reattore di riduzione;
- temperatura massima raggiungibile pari a 1100°C con regolazione elettronica della temperatura tramite software;
- autocampionatore per campioni solidi e liquidi da almeno 30 posti;
- ciclo di analisi completamente automatizzato;
- presenza di una trappola di umidità;
- forno GC isothermico fino a 190°C .

Lo strumento deve anche possedere i seguenti requisiti prestazionali minimi:

- basso tempo di analisi (analisi CNS <10 minuti);
- capacità di analizzare quantità di campione <5 µg;
- rapporto C/S >5.000:1 in modalità CNS;
- acquisizione concentrazione % CNS tramite TCD e rapporto isotopico (‰) in tempo reale;
- possibilità di modificare la temperatura del forno GC durante le analisi;
- modulo di gestione dell'elio per risparmio del gas per migliorare il rapporto segnale-rumore in campioni a bassa concentrazione.

Si richiede inoltre una garanzia di almeno 15 anni dei forni e del TCD.

Interfaccia tra IRMS e periferiche

L'interfaccia deve consentire il collegamento simultaneo di due periferiche, EA e GC, all'IRMS.

Lo strumento deve possedere le seguenti caratteristiche tecniche:

- gestione simultanea di almeno 5 gas;
- collegamento fino a 3 periferiche;
- funzione *stand-by* e test di stabilità automatizzati.

Lo strumento deve possedere i seguenti requisiti prestazionali minimi:

- passaggio automatico tra le periferiche tramite software;
- intensità dei gas di riferimento controllate dal computer;
- sistema di monitoraggio, autodiagnosi e autodeterminazione della linearità e stabilità;
- modalità di risparmio gas di riferimento (consumo <200 µl/min);
- regolatore riscaldato per SO₂ per evitare corrosione, memoria e frazionamento isotopico.

Sistema di acquisizione dati – SOFTWARE e Computer

Il controllo e l'automazione di tutte le periferiche (IRMS+EA+GC) dovranno essere gestiti da computer attraverso software. I software devono permettere:

- le attività quotidiane come il *peak center* e l'*autotune* in modo automatico;
- di decidere quando eseguire le analisi IRMS;
- di impilare o sovrapporre i cromatogrammi;
- la valutazione del dato rispetto a materiali standard di riferimento esterno;
- di creare una libreria di riferimento di standard per isotopi e % di peso;
- l'esportazione flessibile dei dati;
- la possibilità di futuri *plug-in*;
- la consultazione di banche dati/librerie (per es. libreria NIST), con licenza di uso.

Si richiede un computer fornito di 2 monitor da almeno 27", tastiera e mouse, con caratteristiche in grado di supportare i software di gestione dell'intero sistema. Inoltre, il computer deve essere fornito di sistema operativo Windows 11 o versione superiore, dotato di disco fisso fisico da almeno 1 Terabyte; scheda di rete per la connessione alla rete aziendale, licenza Office.

Richieste aggiuntive

- ✓ Si richiede che venga fornito un banco a supporto della periferica delle dimensioni 92.1x120.0x78.0 cm.
- ✓ Si richiede estensione di garanzia di almeno 2 anni di tutte le strumentazioni oltre a quella prevista per legge.
- ✓ Si richiede che le apparecchiature siano interfacciabili con quelle già presenti nel Laboratorio di Ecologia Isotopica del DiSTeM (Thermo IRMS Delta V, EA Flash 2000), dove sarà ubicata la nuova strumentazione, garantendo, nel caso sia necessario, anche gli aggiornamenti dei sistemi operativi/software attualmente in uso.
- ✓ L'aggiudicatario dovrà garantire un programma di addestramento all'uso ed alla manutenzione ordinaria del sistema di durata minima effettiva di almeno 4 (quattro) giorni del sistema GC/IRMS applicato al *Compound Specific Isotope Analysis* (CSIA) che dovrà essere tenuto on-site presso la sede di consegna ed installazione, da personale specializzato, secondo un calendario che dovrà essere preventivamente approvato.
- ✓ Materiali, reagenti e soluzioni standard per la verifica della conformità devono essere forniti dalla ditta aggiudicatrice.

In merito alla fornitura, si dovrà ottemperare alle seguenti disposizioni:

- ✓ l'aggiudicatario dovrà provvedere alla sistemazione all'interno del/i locale/i a sue spese provvedendo al trasporto, montaggio e messa in funzione collegandosi alle utenze necessarie predisposte dalla Stazione Appaltante;
- ✓ l'aggiudicatario deve garantire la consegna esente da difetti e perfettamente funzionante;
- ✓ l'aggiudicatario dovrà garantire un programma di addestramento all'uso ed alla manutenzione ordinaria del sistema *on-site* presso la sede di consegna ed installazione, da personale specializzato;
- ✓ l'aggiudicatario dovrà garantire la disponibilità delle parti di ricambio per almeno 7 (sette) anni successivi allo scadere della garanzia di legge;
- ✓ devono ritenersi, inoltre, comprese nell'assistenza tecnica e manutenzione le spese di trasferta ed i costi della manodopera dei tecnici presso la sede di installazione, durante il periodo di garanzia;
- ✓ per l'intero periodo di vigenza della garanzia, l'aggiudicatario si impegna a fornire gratuitamente gli eventuali upgrade alle licenze software.

Luogo e tempi di consegna

Tutta la strumentazione richiesta deve essere consegnata presso il Laboratorio di Ecologia Isotopica del Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (DiSTeM) dell'Università degli Studi di Palermo (piano 2°, via Archirafi 18).

La strumentazione dovrà essere consegnata ed installata non oltre 6 mesi decorrenti dalla data di stipula del contratto di appalto.