



**Oggetto: esito dell'indagine di mercato volta a verificare la presenza sul mercato di potenziali fornitori di uno Spettrometro di Massa al Plasma Accoppiato Induttivamente (ICP-MS) con interfacciamento a Gas-cromatografo.**

L'Istituto di Geoscienze e Georisorse (IGG) del CNR necessita urgentemente di procedere all'acquisto di uno Spettrometro di Massa al Plasma Accoppiato Induttivamente (ICP-MS) che possa essere interfacciato ad un Gas-cromatografo, al fine di poter ottemperare agli impegni previsti dal progetto di ricerca **NextData**, inserito nel piano di gestione, prima del termine delle attività progettuali previsto per il 31/12/2018.

In particolare, le attività che si rendono necessarie possono essere così dettagliate:

- Determinazione della concentrazione di elementi minori ed in traccia in campioni aventi una matrice e natura diversa (acque di pioggia, acque di fusione dei ghiacciai, acque di mare e marino costiere, salamoie/brine geotermiche, rocce/minerali preventivamente mineralizzati);
- Determinazione dei composti dello zolfo presenti a livello di tracce in campioni di fumarole vulcaniche/geotermiche (es. H<sub>2</sub>S, COS, CS<sub>2</sub>) e di composti organo-metallici presenti in campioni di biogas (es. Sn, As, Hg).

Le principali necessità sperimentali in questo ambito, viste le attività di ricerca previste, sono

- (a) poter separare gli ioni carichi positivamente dai fotoni e/o particelle neutre **senza la necessità di modificare la tensione specifica in funzione del rapporto carica/massa**;
- (b) permettere l'analisi di campioni **senza l'uso di gas reattivi (DRC)** per evitare la possibilità di formazione di nuove specie ioniche che interferiscono con altri analiti di interesse che non risultavano interferiti prima.

Nel periodo da ottobre 2017 a febbraio 2018, l'IGG ha quindi eseguito una indagine di mercato al fine di individuare, nei limiti imposti dalle disponibilità di bilancio, l'operatore economico in grado di fornire lo strumento più idoneo allo svolgimento delle ricerche di cui sopra.

Da un'approfondita ricerca di eventuali strumenti presenti in commercio, l'analisi si è soffermata sui seguenti prodotti:

**ThermoFisher iCAP TM RQ ICP-MS**

<https://assets.thermofisher.com/TFS-Assets/CMD/brochures/BR-43317-ICP-MS-iCAP-RQ-BR43317-EN.pdf>

**Perkin Elmer NexION 2000 ICP-MS**

[http://www.perkinelmer.com/lab-solutions/resources/docs/BRO-NexION-2000-ICP-MS-012730\\_01.pdf](http://www.perkinelmer.com/lab-solutions/resources/docs/BRO-NexION-2000-ICP-MS-012730_01.pdf)



### Agilent 7800 ICP-MS

<https://www.agilent.com/cs/library/brochures/5991-5874ITE.pdf>

### Shimadzu ICP-MS 2030

[https://www.shimadzu.it/sites/default/files/icpms-2030\\_c113-e018.pdf](https://www.shimadzu.it/sites/default/files/icpms-2030_c113-e018.pdf)

### Spectro MS

[https://www.spectro.com/-/media/ametekspectro/documents/brochure/spectro\\_ms\\_en\\_2011\\_08.pdf](https://www.spectro.com/-/media/ametekspectro/documents/brochure/spectro_ms_en_2011_08.pdf)

I ricercatori IGG hanno effettuato una prima analisi delle caratteristiche tecniche e costruttive degli strumenti identificati, in base alla quale è stato possibile escludere gli strumenti Spectro MS (tenuto conto che presenta dimensioni e peso eccessivi per essere accolto nel laboratorio in cui dovrà essere installata la nuova strumentazione e non ha possibilità di interfacciamento con un Gascromatografo) e Shimadzu (non ha possibilità di interfacciamento con Gas-cromatografo)

Per gli altri tre strumenti (ThermoFisher, Agilent, Perkin Elmer) sono state successivamente richieste ulteriori informazioni e dettagli, mediante la presentazione al personale IGG degli strumenti da parte dei fornitori e prove di laboratorio presso gli strumenti installati dai distributori.

Da tali prove sono emerse una serie di rilevanti differenze tecniche e costruttive che rendono gli strumenti diversi l'uno dall'altro in quanto offrono prestazioni non uguali.

Le differenze ed unicità identificate, coperte da proprietà brevettuali e descritte in dettaglio a seguire, rendono in particolare lo strumento prodotto da *Agilent* l'unico in grado di soddisfare: sia le esigenze dei ricercatori dell'IGG in ordine allo svolgimento dei progetti sopra elencati (separare gli ioni carichi positivamente dai fotoni e/o particelle neutre senza la necessità di modificare la tensione specifica in funzione del rapporto carica/massa; analisi di soluzioni saline con contenuto di solidi disciolti fino al 3% senza diluizione preventiva), sia le necessità logistiche dei laboratori IGG.

In particolare, lo strumento *Agilent* presenta le seguenti peculiarità, molte delle quali basate su brevetti:

- Spray chamber raffreddata;
- Nebulizzatore concentrico a basso flusso;
- Capacità di separare gli ioni carichi positivamente dai fotoni e/o particelle neutre senza la necessità di modificare la tensione specifica in funzione del rapporto carica/massa;
- Sistema di generazione RF a 27MHz di nuova generazione con sistema di controllo della potenza brevettato (*brevetto US 6,922,093 B2*) con esclusivo sistema di bilanciamento ad alta velocità (*patent pending US 2010/0300620 A1*);
- Sistema esclusivo di diluizione online con Argon Agilent High Matrix Interface (HMI) con sistema di controllo brevettato (*brevetti US 7,671,329 B2 e US 7,869,968 B2*) in grado di consentire l'analisi di soluzioni saline con contenuto di solidi disciolti fino al 3% senza diluizione preventiva;
- Torcia a montaggio rapido con sistema di schermatura;



- Esclusive lenti ioniche di estrazione con geometria brevettata (*US 7,872,227 B2*) con lenti omega fuori asse (*brevetto US 7,977,649 B2*);
- Cella di collisione e reazione ottapolare di quarta generazione in grado di abbattere tutte le più comuni interferenze in modalità di collisione, dotata di guida ionica ad elevata efficienza brevettata (*brevetto US 5,939,718 A*) e tempi di svuotamento inferiori ai 3 secondi;
- Analizzatore quadrupolare a barre iperboliche;
- Detector off axis a 90° brevettato, con misura dual mode e 10 ordini di grandezza di linearità con sistema di conversione brevettato tra le due modalità (*brevetto US 2012/0074309 A1*);
- Sistema di vuoto differenziale a 3 stadi con pompa turbomolecolare split flow;
- Software Mass Hunter in grado di monitorare i dati in tempo reale con controllo visivo della stabilità degli standard interni.

In definitiva, lo strumento *Agilent* offre diverse prestazioni uniche con chiari ed importanti benefici la ricerche previste presso IGG. In sintesi:

**UNICITA'**: L'ICP-MS Agilent 7800 è unico nel suo genere in quanto presenta un sistema con ottica ionica fuori asse (definito a "chicane") e con rivelatore ortogonale (ODS) che permette di **separare gli ioni carichi positivamente dai fotoni e/o particelle neutre senza la necessità di modificare la tensione specifica in funzione del rapporto carica/massa**. Il sistema con detector ortogonale permette di ridurre il rumore di fondo effettuando la deviazione di 90° dei fasci ionici dopo il quadrupolo selezionatore di masse. Tale sistema è quindi in grado di applicare il potenziale specifico per le masse selezionate.

**BENEFICIO**: La soluzione di ottica lineare a chicane con detector ortogonale montato sul modello Agilent 7800, permette di ottimizzare la collimazione del fascio di ioni carichi positivamente, migliorare la trasmissione ionica sull'intero intervallo di massa e quindi aumentare la sensibilità, ottenere un rumore di fondo molto basso e ampliare l'intervallo di misura fino ad 11 ordini di grandezza.

**UNICITA'**: L'ICP-MS Agilent 7800 è unico in quanto presenta una **nuova cella di collisione/reazione (di quarta generazione) con guida ionica ottapolare (ORD<sup>4</sup>) che non richiede l'uso di gas reattivi**.

**BENEFICIO**: Tale cella presenta 2 valvole di controllo gas che permettono la pressurizzazione, lo svuotamento e/o la commutazione del gas inerte (metodo collisione - KED) o reattivo (metodo della reazione - DRC) in tempi rapidissimi (<3 sec). La guida ottapolare montata sul sistema Agilent 7800 è caratterizzato da un diametro ridotto e risulta particolarmente efficiente nella rimozione delle interferenze poliatomiche/isobariche, utilizzando il metodo della collisione mediante gas inerte (es. elio). Infatti, avendo un piccolo volume, può operare ad una pressione relativamente maggiore rispetto a quella delle celle a quadrupolo o esapolo, permettendo di incrementare il numero di collisioni tra gli atomi del gas inerte e gli ioni presenti nella cella. Il metodo KED è da preferirsi rispetto all'uso di gas reattivi (DRC) visto che nel caso di reazione: 1) possono crearsi nuove specie ioniche che interferiscono con altri analiti di interesse che non risultavano interferiti prima;



2) le condizioni della cella di reazione ed il tipo di gas reattivo sono in genere diversi a seconda dell'analita di interesse che risulta interferito; 3) i segnali di alcuni analiti possono essere attenuati/ridotti a causa della formazione direttamente in cella di reazione di specie indesiderate. Da ciò risulta che gli elementi meno o non interferiti vengono analizzati in modalità collisione o senza gas, ricorrendo al metodo della reazione soltanto nel caso in cui sia strettamente necessario. In definitiva mediante la cella di collisione ORS<sup>4</sup> è possibile: a) rimuovere contemporaneamente tutte le interferenze su più masse e di tutti gli analiti comunemente interferiti (compreso Se<sup>78</sup>), mantenendo le stesse condizioni operative; b) utilizzare soltanto un gas inerte (He) che non presenta il rischio di creare altre specie indesiderate e possibilmente interferenti di altre masse; c) risolvere le interferenze senza preventivamente conoscere quali siano i possibili interferenti presenti nel campione e/o quale sia la sua matrice.

UNICITA': Lo strumento Agilent 7800 è l'unico sistema equipaggiato con un analizzatore quadrupolare a profilo iperbolico che garantisce una migliore efficienza di separazione dei picchi ed una maggiore Abundance Sensitivity.

BENEFICIO: I picchi adiacenti possono essere separati senza la necessità di ricorrere ad impostazioni specifiche del quadrupolo.

UNICITA': Tenuto conto delle attività scientifiche dell'IGG-CNR che prevedono l'abbinamento dell'ICP-MS con altri tipi di strumenti (IC e GC) e visti gli spazi disponibili presso la sede di Pisa, è fondamentale l'acquisto di un ICP-MS dalle dimensioni e peso ridotti. Il modello Agilent 7800 rispetta questi requisiti essendo tra gli strumenti più compatti e caratterizzato dal minor peso (circa 100Kg contro una media di 140-150 Kg degli altri strumenti ICP-MS).

BENEFICIO: E' possibile l'installazione della strumentazione (accoppiamento IC o GC con ICP-MS) nei laboratori idonei della sede IGG di Pisa e già selezionati ad accogliere questo tipo di strumentazione.

In base a quanto sopra esposto, si ritiene pertanto che nei limiti imposti dalle disponibilità di bilancio il sistema ICP-MS 7800 prodotto dalla società Agilent sia l'unico presente sul mercato con *know how* e caratteristiche tecniche in grado di fornire le prestazioni necessarie allo svolgimento delle ricerche scientifiche relative ai progetti di CNR IGG e in ambito NextData. Ribadiamo quindi che, a nostro giudizio e conoscenza, non sono presenti sul mercato strumenti che potrebbero essere ritenuti "equivalenti" e quindi in grado di dare le stesse prestazioni in termini di risultati di ricerca e scientifici.

Matteo Lelli



**Oggetto: esito dell'indagine volta a verificare la presenza sul mercato di potenziali fornitori di uno spettrometro in massa atto ad analisi isotopiche da associarsi a campionamento micro-puntuale con sonda LASER**

L'Istituto di Geoscienze e Georisorse (IGG) del CNR necessita di procedere con urgenza all'acquisto di uno spettrometro a Triplo Quadrupolo accoppiato a sorgente Plasma (QQQ-ICP-MS) al fine di ottemperare agli obiettivi del Progetto di Ricerca NexData. Tale strumentazione dovrà consentire l'effettuazione di analisi di un ampio spettro di sistematiche isotopiche, unitamente ad analisi elementali a livello di traccia e ultra-traccia, ai fini della investigazione geochemica e geocronologia. Tale spettrometro verrà associato a sonde laser, le quali permetteranno il campionamento di micro volumi di materiale, con risoluzione laterale dell'indagine dell'ordine di decine di micron.

La produzione, a partire dal 2012, di ICP-MS (Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer) con analizzatore a Triplo Quadrupolo (QQQ o TQ) ha rappresentato una vera e propria rivoluzione dal punto di vista tecnologico, aprendo nuovi scenari di applicazione e investigazione scientifica. La caratteristica principale di tale strumento è che esso fornisce la possibilità di controllare e abbattere con estrema efficacia le interferenze sulle masse *target* in condizioni di risoluzione in massa molto bassa ( $< 1$ ). Per risolvere il problema delle interferenze sullo spettro in massa nelle analisi ICP-MS, già a partire dal 1999 erano stati sviluppati spettrometri Q-ICP-MS, nei quali era stato posto, prima del quadrupolo (Q), una cella di reazione/collisione (Dynamic Reaction Cell: DRC). In essa, gli ioni provenienti dal campione venivano fatti collidere o combinare con gas immessi. Tuttavia, a causa della complessità della popolazione ionica in ingresso nella DRC e della elevata abbondanza assoluta degli interferenti, questa soluzione tecnologica si è rivelata poco performante rispetto alla capacità di abbattere le interferenze durante le analisi in alta e media risoluzione in massa degli spettrometri a settore magnetico (HR-ICP-MS).

La soluzione tecnologica apportata nei QQQ prevede il posizionamento di un quadrupolo prima della cella di collisione/reazione. In questo modo, viene consentito l'ingresso nella cella di collisione/reazione solo agli ioni aventi il rapporto massa/carica della massa *target*. Ciò ha l'effetto di incrementare in modo straordinario l'efficacia degli svariati processi che possono essere innescati nella camera di reazione/collisione atti ad eliminare le interferenze.

Questo procedimento consente di mantenere, grazie alla risoluzione in massa molto bassa, una intensità del segnale elevatissima, a cui si associa un abbattimento estremamente efficiente del segnale di fondo strumentale. L'insieme di queste caratteristiche permette ai TQ di avere i più bassi *detection limit* nelle analisi elementali e soprattutto di mostrare una spiccata vocazione verso la determinazione accurata dei rapporti isotopici.

A seguito di ciò, i QQQ-ICP-MS risultano essere particolarmente performanti una volta associati a sonde laser (Laser Ablation: LA), le quali permettono di effettuare un campionamento di matrici solide (ma anche di liquidi e gas, se inclusi in solidi) con una risoluzione laterale di 10-100  $\mu\text{m}$ .



Le potenzialità analitiche delle strumentazioni LA-QQQ-ICP-MS sono confermate dai bassissimi *detection limit* delle analisi elementali, che consentono la determinazione a livelli di ultra-traccia (ppb) in minerali e solidi s.l. di importanza fondamentale per gli studi ambientali, climatologici, petrologici, sedimentologici, strutturali, quali calcite e quarzo, e lo sviluppo di protocolli analitici per la determinazione dei rapporti isotopici (sistematiche U-Pb, Lu-Hf, Rb-Sr, K-Ca, ecc.), anche in matrici che contengono gli elementi investigati in concentrazioni molto basse. Comparazioni effettuate suggeriscono una potenzialità analitica di livello simile a quella degli spettrometri MC-ICP-MS, ad un costo di acquisto decisamente inferiore (circa un terzo del costo degli spettrometri MC-ICP-MS). È interessante tuttavia evidenziare come i QQQ-ICP-MS e MC-ICP-MS abbiano evidenziato delle specificità tecnologiche che li rendono complementari dal punto di vista delle capacità analitiche, e la disponibilità di entrambi in una struttura di ricerca porta al completamento delle potenzialità investigative, a soprattutto in termini di analisi chimica isotopica.

La strumentazione LA-QQQ-ICP-MS è da considerarsi ideale per investigazioni di tipo ambientale e (paleo)climatico, quando queste richiedano analisi chimiche elementali e/o isotopiche ad altissima precisione ed accuratezza, con risoluzione laterale di poche decine di micron. In particolare, l'abbinamento di tale strumento con sorgenti laser ad eccimeri (radiazione fondamentale 193 nm, già collocata presso IGG-CNR Pavia), rende possibile l'analisi di qualunque materiale solido, tra cui minerali, vetri, suoli e sedimenti (una volta omogeneizzati tramite fusione), ossa, denti, otoliti, foglie, legno, tessuti epidermici ecc. ecc. (anche ghiaccio con l'utilizzo di celle speciali).

Casi di studio che possono essere affrontati:

- 1) Caratterizzazione delle concentrazioni di elementi in tracce negli otoliti di pesci di laghi e torrenti montani, in associazione alla analisi isotopica Rb-Sr, Sr-Sr, U-Pb.
- 2) Analisi Dendrologica: variazioni degli elementi in tracce negli anelli di accrescimento di piante;
- 3) Analisi elementale e isotopica di denti e ossa di animali;
- 4) Analisi dei Tephra vulcanici (su particelle inglobate di diametro maggiore di 10 micron);
- 5) Analisi dei sedimenti e suoli pelitici – arenacei
- 6) Analisi diretta di sedimenti carbonatici;
- 7) Analisi elementale e isotopica di speleotemi;
- 8) Analisi elementale (Ti, Al) di quarzo rilasciato da fluidi.

Vengono quindi qui di seguito riportate le risultanze relative alle indagini condotte allo scopo di comparare le caratteristiche tecniche degli spettrometri QQQ-ICP-MS disponibili sul mercato al fine di poter al meglio ottemperare alle necessità dei progetti di ricerca del piano di gestione:

– DTA.AD001.027 Progetto di Interesse NextData                      CNR/CNCCS –  
IGG



per i quali si rende necessaria la determinazione della composizione isotopica con campionamento di microvolumi di materiale mediante tecnica LASER

Nel periodo da settembre 2016 al febbraio 2018, IGG-CNR ha quindi eseguito una indagine di mercato al fine di individuare, nei limiti imposti dalle disponibilità di bilancio, l'operatore economico in grado di fornire lo strumento più idoneo allo svolgimento delle ricerche di cui sopra.

Da un' approfondita ricerca di eventuali strumenti presenti in commercio, l'analisi si è soffermata sui seguenti prodotti, che nel periodo anzidetto sono stati presentati a gruppi di ricerca di IGG-CNR dai relativi fornitori:

1) Agilent Technologies S.p.A

<https://www.agilent.com/en/products/icp-ms/icp-ms-systems/8900-triple-quadrupole-icp-ms>

2) Thermo Fisher Scientific

<https://www.thermofisher.com/it/en/home/industrial/mass-spectrometry/inductively-coupled-plasma-mass-spectrometry-icp-ms/triple-quadrupole-inductively-coupled-plasma-mass-spectrometry-tq-icp-ms.html>

Dalla successiva analisi delle caratteristiche tecniche e dalle prove di laboratorio eseguite dai ricercatori di IGG-CNR sono emerse una serie di differenze tecniche che rendono gli strumenti a nostro avviso non equivalenti, in quanto offrono prestazioni significativamente differenti. Tali differenze ed unicità, coperte da proprietà brevettuali e descritte in dettaglio a seguire, rendono lo strumento *ICP-MS-QQQ Agilent 8900* prodotto da Agilent Technologies S.p.A l'unico in grado di soddisfare le esigenze dei ricercatori di IGG-CNR in ordine allo svolgimento del progetto DTA.AD001.027 Progetto di Interesse NexData.

*Caratteristiche di Unicità dei sistemi ICP-MS-QQQ Agilent 8900 & relativi Benefici*

Il sistema ICP-MS a triplo quadrupolo Agilent Serie 8900 presenta le seguenti peculiarità:

#### UNICITÀ

- Sistema a triplo quadrupolo tandem dotato di quadrupolo di selezione, cella di collisione/reazione ottapolare, quadrupolo analizzatore, in grado di garantire il maggior numero di potenzialità di rimozione delle interferenze tramite collisione e reazione e in questo modo una massima accuratezza anche sulla determinazione dei rapporti isotopici di elementi interferiti.



- • Quadrupolo di selezione e quadrupolo analizzatore aventi entrambi risoluzione migliore di 1 amu in modo da poter selezionare una singola massa in uscita e in entrata dalla cella di collisione/reazione
- • Cella di collisione/reazione ottapolare, posizionata tra i 2 quadrupoli di selezione e analisi, dotata di 4 MFC indipendenti per altrettanti gas di collisione e reazione (brevetto US 5,939,718 A)
- • Possibilità di lavoro in ICP-MS massa-massa e ICP-MS Mass Shift

#### BENEFICIO

- • **Il layout strumentale così costituito risulta indispensabile per conferire accuratezza nell'analisi multiisotopica negli elementi interferiti, sia nelle determinazioni quantitative, sia nelle analisi di nanoparticelle in single particle o in connessione FFF-ICP-MS.**

Per meglio illustrare i benefici, prendiamo in considerazione come esempio l'analisi elementare ed isotopica del titanio,. Tale elemento, infatti è presente in natura sotto forma di 5 isotopi, aventi massa 46, 47, 48, 49 e 50, soggetti a interferenze isobariche dagli ioni  $SO^+$  e  $SOH^+$  che ne rendono inaccurata la determinazione on mass. Si preferisce quindi lavorare in modalità mass shift con Ossigeno, tuttavia lo shift di +16 dato da questa reazione porta ad addotti di massa 62, 63, 64, 65 e 66, interferiti da elementi come Nichel, Rame e Zinco. Solo una doppia filtrazione garantisce l'eliminazione di questa sovrapposizione eliminando prima della reazione le interferenze sulla massa target, e in particolare solo una doppia filtrazione con un quadrupolo di selezione con risoluzione migliore di 1 amu evita la sovrapposizione degli addotti formati dagli isotopi vicini.

Lo stesso ragionamento vale per la determinazione del Titanio in mass shift con ammoniaca, dove risulta impossibile riprodurre la corretta distribuzione isotopica senza un sistema a triplo quadrupolo con elemento di selezione a risoluzione migliore di 1 amu, in quanto risulta l'unico sistema in grado di evitare la formazione di miscele di ioni prodotto che tendono a sovrastimare soprattutto i prodotti degli ioni 49 e 50.

#### UNICITA'

- • Spray chamber raffreddata





- • Nebulizzatore concentrico a basso flusso
- • Sistema di generazione RF a 27MHz di nuova generazione con sistema di controllo della potenza brevettato (brevetto US 6,922,093 B2) con esclusivo sistema di bilanciamento ad alta velocità (patent pending US 2010/0300620 A1)

BENEFICIO

**Tale sistema è in grado di fornire maggiori potenzialità di ionizzazione**

UNICITÀ

- • Lo strumento è dotato di un sistema di accoppiamento plasma-vuoto dotato di coni sampler con foro del diametro di 1mm e skimmer con foro del diametro di 0,4 mm, i più piccoli sul mercato.

BENEFICIO

**In questo modo viene ridotta la quantità di matrice introdotta all'interno dell'analizzatore di massa, migliorando le prestazioni di vuoto e riducendo la richiesta di manutenzione della macchina**

UNICITÀ

Sistema esclusivo di diluizione online con Argon Agilent Ultra High Matrix Interface (uHMI) con sistema di controllo brevettato (US 7,671,329 B2 e US 7,869,968 B2)

- • Torcia a montaggio rapido con sistema di schermatura
- • Esclusive lenti ioniche di estrazione con geometria brevettata (US 7,872,227 B2) con lenti omega fuori asse (brevetto US 7,977,649 B2): Tutte le lenti ioniche sono poste in una zona isolabile dall'alto vuoto, in modo da permettere l'eventuale manutenzione senza interrompere l'alto vuoto.
- • Cella di collisione e reazione ottapolare di terza generazione in grado di abbattere tutte le più comuni interferenze in modalità di collisione, dotata di guida ionica ad elevata efficienza brevettata;
- • Analizzatore quadrupolare a barre iperboliche;
- • Sistema di vuoto differenziale a 3 stadi con doppia pompa turbomolecolare di cui una a split flow;
- • Detector ortogonale dual mode con nove ordini di grandezza di linearità con sistema di conversione brevettato tra le due modalità (US 2012/0074309 A1).

BENEFICIO

**Lo strumento è in grado di garantire maggiore stabilità, risoluzione e basso numero di conteggi di background. Oltre a ciò esso consente di calcolare automaticamente, durante la calibrazione, il fattore di conversione tra la risposta alle alte concentrazioni, analogica, e alle basse concentrazioni, digitale.**

UNICITÀ

- Software Mass Hunter in grado di monitorare i dati in tempo reale con controllo visivo della stabilità degli standard interni



Consiglio Nazionale delle Ricerche

National Research Council of Italy

Istituto di Geoscienze e Georisorse

Institute of Geosciences and Earth Resources



- Modulo software di analisi delle nanoparticelle in modalità single particle in grado di calcolare in tempo reale le distribuzioni dimensionali delle nanoparticelle, unitamente alle concentrazioni dell'elemento in esame nel bulk.

BENEFICIO

**Il software di gestione garantisce un controllo in tempo reale della risposta strumentale consentendo all'operatore un controllo istantaneo del dato senza necessità di attendere tempi di elaborazione.**

In base a quanto sopra, si ritiene pertanto che, nei limiti imposti dalle disponibilità di bilancio, il *ICP-MS-QQQ Agilent 8900* prodotto dalla società Agilent Technologies S.p.A sia l'unico presente sul mercato con *know how* e caratteristiche tecniche in grado di fornire le prestazioni necessarie allo svolgimento delle ricerche scientifiche relative ai summenzionati progetti del nostro Istituto. Ribadiamo quindi che, a nostro giudizio e conoscenza, non sono presenti sul mercato strumenti che potrebbero essere ritenuti "equivalenti" e quindi in grado di dare le stesse prestazioni in termini di risultati di ricerca e scientifici.

(Alberto Zanetti)

Dr. Alberto Zanetti, PhD

Primo Ricercatore CNR

Istituto di Geoscienze e Georisorse

Consiglio Nazionale delle Ricerche

Responsabile della Sede Secondaria di Pavia

Via Ferrata 1

27100 Pavia

Tel. 0382 985867, Fax 0382 985887, email: [zanetti@crystal.unpv.it](mailto:zanetti@crystal.unpv.it)