

Società Italiana di Fisica



100°

CONGRESSO NAZIONALE

Pisa, 22 - 26 settembre 2014



■ **Macro- e micro- Full Field X-ray Fluorescence (FF-XRF) con elevata risoluzione energetica e spaziale per applicazioni nel settore dei Beni Culturali.**

ROMANO F.P. ⁽¹⁾⁽²⁾, ALTANA C. ⁽²⁾, CALIRI C. ⁽²⁾, COSENTINO L. ⁽²⁾, GAMMINO S. ⁽²⁾, MASCALI D. ⁽²⁾, NERI L. ⁽²⁾, PAPPALARDO L. ⁽¹⁾⁽²⁾, RIZZO F. ⁽²⁾

⁽¹⁾ IBAM-CNR, Catania

⁽²⁾ INFN, Laboratori Nazionali del Sud, Catania

L'indagine non-distruttiva dei materiali antichi di interesse archeologico o storico artistico può richiedere tecniche analitiche ad alta risoluzione spaziale ed elevate proprietà spettroscopiche. Presso il laboratorio LANDIS dei LNS-INFN e IBAM-CNR è stata messa a punto una innovativa pinhole camera a raggi X (FF-XPC) basata sul metodo della Full Field X-Ray Fluorescence. La FF-XPC presenta una risoluzione energetica pari a 133 eV a 5.9 keV ed una risoluzione spaziale fino a 30 micron. Il sistema, similmente ad un microscopio, può operare con diversi ingrandimenti e permette una spettroscopia risolta in due-dimensioni anche su campioni di grandi dimensioni (fino a $5 \times 5 \text{ cm}^2$). Nella presente comunicazione viene introdotta la nuova FF-XPC in misure di imaging 2D di ceramica policroma di interesse archeologico.

■ **Gli ori di Taranto (IV-III secolo a.C) analizzati per mezzo dei raggi X.**

BUCCOLIERI G. ⁽¹⁾, CASTELLANO A. ⁽¹⁾, CESAREO R. ⁽²⁾

⁽¹⁾ Dipartimento di Matematica e Fisica, Università del Salento, Lecce

⁽²⁾ Istituto di Matematica e Fisica, Università di Sassari

La consuetudine di seppellire il defunto insieme ai suoi ornamenti personali, documentata fin dal V Secolo a.C. viene fortemente incrementata nei secoli successivi, anche con lo scopo di sottolineare il prestigio sociale del defunto. Tra il IV ed il III Secolo a.C. viene prodotta a tal scopo a Taranto una notevole quantità di oreficeria, che lascia ipotizzare la presenza nella città di botteghe orafe, le quali sapevano realizzare oggetti di ornamento personale di grandissimo pregio. Questi oggetti sono stati ora sottoposti ad accurate analisi, al fine di determinarne composizione ed altre caratteristiche, quali ad esempio lo spessore, nel caso di oggetti laminari. Sono state in particolare impiegate due tecniche: l'analisi di fluorescenza X dispersiva in energia (EDXRF), e la trasmissione di raggi X monocromatici. L'apparecchiatura portatile impiegata caratterizzata da un tubo a raggi X con anodo di Ag, che lavora a 40 kV e 100 A di massima tensione e corrente. La radiazione in uscita dal tubo viene filtrata e collimata, ed irraggia l'oggetto da analizzare: Il rivelatore un Si-drift di 500 μm di spessore, con una risoluzione energetica di 135 eV a 5.9 keV. L'apparecchiatura completata da un PC. Quando si vogliono eseguire misure in trasmissione, l'uscita del tubo X irraggia un bersaglio secondario di Sn, il quale, per effetto fotoelettrico, emette due righe X-K di energia pari a 25.2 e 28.5 keV, che hanno la caratteristica di essere di energia l'una di poco inferiore, l'altra di poco superiore alla discontinuità fotoelettrica dell'argento. L'attenuazione della riga K risulta quindi particolarmente sensibile alla presenza di oro, mentre la riga K sensibile alla presenza di argento. Le misure in trasmissione consentono da un lato di complementare e verificare le misure EDXRF, dall'altro di consentire la determinazione degli spessori di lamine impiegati dagli orafi dell'epoca.

■ **Non-invasive characterization of archaeological polychrome pottery and metallic artefacts: advantage and limits of XRF in situ analysis.**

ALBERGHINA M.F. ⁽¹⁾, BARRACO R. ⁽¹⁾, BRAI M. ⁽¹⁾⁽²⁾, FONTANA D. ⁽¹⁾, TRANCHINA L. ⁽²⁾, VILLA A. ⁽³⁾

⁽¹⁾ Dipartimento di Fisica e Chimica, Università di Palermo

(²) Laboratorio di Fisica e Tecnologie Relative, UniNetLab, Università di Palermo

(³) Parco archeologico di Himera, Termini Imerese, PA

Material identification is a primary goal for archaeological studies because it provides useful information about original composition, degradation process, realisation technique and conservative treatments. Among the possible analytical approaches, X-Ray Fluorescence spectroscopy is particularly useful for fast qualitative analyses thanks to its non-destructive and multi-elemental character and also to the possibility of using portable instrumentation. Nevertheless, several limits in quantitative and stratigraphic understanding can be found during *in situ* investigation. Findings of extensive measurements, carried out for characterization of archaeological artefacts belonging to "A. Salinas" Museum (Palermo) collections, are reported to highlight XRF advantages and limits which leave archaeometric questions unsolved.

■ **Applicazioni archeometriche presso il laboratorio IRMS della Seconda Università di Napoli.**

RICCI P., ALTIERI S., SIRIGNANO C., LUBRITTO C.

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali, Biologiche e Farmaceutiche, Seconda Università di Napoli, Caserta

Nel presente lavoro vengono presentati i risultati di sviluppi metodologici e di studi applicativi nel settore archeometrico, realizzati dal gruppo di ricerca del Laboratorio di Spettrometria di Massa Isotopica della Seconda Università di Napoli. Nel dettaglio verranno presentate le metodologie di preparazione dei campioni per la realizzazione di misure di rapporti isotopici stabili (IRMS), su campioni bulk di diversa tipologia (reperti ossei, marmi, reperti carbonatici, etc.) e saranno analizzati i protocolli di preparazione campioni necessari alla realizzazione di misure di gas cromatografia accoppiata alla spettrometria di massa isotopica (GC-IRMS). Successivamente verranno presentati i risultati ottenuti dall'applicazione delle metodologie sviluppate in diversi contesti applicativi quali le indagini relative alla dieta di popolazioni antiche, alla provenienza di marmi, e, in accoppiamento con indagini gas cromatografiche, all'analisi di residui di cibo in materiali ceramici utilizzati nelle cotture.

■ **The silver coinage in Sicily from the 4th to 2nd century b.C.: in situ compositional investigation of the silver coins belonging to the collection of the "Paolo Orsi" Archaeological Museum in Siracusa.**

MANENTI A.M. (¹), AMATO R. (¹), CALIRI C. (²), PAPPALARDO L. (³), ROMANO F.P. (²)(³), RIZZO F. (²)

(¹) Museo Archeologico "Paolo Orsi", Siracusa

(²) INFN, Laboratori Nazionali del Sud, Catania

(³) IBAM-CNR, Catania

X-Ray based analytical techniques are particularly suited for the investigation of Cultural Heritage since they fulfil several requirements that are considered optimal for the analysis. An interesting case concerns the compositional determination of archaeological coins since the analysis provides information on raw materials, ancient technology, provenance, conservation state and authenticity. Recently the use of such techniques was applied in a systematic survey aimed to investigate the silver coin production in the Mediterranean area during the Greek period. In this work, we present the investigation of the silver coins belonging to the collection of the "Paolo Orsi" Archaeological Museum in Syracuse. The Museum presents one of the richest collection of Greek coins, which circulated in Sicily during the fourth and the third centuries b.C. Such coins were manufactured in Syracuse and in other mints from Greece (*i.e.* Lefkada and Corinth) and they are particularly important since their investigation can support the knowledge on the commercial, political and social relations

between Sicily and Greece in that historical period. The non-destructive silver coins (more than 100 samples have been already analyzed), have been analyzed combining the non-destructive XRF, the Low Energy micro-XRF, the alpha-particle induced X-ray fluorescence and the portable techniques developed at the LANDIS laboratory of the IBAM-CNR in Catania. Preliminary results of the measurement campaign are summarized in this contribution.

■ **Analisi di elementi, composti ed isotopi in antiche monete bronze del Mediterraneo.**

TORRISI L. (¹), CUTRONEO M. (²), ITALIANO A. (³), TORRISI A. (¹)

(¹) Dipartimento di Fisica, Università di Messina

(²) ASCR Institute of Nuclear Physics, Rez, Czech Republic

(³) INFN, Sezione di Catania

Le monete bronzee provenienti dall'area del bacino del Mediterraneo, del periodo 500-100 d.C., sono state analizzate utilizzando differenti tecniche di analisi. La fluorescenza a raggi X-caratteristici è stata utilizzata adoperando elettroni da 20 keV, fotoni da 20 keV da 2.5 MeV di energia, al fine di indagare sulla composizione elementare di superficie e a maggiori profondità e conoscere le impurezze contenute nel metallo di base. La spettrometria a quadrupolo di massa accoppiata a un laser in alto vuoto, è stata adoperata per l'analisi di alcuni composti tipici (solfuri, cloruri ed ossidi) la cui concentrazione dipende dalle condizioni di produzione del materiale. La spettrometria di massa ad alta risoluzione, estesa fino a 2000 m/z, ha permesso di caratterizzare anche i rapporti isotopici del Pb delle monete analizzate. I rapporti quantitativi dei rapporti isotopici Pb208/Pb206 e Pb207/Pb206 permettono di identificare il tipo di minerale adoperato per la realizzazione delle monete bronzee. Un confronto tra i rapporti isotopici misurati nelle monete e quelli dei database internazionali di riferimento permette di ipotizzare possibili siti di estrazione del prodotto minerario adoperato.

■ **Neutron diffraction analysis of Celtic coins from the Po valley.**

CORSI J. (¹)(²), RE A. (¹)(²), SCHERILLO A. (³)(⁴), GRAZZI F. (⁵), LO GIACOMO BARELLO F. (⁶)

(¹) Dipartimento di Fisica, Università di Torino

(²) INFN, Sezione di Torino

(³) Rutherford Appleton Laboratory, ISIS Facility, Chilton, Didcot, Oxon, UK

(⁴) IPCF-CNR, Messina

(⁵) ISC-CNR, Sesto Fiorentino, FI

(⁶) Soprintendenza per i Beni Archeologici del Piemonte e M.A.E., Torino

Celtic coins from the Po valley are characterized by several issues, dealing with attributions, fineness and relationships within several emissions. Our research aims to bring new data to numismatists performing time-of-flight neutron diffraction measurements with the INES diffractometer at the ISIS facility. This bulk technique allows to overcome the silver surface enrichment, often occurring in ancient coins. A series of specimens from different hoards and museums' collections, representative of several issues, has been analyzed. The results show a clear silver debasement occurring in the first and latter emissions, which allows to establish a relative chronology among them.

■ **Alterazione dei pigmenti giallo di cromo: studio dell'effetto di lunghezze d'onda commerciali e diverse lunghezze d'onda tramite tecniche di sincrotrone XRF.**

MONICO L. (¹)(²), MILIANI C. (¹)(³), JANSSENS K. (²), ROMANI A. (¹)(³), COTTE M. (⁵)(⁶), GRAZIA C. (³), BRUNETTI B.G. (¹)(³)