



Proposta di apertura sigla INFN in Gr V

**TANDEM: Tecniche Analitiche Non Distruttive
per l'archEoMetria**

Università di Pavia – INFN Pavia



TANDEM: Tecniche Analitiche Non Distruttive per l'archEoMetria

OBIETTIVO

L'idea che sta alla base della proposta di esperimento **TANDEM** è quella di implementare, sviluppare e ottimizzare nuove tecniche di analisi non invasive e non distruttive da utilizzarsi in ambito archeometrico per la caratterizzazione elementare di manufatti

In particolare si vorrebbe modificare il progetto **Gamma Prompt** dedicato alla misura del Boro in un progetto di più ampia applicazione ed in particolare l'utilizzo di questa tecnica risulta prezioso in campo archeometrico

Sezione già INFN Coinvolte

- Laboratori Nazionale del Sud (Uniss)
- INFN Milano Bicocca

Spettroscopia Muonica @ RAL facility

Questa tecnica prevede l'esposizione del campione ad un **fascio collimato di muoni** (presso il Rutherford Appleton Laboratory) e la rivelazione dei raggi X caratteristici emessi in seguito alla formazione di atomi muonici nel bersaglio. In questo caso si usufruirebbe dell'esperienza accumulata dal gruppo di Milano Bicocca nell'utilizzo di questa tecnica nell'esperimento FAMU finanziato dalla commissione III dell'INFN.



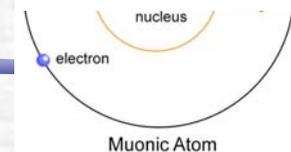
→ y g y

ISIS repetition rate is 50 Hz!

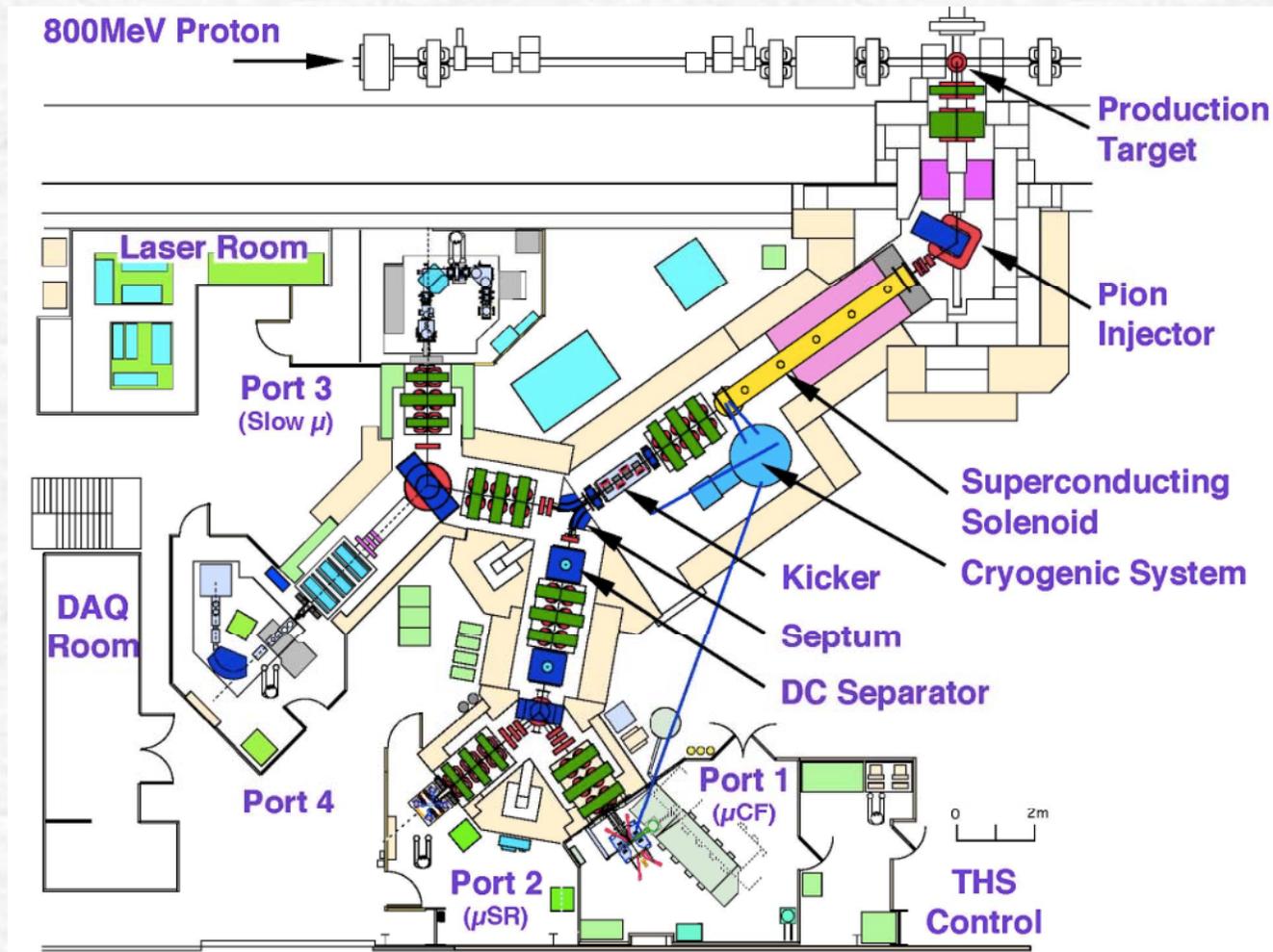
→ Higher is better for X-ray measurements.

$$a_0 = \frac{n^2 \hbar^2}{m_e e^2 Z} \approx \frac{5.3}{Z} 10^4 \text{ fm} \quad (\text{for } n=1)$$

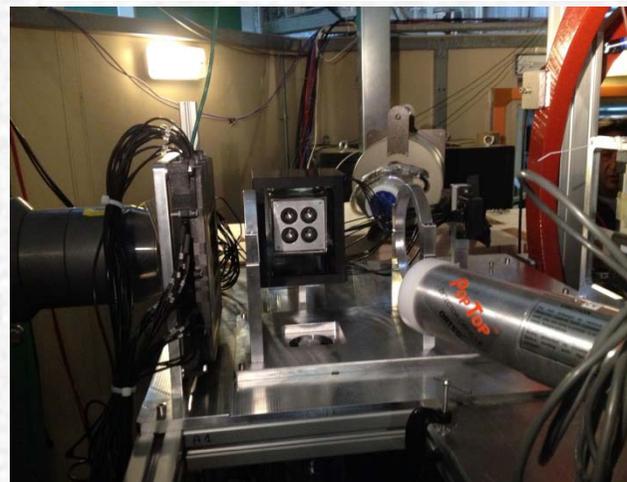
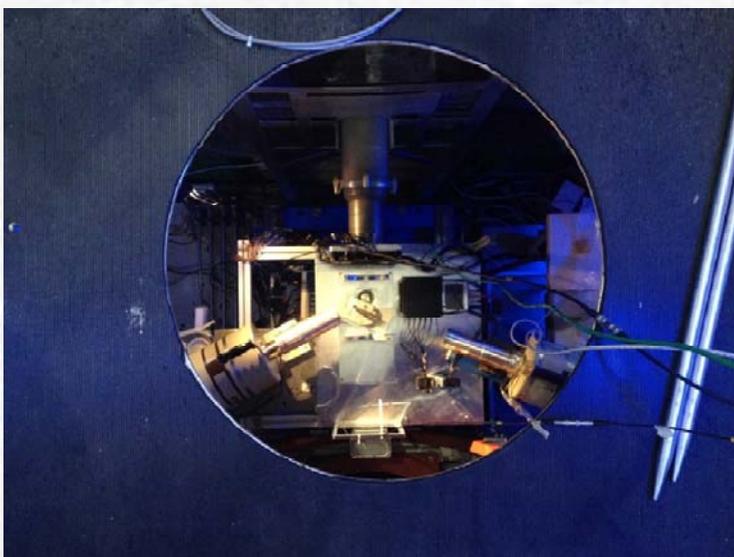
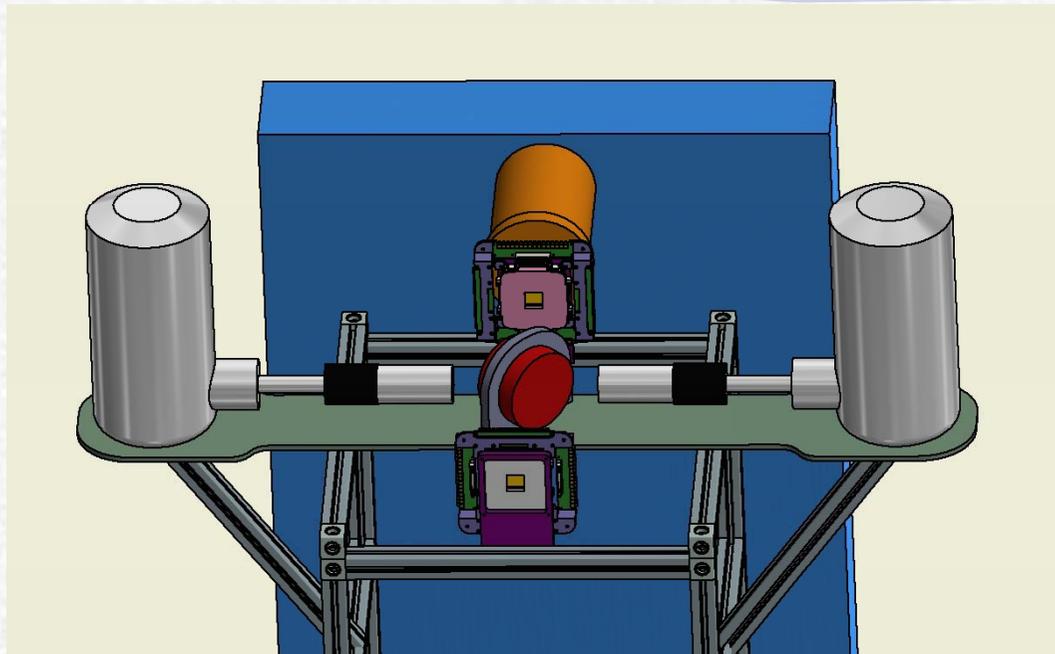
$$a_\mu = \frac{m_e}{m_\mu} a_0 \approx \frac{1}{207} a_0$$



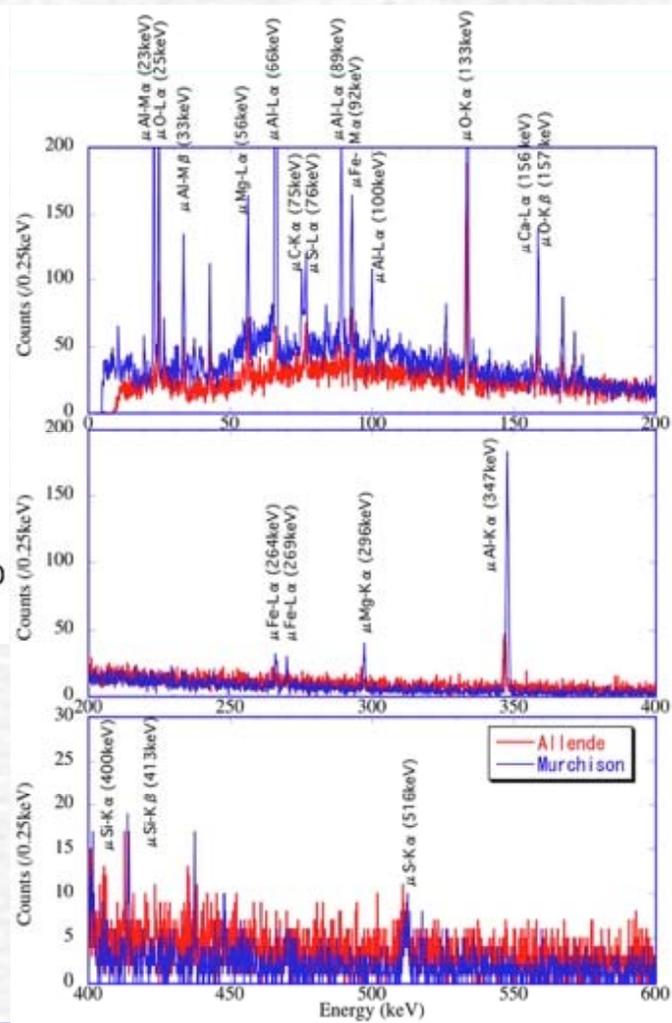
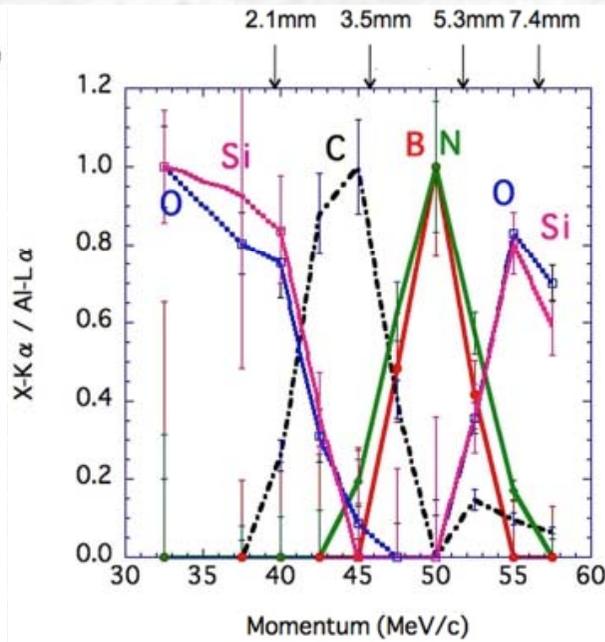
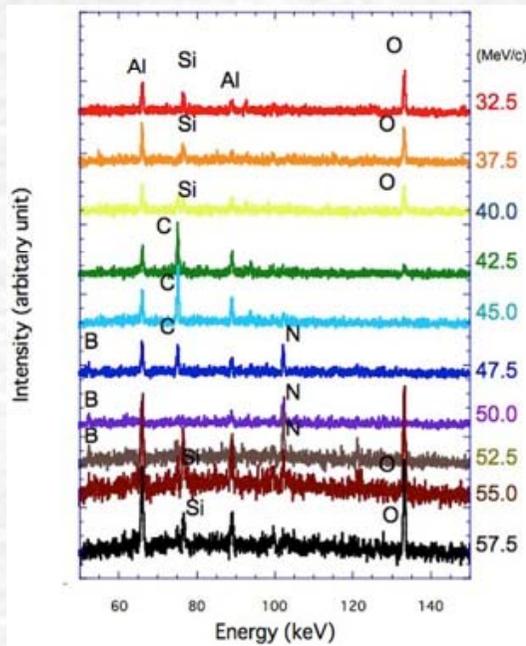
Spettroscopia Muonica @ RIKEN-RAL facilities



Spettroscopia Muonica: Experiment setup



Spettroscopia Muonica: Studi preliminari

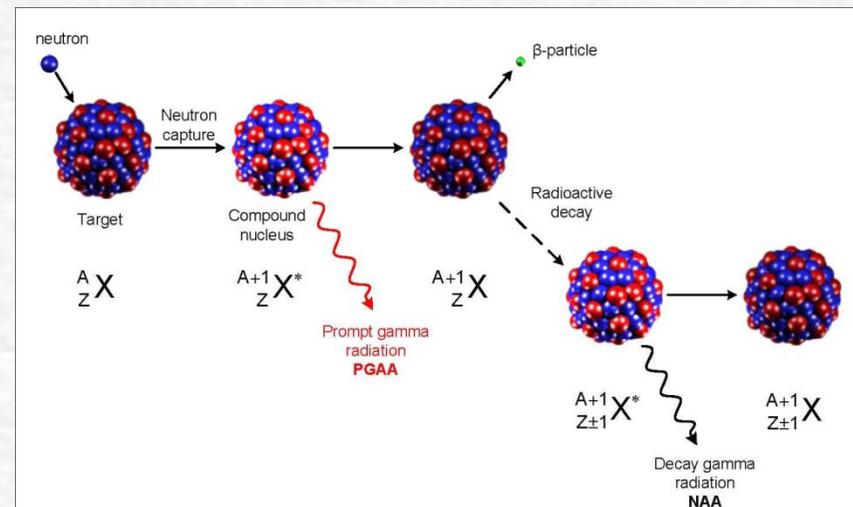


Neutron Gamma Prompt @TRIGA Mk II

La seconda tecnica proposta prevede l'esposizione del campione ad un **fascio di neutroni termici** provenienti da un canale orizzontale del reattore TRIGA Mk II del LENA e la rivelazione dei **gamma prompt** dovuti alla diseccitazione nucleare seguita alla cattura radiativa del neutrone.

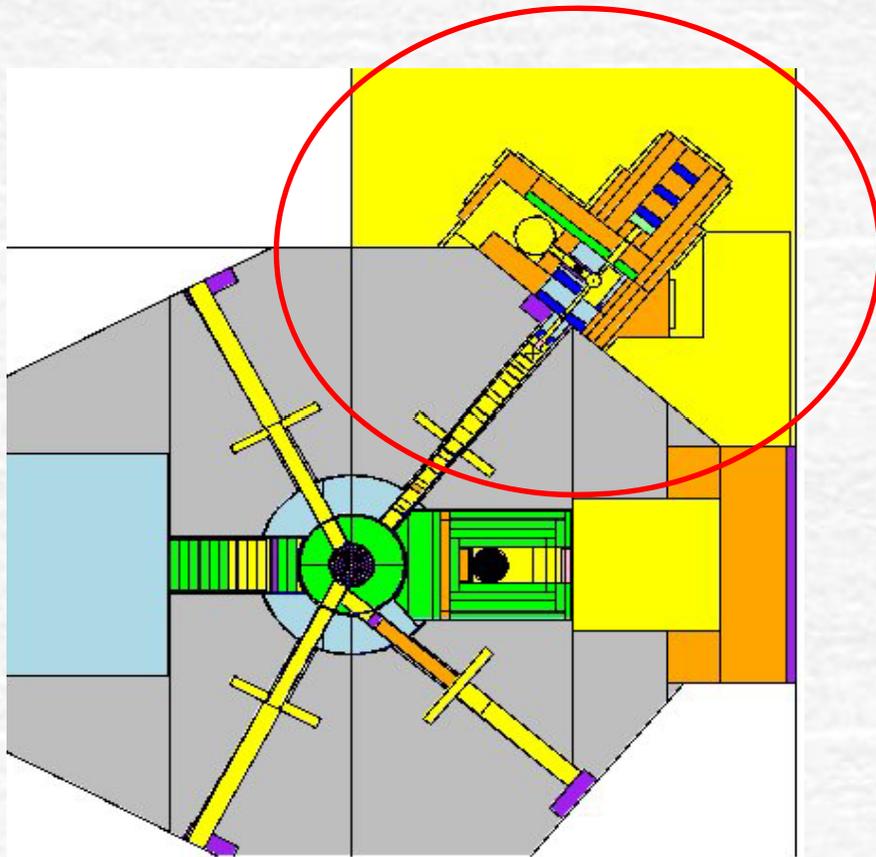
Questo tipo di Attivazione neutronica è stata già implementata in passato dal gruppo di Pavia nell'ambito delle ricerche sulla BNCT.

Modificando ed ottimizzando la strumentazione esistente ed **implementando** una nuova schermatura si avrebbe la possibilità di utilizzare questa tecnica per campioni di dimensioni variabili come quelli di interesse archeometrico.



Neutron Gamma Prompt: facility

PGNAA facility at the LENA Triga Reactor of University of Pavia for Boron concentration measurement in biological samples

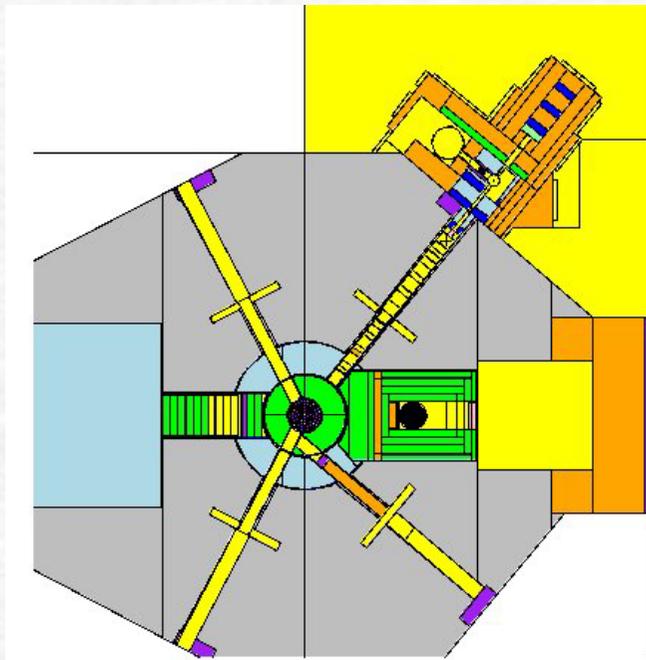


○ The facility was designed by MCNP4 code

- Thermal beam filtering with Bi and single crystal sapphire
- Beam flux : $\approx 1.3 \cdot 10^7$ n/(cm²s)
- Beam size: ≈ 3 cm Ø
- Detection system : HPGe N type coaxial configuration
- Sensitivity for natural boron 1000 cps/mg
- Sensitivity for other elements to be assessed

Neutron Gamma Prompt: facility

PGNAA facility at the LENA Triga Reactor of University of Pavia for Boron concentration measurement in biological samples



Gamma Prompt Facility:

- High efficiency GMX HpGe (already present)
- Bismuth (filter for high energy gamma rays) (already present)
- Zapphire Al_2O_3 (already present)
- Baritic concrete (funded by LENA)
- Polyethylene Litiate
- Shutter (funded by LENA)
- Interlock, cables, actuators (funded by LENA)
- Amplifier and HV bias supply for HpGe
- Monitor per i neutroni

Conclusioni

Entrambe le tecniche hanno il pregio di utilizzare emissioni gamma prompt che quindi non necessitano di lunghi tempi di irraggiamento minimizzando così la radioattività indotta nei reperti, che dopo poco tempo, potranno essere restituiti ai musei senza pericolo di esposizione del pubblico alle radiazioni ionizzanti.

Attività Gruppo Pavia@ TANDEM experiment

- ✓ Simulazioni Monte Carlo MCNP
- ✓ Implementazione e costruzione meccanica Schermature, Collimatore, Shutter, Alloggiamento Campioni
- ✓ Implementazione, Calibrazione, Validazione, R&D, GAMMA PROMPT
- ✓ Calibrazione validazione misure con rivelatore al Germanio per spettroscopia Gamma Prompt con SRM al LENA
- ✓ Misure spettroscopia Gamma Prompt su Campioni archeologici di Sant'Imbenia

Anagrafica Gruppo di PAVIA @ TANDEM experiment

Daniele Alloni	UNIPV LENA (responsabile Locale)	50%
Saverio Altieri	UNIPV Fisica	30%
Silva Bortolussi	INFN	20%
Nicoletta Protti	INFN	30%
Andrea Salvini	UNIPV LENA	30%
Michele Prata	UNIPV LENA	20%
Massimo Oddone	UNIPV Chimica	30%
Giovanni Magrotti	LENA	50%
Lucilla Strada	UNIPV Chimica	20%

FTE TOT: 2,3

Richieste Economiche Pavia @ TANDEM experiment

- Collimatore Ferro-guide Al: 2 kEuro
- PE Litiato: 6 kEuro
- Attuatori, interlock, cablaggio: 10 kEur (LENA)
- Schermature Cemento Baritico: 15 kEuro (LENA)
- Shutter: 8 kEuro (LENA)
- Elettronica: 10 kEuro
- Monitor Neutroni: 5 kEuro
- Missioni: 3 keuro

TOT 26 kEuro



Grazie per l'attenzione