



# Attività della sezione INFN di Torino e del Dipartimento di Fisica Sperimentale (DFS) dell'Università di Torino nel campo dei beni culturali



Alessandro Lo Giudice

Dipartimento di Fisica Sperimentale, Università di Torino e INFN sezione di Torino



Anno 2001 (STBC)  
(primi laureati magistrali nell'a.a. 2005/2006)



Anno 2005  
(CCR di Venaria)

- Imaging con raggi x
- Microscopia ionica
- Datazione con termoluminescenza

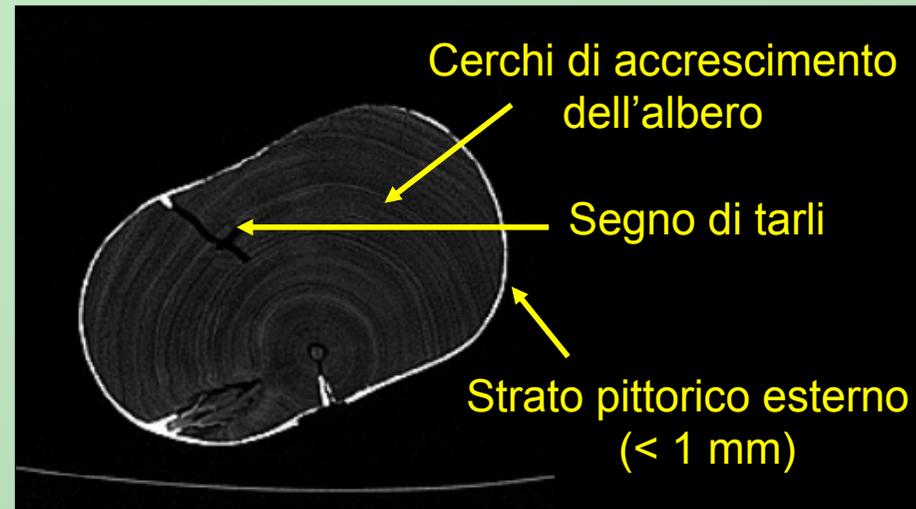
# IMAGING CON RAGGI X

Attività recente, iniziata nel 2006/2007

TAC convenzionale (da ospedale) su piccoli reperti del museo egizio



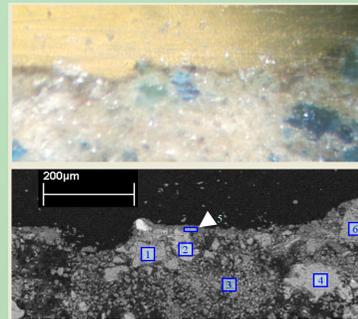
Statuetta del Dio Nilo  
*Museo Egizio di Torino*



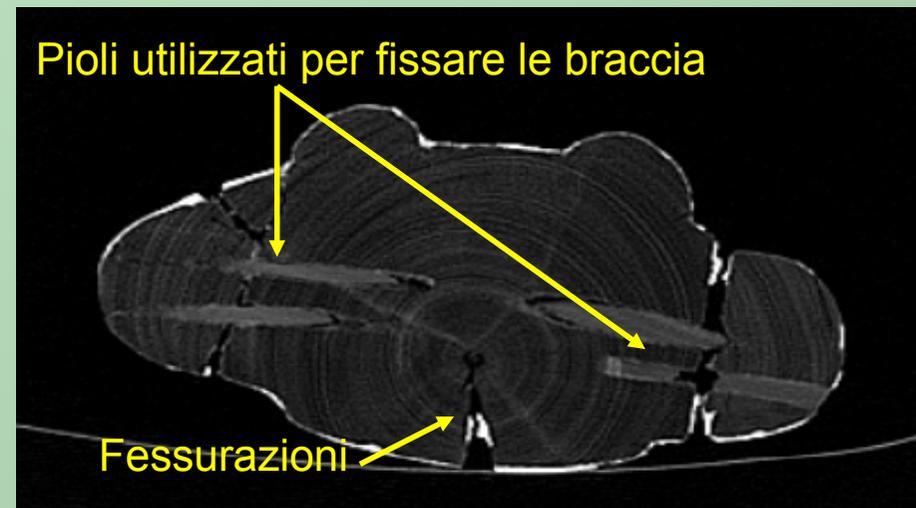
Analisi XRF

*A. Agostino*

*(Dip. Chimica Generale)*



Sezione del pigmento  
(OM, SEM-EDS, micro-PIXE)



*Tesi di laurea (2007)*  
*relatori C. Manfredotti, A. Lo Giudice*

## IMAGING CON RAGGI X

2007/2008: TAC su oggetti restaurati dal CCR di Venaria

Collaborazione dell'INFN e del DFS con Bologna (Prof. Casali) nell'esecuzione di TAC su oggetti lignei di grosse dimensioni restaurati dal CCR



TAC preliminare al solo braccio con strumenti ospedalieri

Realizzazione di alcune parti meccaniche su progetto di Bologna  
(*officine INFN di Torino*)

Partecipazione alle misurazioni

Ricostruzione 3D di parti di alcuni degli oggetti radiografati



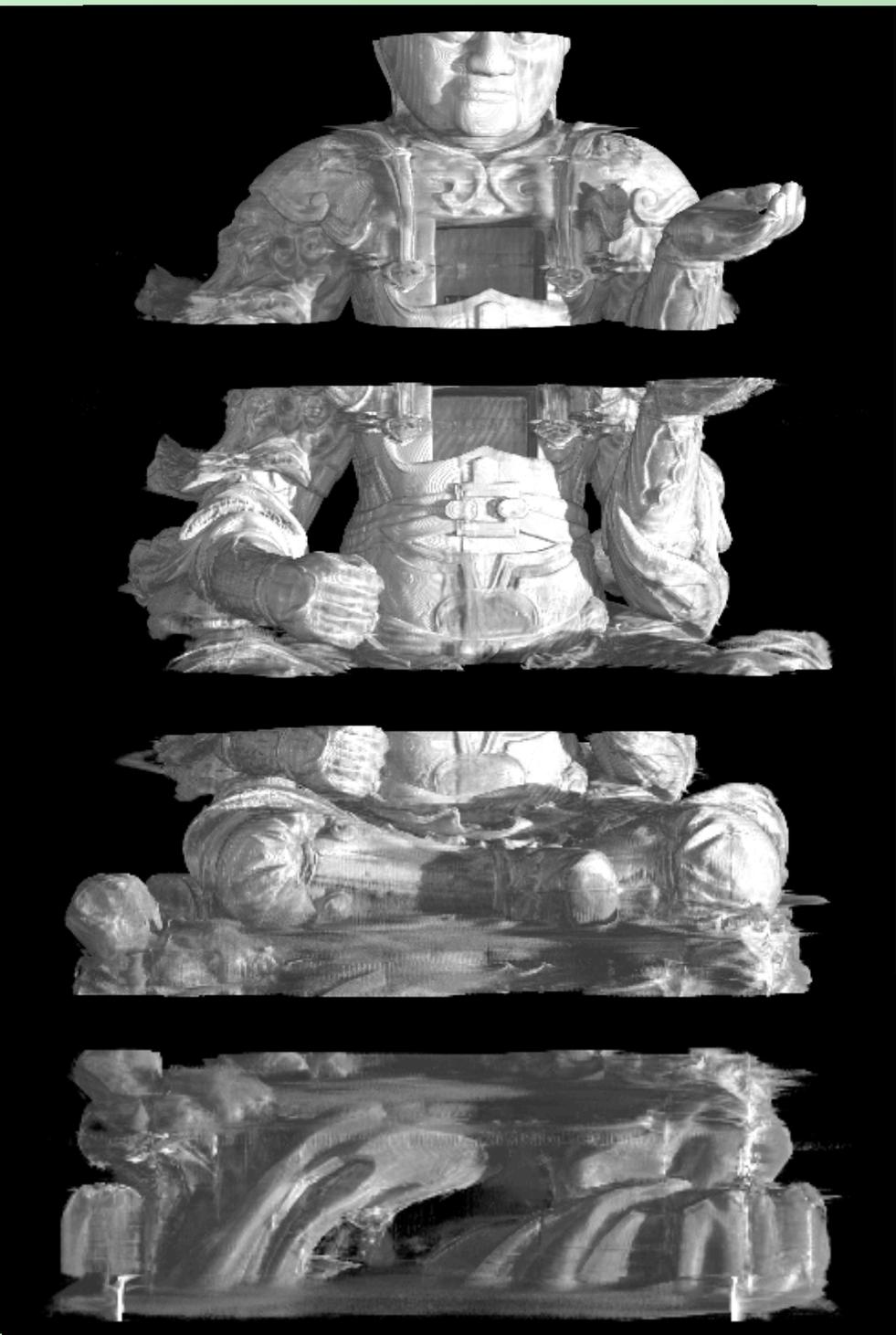
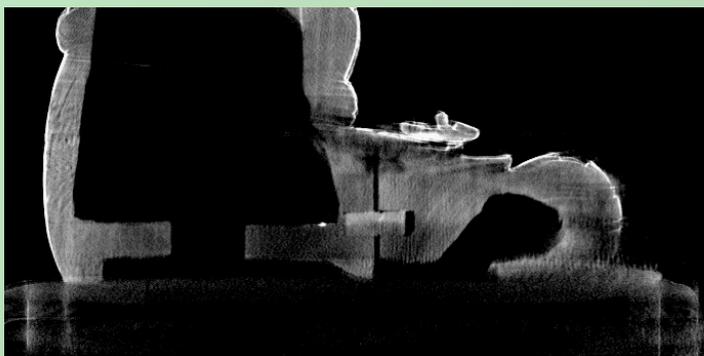
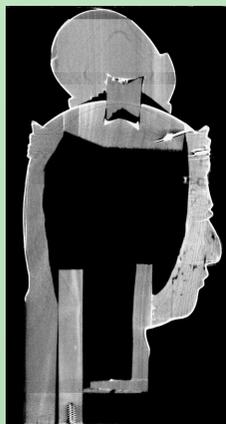
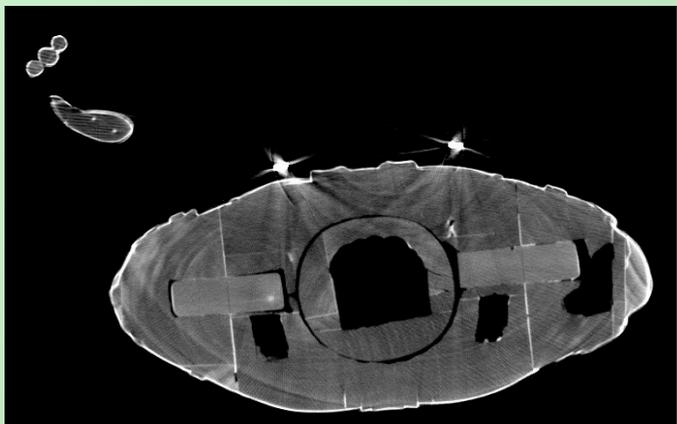
INFN & DFS

Giovanni Dughera  
Alessandro Lo Giudice  
Angelo Maggiora  
Claudio Manfredotti  
Paolo Mereu  
Alessandro Re  
Alessandra Romero  
Amedeo Staiano  
Antonio Zampieri

# IMAGING CON RAGGI X



Tamon-Ten  
*Elaborazione dati effettuata a Torino*



## IMAGING CON RAGGI X



2008/2009 in fase di realizzazione un sistema per radiografie 2D e micro-TAC

### Sorgente microfoco

Tensione del tubo: 40-150kV

Corrente del tubo: 10-500 $\mu$ A

Dimensione minima macchia focale: 5 $\mu$ m

Angolo del cono di raggi-X: 43°



### Rivelatore TDI (Time Delay Integration)

Risoluzione: 48 $\mu$ m (4608x108 pixels)

Area attiva: 220x6 mm<sup>2</sup> (scintillatore: CsI)

Output: 12 bit (4096 livelli di grigio)



**Movimentazione** del rivelatore ottenuta riutilizzando assi x e y da precedenti strutture realizzate dall'INFN per CMS.

Dimensioni movimentazione: 4m x 0.6m

Installato nel bunker del DFS

2009 Approvazione di un progetto regionale triennale (2010-2012)

## neu\_ART

INFN (Responsabile del progetto: Nadia Pastrone)

DFS (Responsabile: Alessandro Lo Giudice)

CCR (Responsabile: Annamaria Giovagnoli; Coordinatore: Marco Nervo)

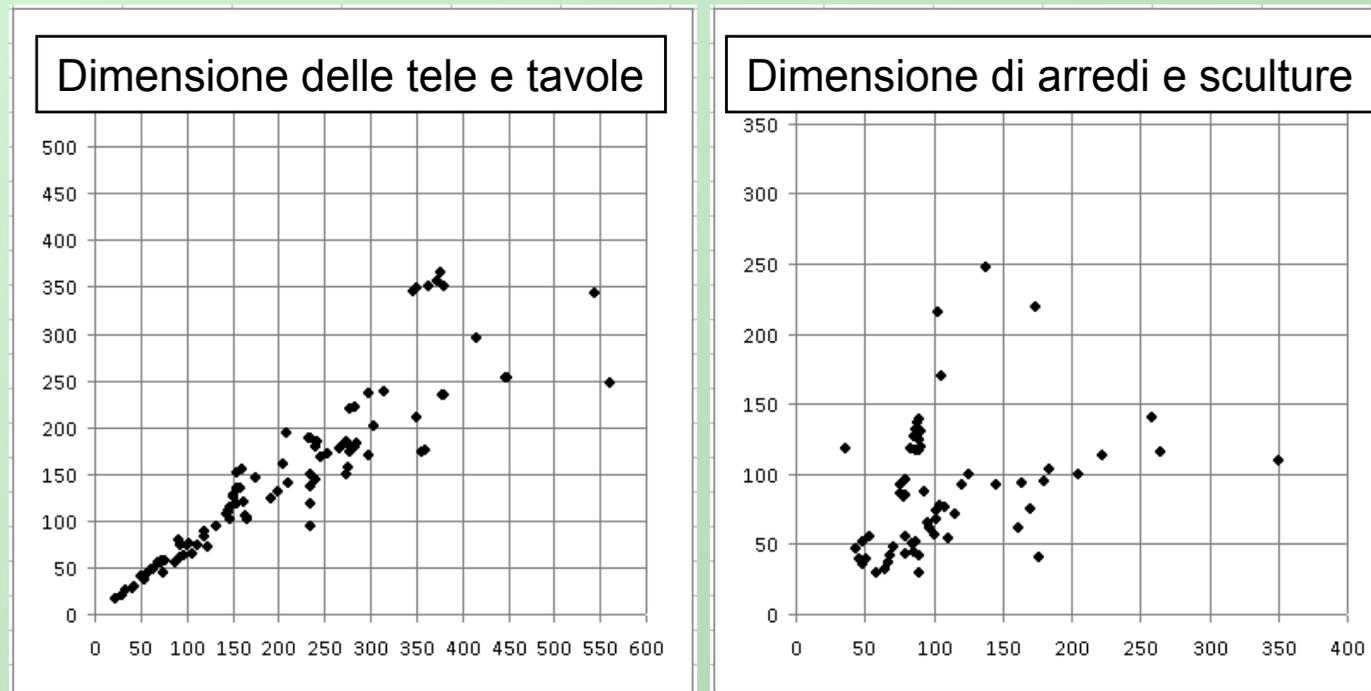


Centro Conservazione e Restauro  
**La Venaria Reale**

### INFN & DFS

Elisabetta Durisi  
Francesco Prino  
Luciano Ramello  
Alessandro Re  
Alessandra Romero  
Roberto Sacchi  
Amedeo Staiano  
Lorenzo Visca

## Obiettivi del progetto triennale neu\_ART



(dati forniti da M. Nervo del CCR di Venaria)

- 1: Realizzazione di uno scanner per radiografie 2D di tele e dipinti su tavola.  
*dimensione 3m x 2.5m*
- 2: Imaging con K-Edge da abbinare allo scanner 2D  
*in collaborazione con l'Università di Ferrara (F. Petrucci e M. Gambaccini)*
- 3: TAC per oggetti lignei di grosse dimensioni (fino a circa 2 m di larghezza)  
*in collaborazione con l'Università di Bologna (F. Casali)*
- 4: Studio di fattibilità per un rivelatore di neutroni per sorgenti D-D compatte

## MICROSCOPIA IONICA

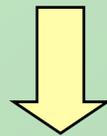
Attività storica iniziata circa 15-20 anni fa dal Gruppo di Fisica dello Stato Solido di Torino  
(*C. Manfredotti, E. Vittone*)

Microfascio presso  
Laboratori Nazionali INFN di Legnaro (AN2000)

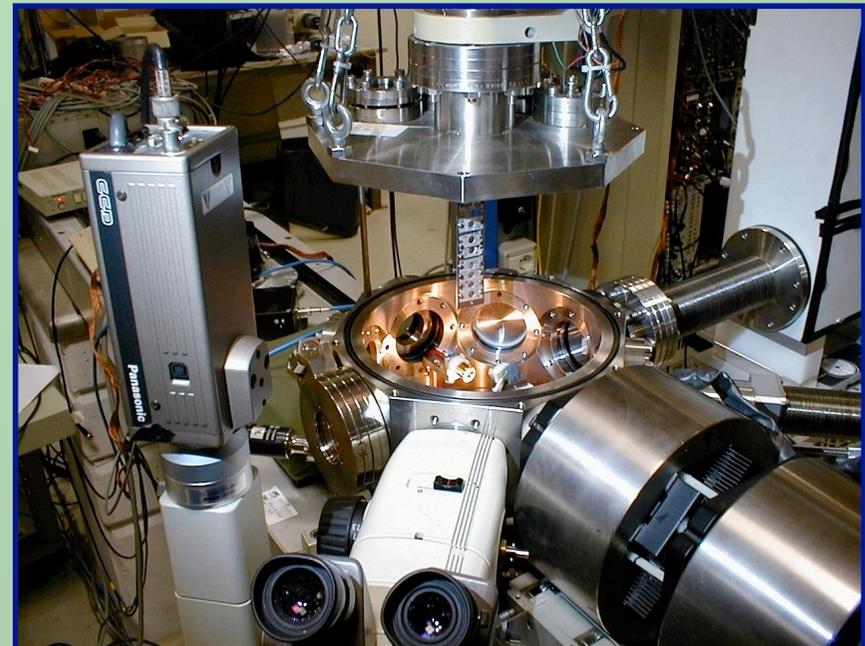
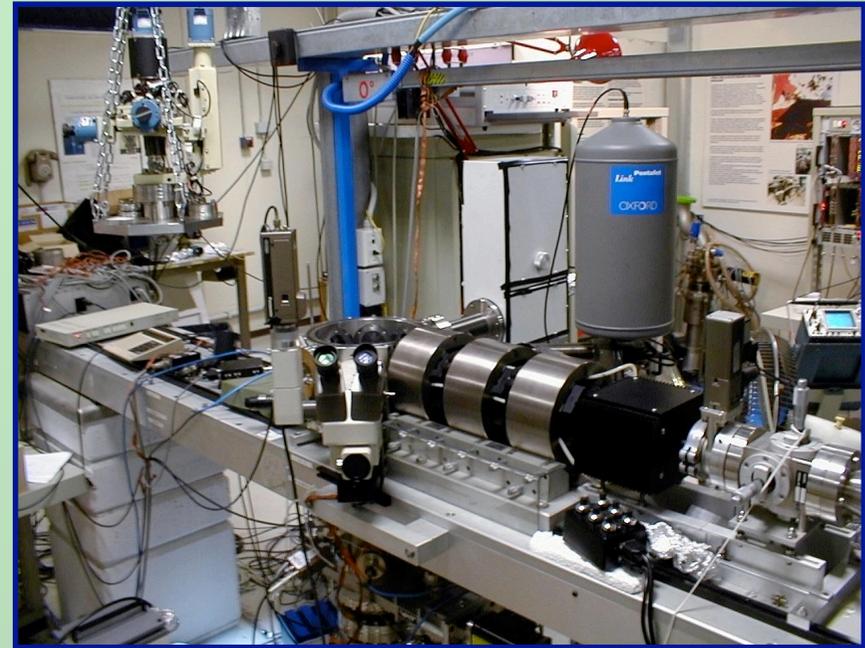
Acceleratore di 2.5 MV (Van de Graaff)

Ioni disponibili: H, He, circa 2-4  $\mu\text{m}$  di risoluzione

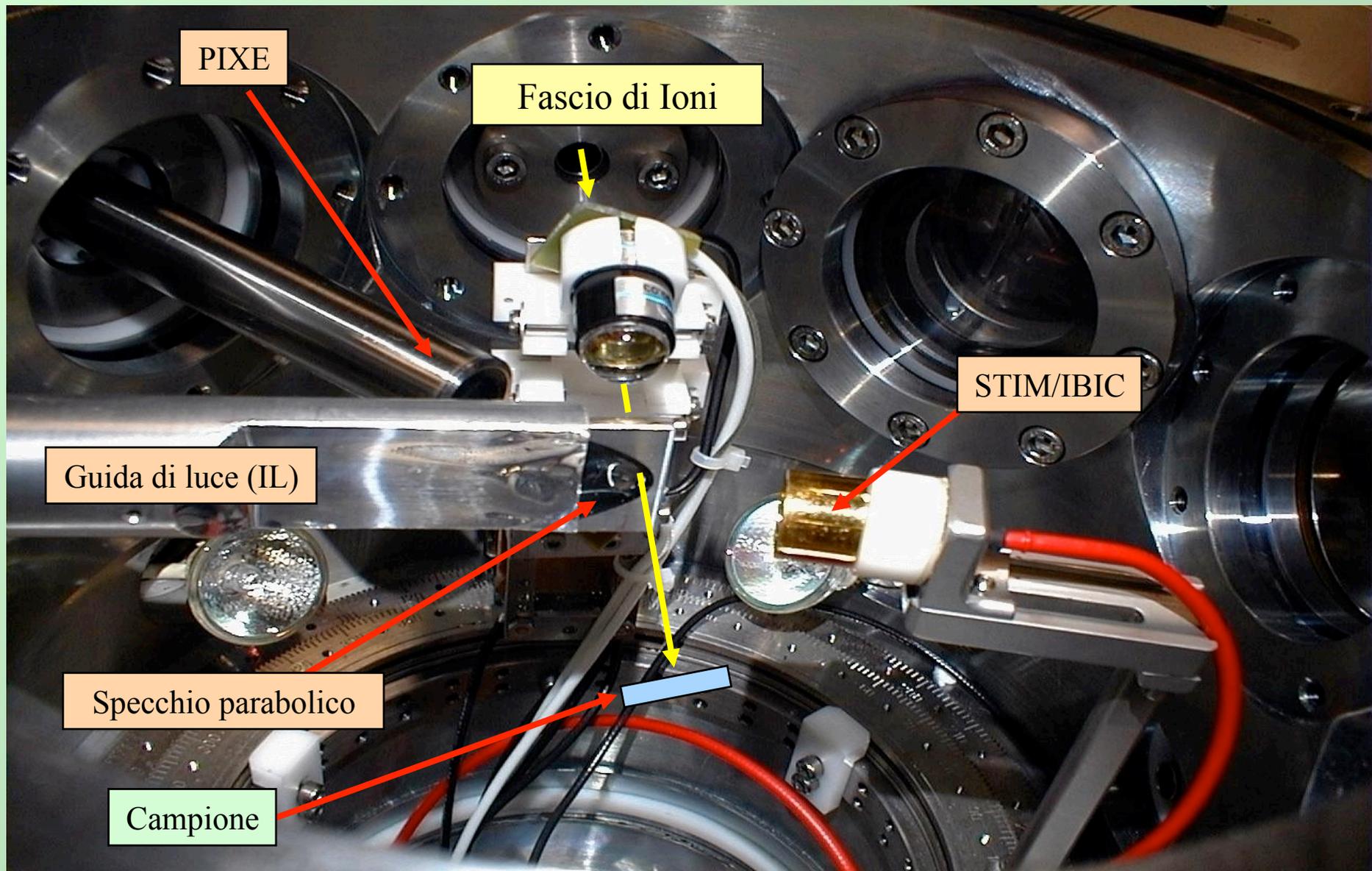
Studio di materiali (in vuoto) con tecniche PIXE,  
IBIC, IonoLuminescenza (IL) e STIM  
(possibilità di raffreddamento del campione LNT)



Possibilità di utilizzare IL/PIXE per studi di  
provenienza

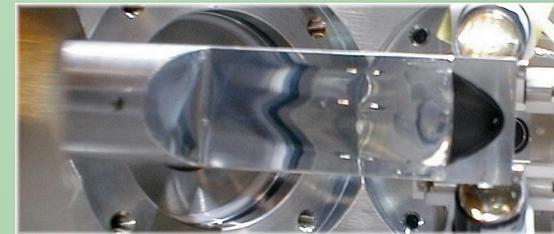
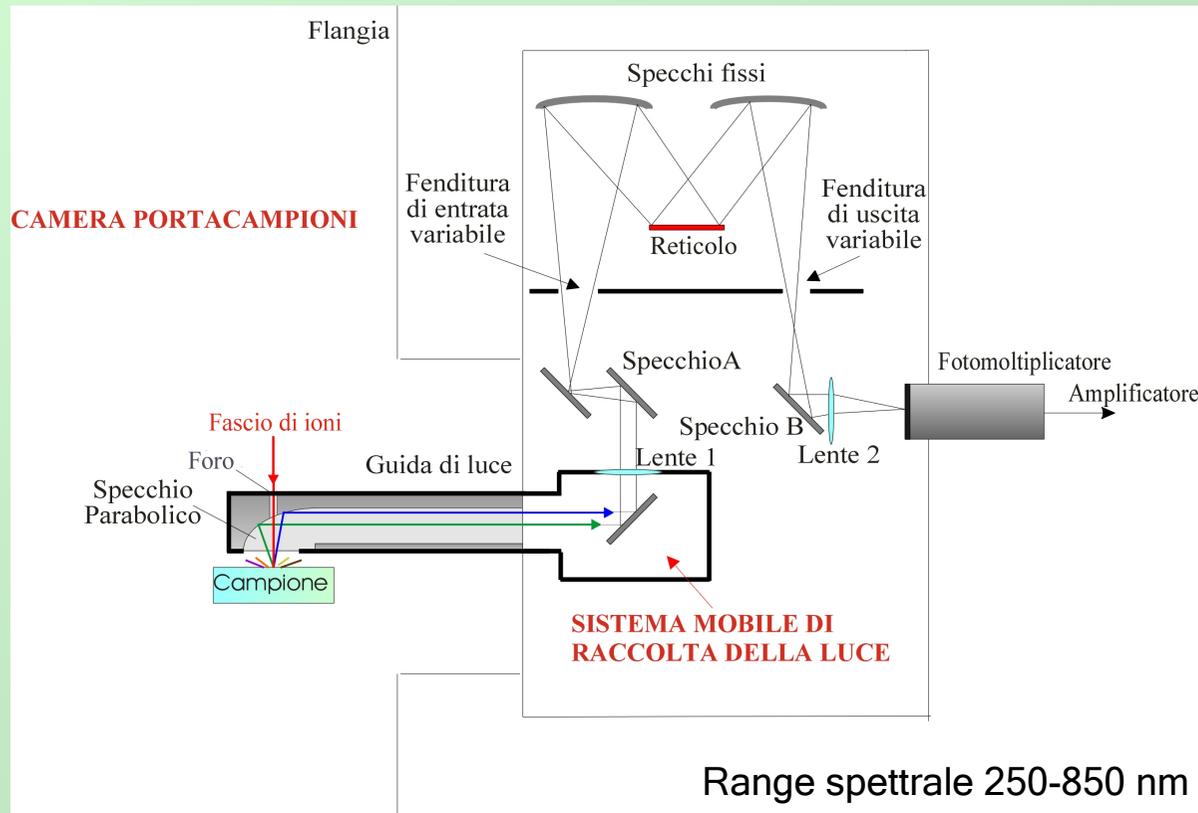


# MICROSCOPIA IONICA



# MICROSCOPIA IONICA: IL

Apparato di ionoluminescenza messo a punto a Legnaro (2000)



Vittone E., Lo Giudice A., Manfredotti C., Egeni G., Rudello V., Rossi P., Gennaro G., Pratesi G., Corazza M., *“Light detection with spectral analysis at the Legnaro nuclear microprobe: applications in material and earth sciences”*, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 181 (2001) 134-139

# MICROSCOPIA IONICA: IL

## Analisi di marmi bianchi

### Prima applicazione (2001)

La luminescenza nella calcite e nella dolomite è principalmente dovuta agli elementi di transizione ed in particolare al  $Mn^{2+}$

Lo spettro di luminescenza viene inoltre influenzato dal minerale ospite.

La minima concentrazione di  $Mn^{2+}$  sufficiente per attivare la CL in materiali con poco Fe è di qualche decina di ppm.

Sono stati analizzati 7 marmi bianchi di diversa provenienza per verificare la possibilità del loro riconoscimento per mezzo della ionoluminescenza (in collaborazione con il Museo di Storia Naturale di Firenze)

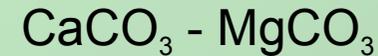
### CALCITE



615 nm (2.02 eV)  
(El Ali et al.)

620 nm (2.00 eV)  
(Habermann et al.)

### DOLOMITE



578 nm (2.15 eV)  
(El Ali et al.)

575 nm (2.16 eV)  
(Habermann et al.)



655 nm (1.89 eV)  
(El Ali et al.)

660 nm (1.88 eV)  
(Habermann et al.)

Table 1 The main spectral features of the marbles' IL spectra and the concentrations of activator- and quencher-related oxides and their ratio

Marble sample	Peak		Peak		Peak		MnO (ppm)	FeO (ppm)	MnO/FeO ratio
	position [nm, (eV)]	Intensity [a.u.]	position [nm, (eV)]	Intensity [a.u.]	position [nm, (eV)]	Intensity [a.u.]			
GR	658 (1.88)	$1.4 \times 10^3$			373 (3.32)	$3.0 \times 10^4$	0	1000	0.000
CG			615 (2.02)	$4.8 \times 10^3$	372 (3.33)	$6.4 \times 10^4$	100	500	0.200
AR			617 (2.01)	$2.7 \times 10^4$	384 (3.23)	$3.0 \times 10^2$	200	5200	0.004
CB			615 (2.02)	$5.1 \times 10^4$	377 (3.29)	$5.2 \times 10^3$	100	600	0.167
TH	649 (1.91)	$8.7 \times 10^4$			378 (3.28)	$1.2 \times 10^3$	200	1600	0.125
PO			615 (2.02)	$2.6 \times 10^5$	379 (3.27)	$1.8 \times 10^4$	200	1800	0.111
CA			620 (2.00)	$4.5 \times 10^5$	401 (3.09)	$1.4 \times 10^3$	1200	2000	0.600
	RED BAND		ORANGE BAND		BLUE BAND				

GR, Macedonia; CG, Carrara grey (Italy); AR, Argentina; CB, Carrara white (Italy); TH, Thassos (Greece); PO, Portugal; CA, Candoglia (Italy).

Corazza M., Pratesi G., Cipriani C., Lo Giudice A., Rossi P., Vittone E., Manfredotti C., Pecchioni E., Manganeli Del Fà C., Fratini F., "Ionoluminescence and cathodoluminescence in marble of historical and architectural interest", Archaeometry 43, 4 (2001) 439-446

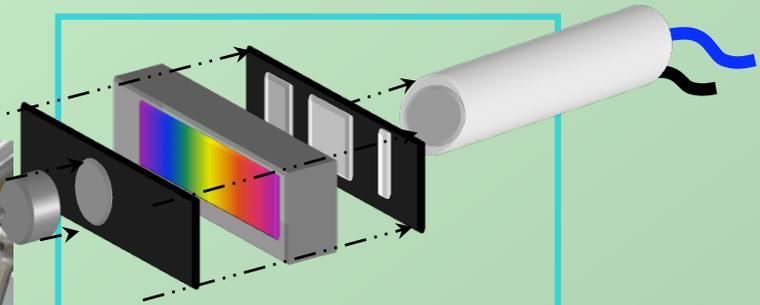
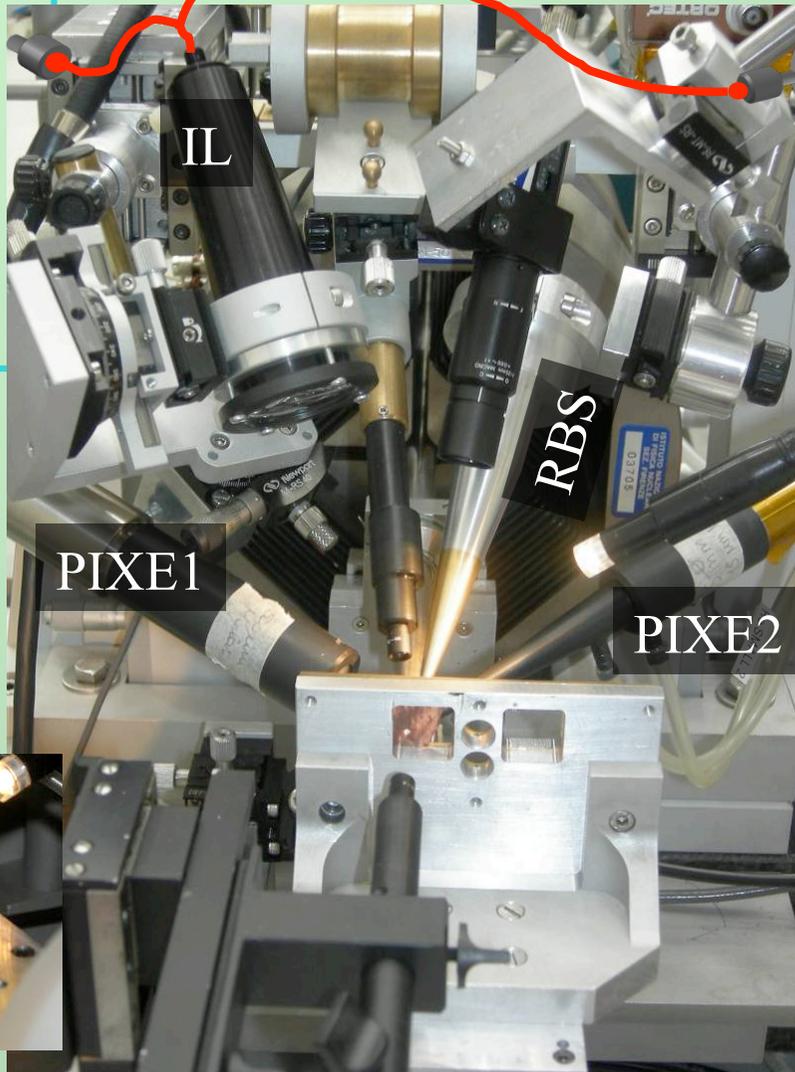
# MICROSCOPIA IONICA: IL

Collaborazione con i laboratori LABEC-INFN (2006):  
esperimenti DANTE 2007-2008 (E. Vittone) e FARE 2009-2011 (A. Lo Giudice)



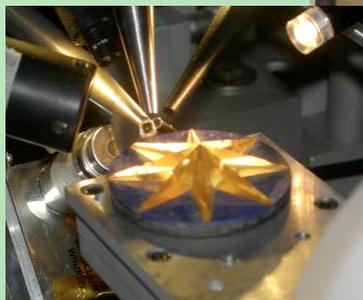
## SPETTROMETRO OTTICO

Range spettrale:  
200-900 nm  
Risoluzione  
spettrale: ~2 nm



## FILTRO OTTICO LINEARE

Mappe IL monocromatiche  
Risoluzione spettrale: ~20 nm  
Range spettrale: 400-700 nm



INFN sez. di Torino    INFN sez. di Firenze

S. Calusi  
A. Lo Giudice  
P. Olivero  
A. Re  
E. Vittone

L. Giuntini  
P.A. Mandò  
M. Massi

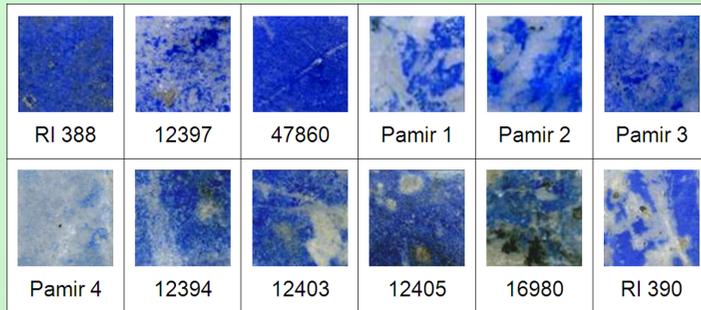
Tesisti attuali  
D. Angelici  
C. Avataneo

Collaborazioni  
Museo di Storia Naturale  
di Firenze (G. Pratesi)  
Dip. Scienze della Terra  
(L. Martire)

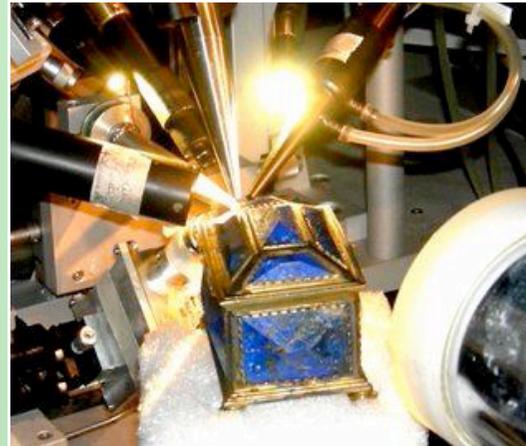
Set-up 2008

# MICROSCOPIA IONICA: IL

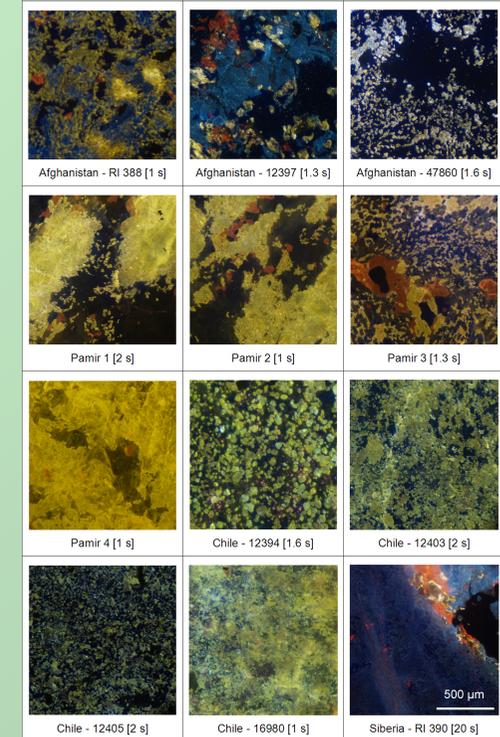
## Applicazione ai lapislazzuli: studi di provenienza (2008/2009)



Campioni da rocce dell'Afghanistan, del Pamir (Tajikistan), del Cile e della Siberia



Analisi preliminari su oggetti della collezione medicea



Misure SEM-EDS, CL, Raman, PIXE, PIGE, IL

Lo Giudice A., Re A., Calusi S., L. Giuntini, Massi M., Olivero P., Pratesi G., Albonico M., Conz E. ,***”Multitecnica characterization of lapis lazuli for provenance study”***, Analytical and Bioanalytical Chemistry: Volume 395, Issue 7 (2009), Page 2211

S. Calusi, E. Colombo, L. Giuntini, A. Lo Giudice, P.A. Mandò, C. Manfredotti, M. Massi, G. Pratesi, E. Vittone, ***”The new ionoluminescence apparatus at the LABEC external microbeam facility”*** NIM B, 266 (2008) 2306-2310

E. Colombo, S. Calusi, R. Cossio, L. Giuntini, A. Lo Giudice, P. A. Mandò, C. Manfredotti, M. Massi, F.A. Mirto, E. Vittone, ***”Recent developments of ion beam induced luminescence at the external scanning microbeam facility of the LABEC Laboratory in Florence”***, NIM B 266 (2008) 1527–1532.

## Datazione con termoluminescenza

Attività recente, iniziata nel 2006/2007 (finanziamento della Compagnia di San Paolo per l'allestimento di laboratori per la laurea STBC)

Nel 2008/2009 sono iniziate misure presso scavi archeologici (Cuneo, Asti)

*Chiesa di San Francesco (Cuneo)*



DFS

F. Fantino  
A. Lo Giudice  
A. Re

Collaborazioni

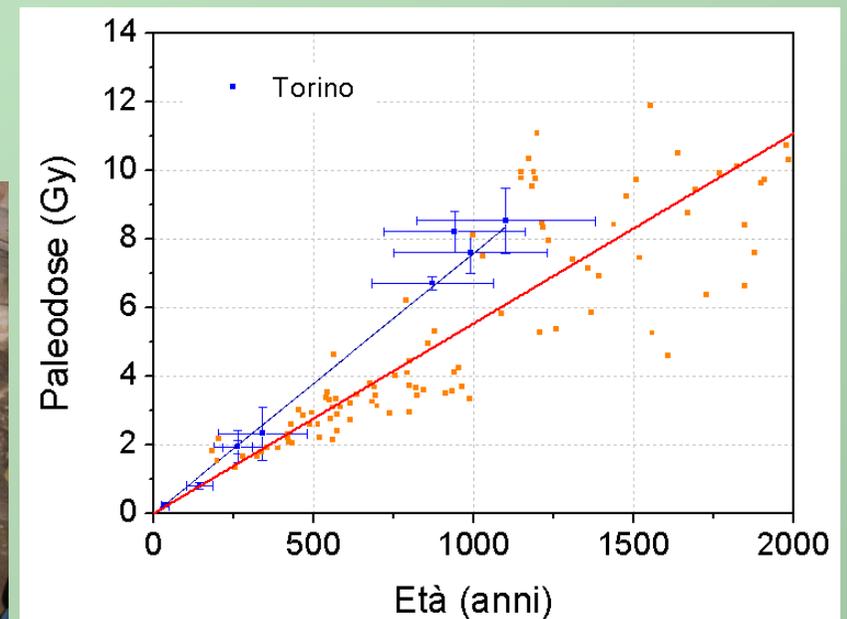
Enti locali e musei di Torino  
Dip. Chimica Analitica (M. Gulmini)  
Dip. Fisica Generale (C. Taricco)

Tesisti attuali

M. Serrapede



*Palazzo Malabaila (Asti)*



Discrepanza tra dati ottenuti e datazioni da altri gruppi (errore sistematico da individuare)

## Conclusioni

Negli ultimi 3-4 anni è aumentato l'impegno del Dipartimento di Fisica Sperimentale e della Sezione INFN di Torino nel campo dei beni culturali. Nuove attività si sono aggiunte ad altre più storiche.

Le tematiche sulle quali si è focalizzata l'attenzione sono:

**Imaging con raggi x (e con neutroni)**

Uso della microscopia ionica

Datazione per mezzo della termoluminescenza

Nel prossimo futuro, in ambito **INFN** e **DFS**, le attività legate al progetto regionale **neu\_ART**, in collaborazione con il **Centro Conservazione e Restauro di Venaria Reale**, avranno un ruolo di primo piano.