



Numero di commessa	Richiesta Indagini Scientifiche	Scheda di Campionamento
04mc03-AL-2009	MR-07-RIS-Richiesta Indagini Scientifiche_Rev02bolgiè	Non applicabile

Destinatario:

LaboR CCR	Cantiere CCR	Committente esterno
AL		Ministero Beni e Attività Culturali

Relazione tecnica:

SCRIVANIA CON ALZATA

F. BOLGIÈ

LEGNO INTAGLIATO, DORATO E POLICROMO

**ANALISI DI FLUORESCENZA DI RAGGI X
(XRF)**

Redatto a cura di: M. Nervo

In data 28/07/2009

Verificato da: A. Giovagnoli

In data 29/07/2009.



DATA: 16/07/2009	
ANALISI EFFETTUATE DA:	M. Nervo, T. Poli
INDAGINI GIA' EFFETTUATE (se disponibili):	
<input type="checkbox"/> Indagini non invasive multispettrali <input type="checkbox"/> Indagini non invasive chimico-fisiche-biologiche <input type="checkbox"/> Indagini invasive chimico-fisiche-biologiche <input type="checkbox"/> Saggi conoscitivi (restauro)	

STRUMENTAZIONE E METODOLOGIA

Spettrometro portatile Bruker ARTAX 200 μ-EDXRF

XRF (X-Ray Fluorescence) è la tecnica di analisi nella quale la radiazione ionizzante che provoca l'emissione della fluorescenza caratteristica è costituita da raggi X. La tecnica XRF consente di individuare gli elementi chimici costitutivi di un campione, grazie all'analisi della radiazione X da esso emessa (la cosiddetta fluorescenza X caratteristica) in seguito ad eccitazione atomica con opportuna energia.

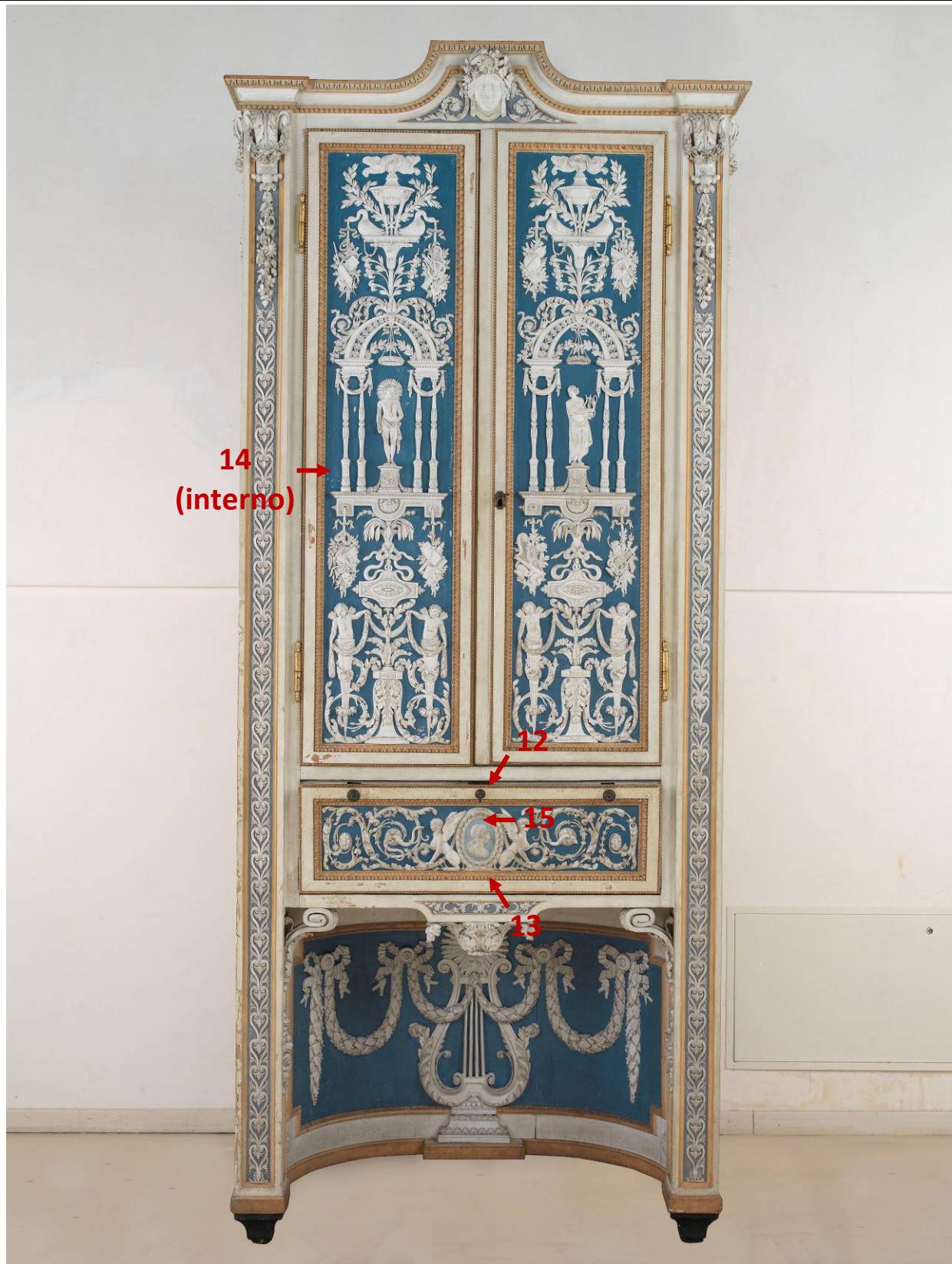
La radiazione caratteristica emessa dal campione viene rivelata in funzione della sua energia (EDXRF, XRF a dispersione di energia). Nell'analisi EDXRF la radiazione di fluorescenza emessa dal campione viene rivelata, in funzione dell'energia, da un rivelatore a stato solido che permette di individuare in un'unica misura tutti gli elementi rivelabili presenti nel campione.

Il sistema utilizzato è uno spettrometro portatile Micro-EDXRF con le seguenti caratteristiche:

- generatore di raggi X 50 kV
- sorgente X-ray fine focus con anodo Mo
- ADC con 4096 canali
- dimensione dello spot 0,65 mm / 1.50 mm
- tensione anodica regolabile da 0 a 50 kV
- corrente anodica regolabile da 0 a 1500 μ A (potenza massima 50 W)



LOCALIZZAZIONE PUNTI DI ANALISI (Rilievo / foto)





LOCALIZZAZIONE PUNTI DI ANALISI (Rilievo / foto)

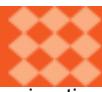




PUNTI DI ANALISI

N°	DESCRIZIONE
1	Tassello, campitura azzurra sottostante
2	Campitura blu senza finitura
3	Campitura blu con finitura
4	Area sotto l'intaglio, campitura blu scura
5	Lesena laterale, campitura viola
6	Lesena laterale, campitura azzurra
7	Lesena laterale, intagli, campitura bianca
8	Lesena laterale, listello, campitura bianca
9	Lesena laterale, listello, tassello, campitura bianca
10	Lesena laterale, listello, tassello, campitura gialla
11	Intagli, campitura bianca
12	Bordo della ribalta, campitura arancione
13	Cornice, campitura gialla
14	Anta sinistra, interno, campitura marrone
15	Ribalta, medaglione centrale, campitura azzurra

NOTE:

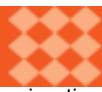


PUNTO DI ANALISI: Tassello, campitura azzurra sottostante

N°: 1

GENERALE	PARTICOLARE (videocamera XRF)
SPETTRO	
CONDIZIONI OPERATIVE	
Emax 30 keV, Corrente 1.3 mA, Tempo di acquisizione 60 s, Collimatore 1.5 mm, Flusso di Elio	
ELEMENTI IDENTIFICATI	
Ca (2415 ¹), Pb (1195), Cu (290), Fe (90), Sr (Tr), K (Tr), S	
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI	
Si evidenzia la preparazione a base di calcio. Gli elementi identificati non sembrano giustificare la campitura, quanto piuttosto un residuo dello strato blu (si vedano i commenti finali).	

¹ Conteggi del picco principale, background sottratto.



PUNTO DI ANALISI: Campitura blu senza finitura

N°: 2

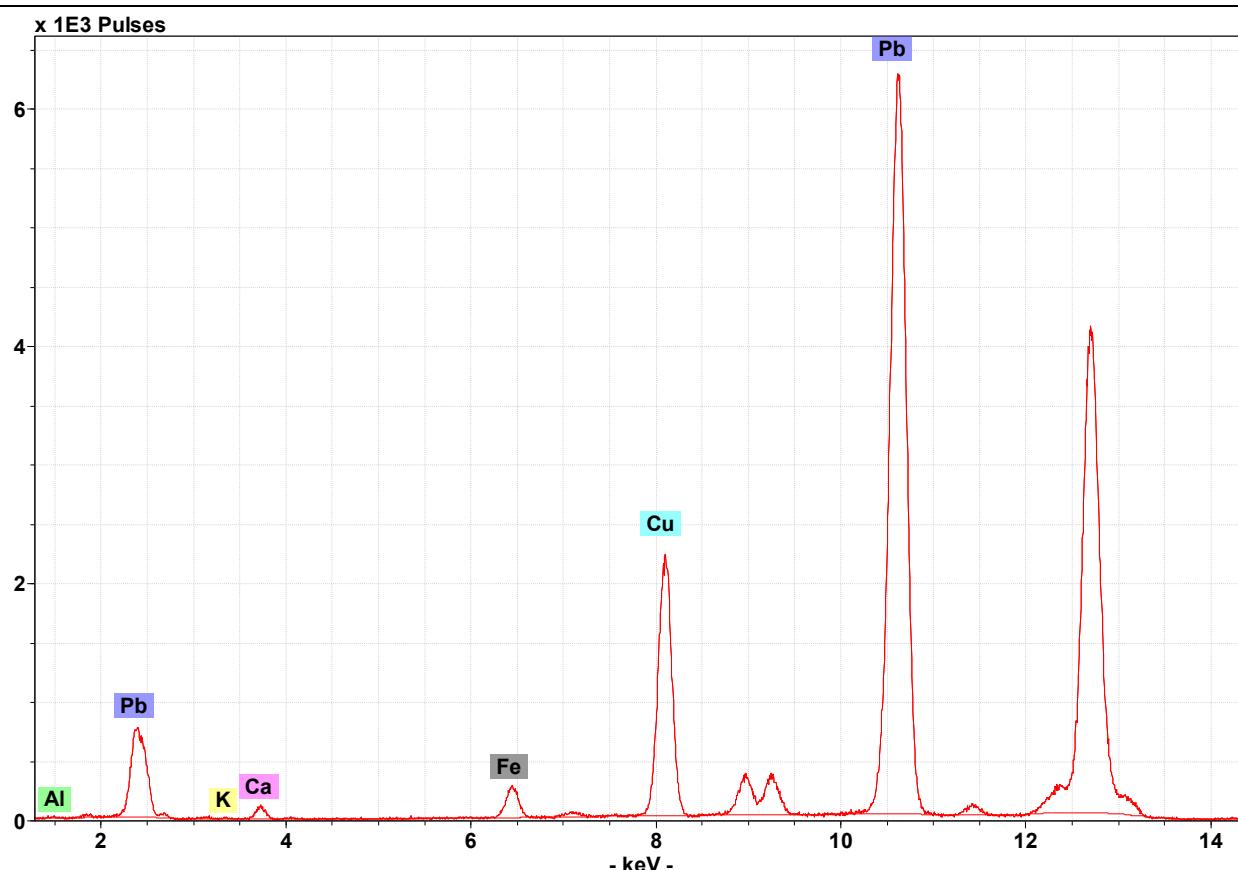
Generale



Particolare (videocamera XRF)



Spettro



Condizioni Operative

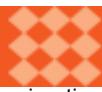
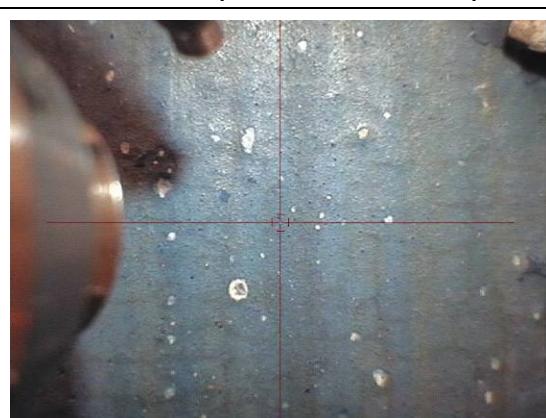
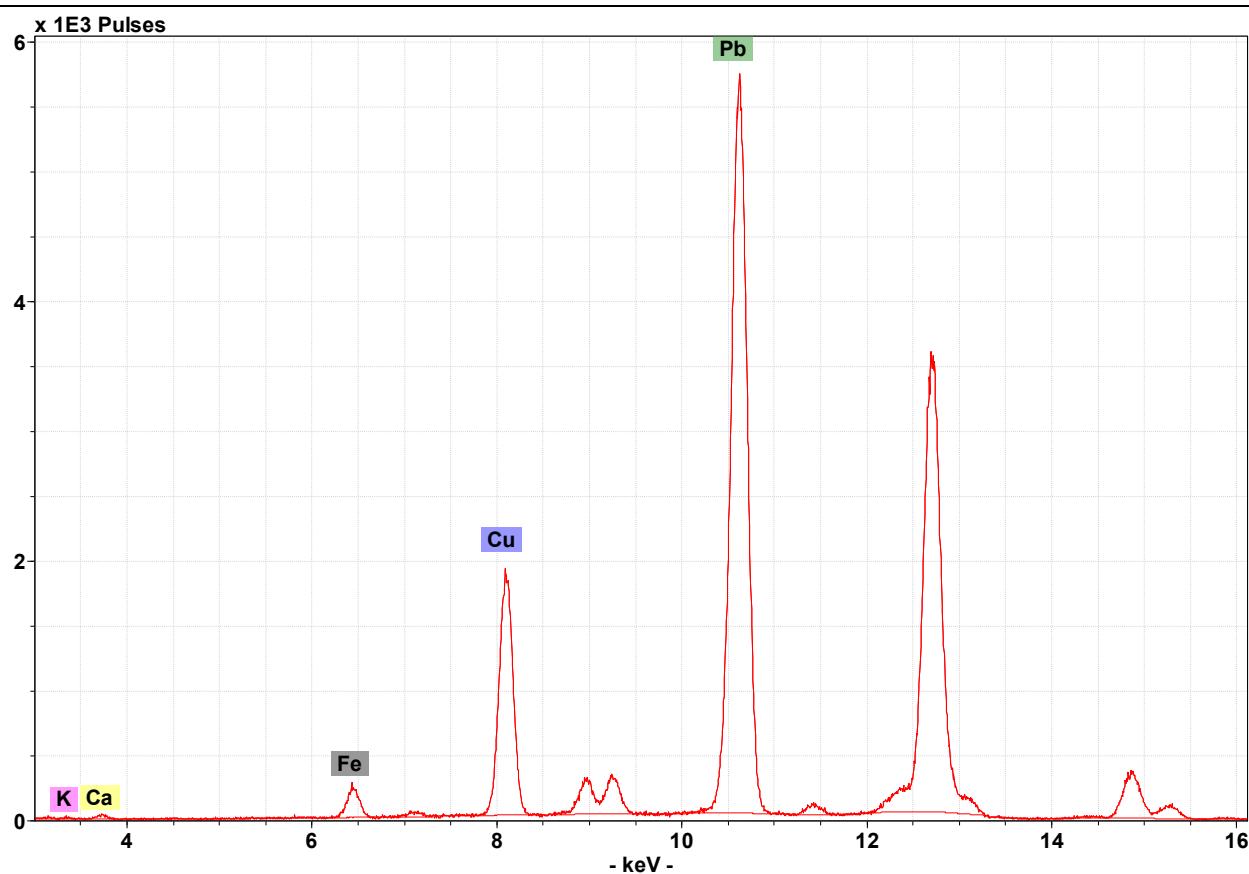
Emax 30 keV, Corrente 1.3 mA, Tempo di acquisizione 60 s, Collimatore 1.5 mm, Flusso di Elio

Elementi Identificati

Pb (6240), Cu (2205), Fe (270), Ca (120), K (Tr), Al (Tr)

Interpretazione dei Risultati

Pigmento a base di biacca e azzurrite. Sebbene i conteggi del ferro non siano elevati, non si esclude la presenza di blu di Prussia.

**PUNTO DI ANALISI: Campitura blu con finitura****N°: 3****Generale****PARTICOLARE (videocamera XRF)****SPETTRO****CONDIZIONI OPERATIVE**

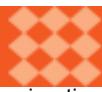
Emax 30 keV, Corrente 1.3 mA, Tempo di acquisizione 60 s, Collimatore 1.5 mm, Flusso di Elio

ELEMENTI IDENTIFICATI

Pb (5695), Cu (1900), Fe (265), Ca (35), K (Tr)

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Non si evidenziano differenze con il punto 2.



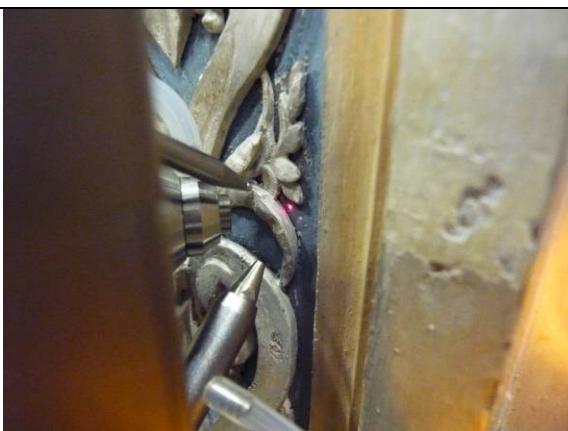
PUNTO DI ANALISI: Area sotto l'intaglio, campitura blu scura		N°: 4
GENERALE	PARTICOLARE (videocamera XRF)	
SPETTRO		
CONDIZIONI OPERATIVE	Emax 30 keV, Corrente 1.3 mA, Tempo di acquisizione 60 s, Collimatore 1.5 mm, Flusso di Elio	
ELEMENTI IDENTIFICATI	Pb (7970), Fe (325), Cu (65), Ca (Tr), K (Tr), Al (Tr)	
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI	Biacca unita ad un pigmento blu non identificato. Sebbene i conteggi del ferro non siano elevati, non si esclude la presenza di blu di Prussia.	



PUNTO DI ANALISI: Lesena laterale, campitura viola

N°: 5

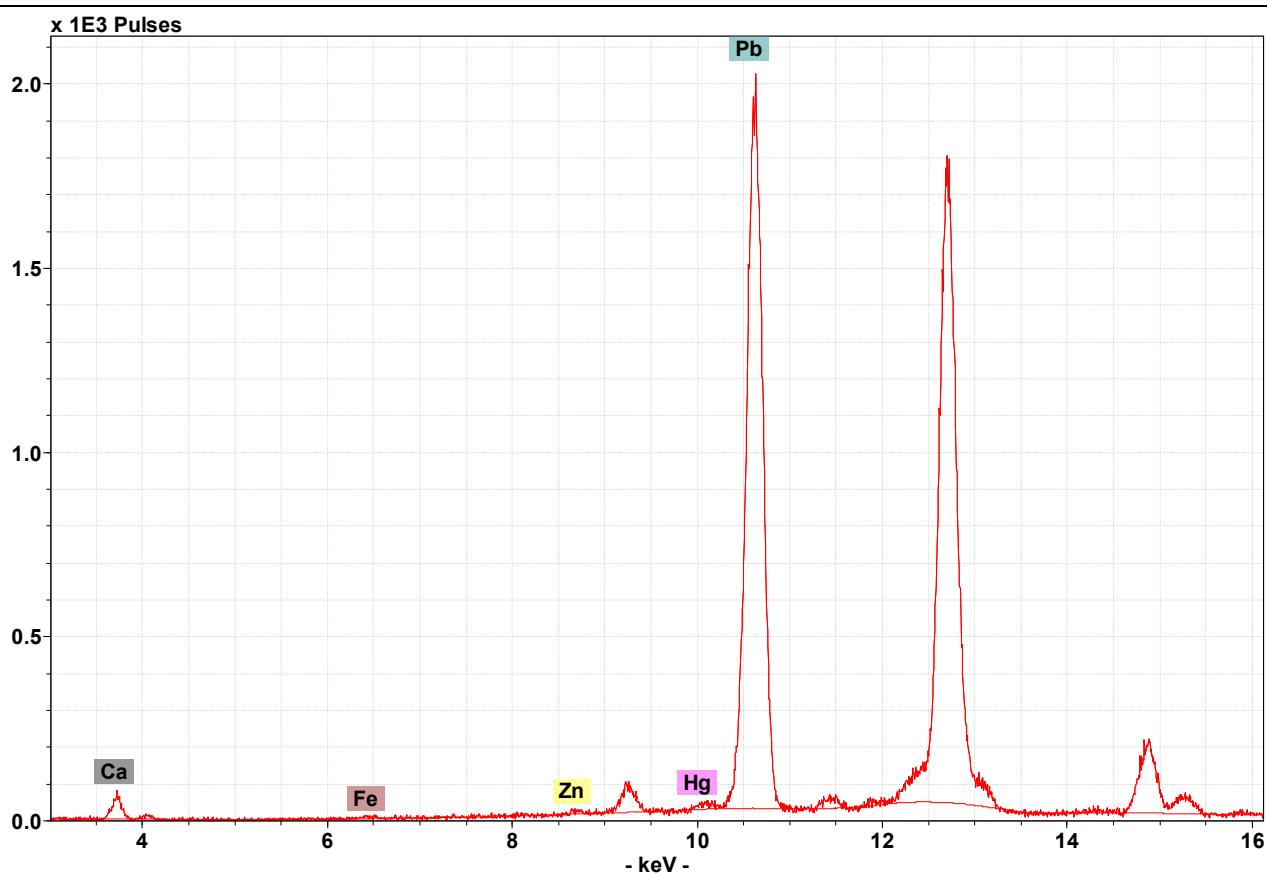
Generale



PARTICOLARE (videocamera XRF)



SPETTRO



CONDIZIONI OPERATIVE

Emax 30 keV, Corrente 1.3 mA, Tempo di acquisizione 60 s, Collimatore 1.5 mm, Flusso di Elio

ELEMENTI IDENTIFICATI

Pb (1995), Ca (80), Hg (Tr), Zn (Tr), Fe (Tr)

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

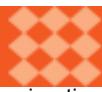
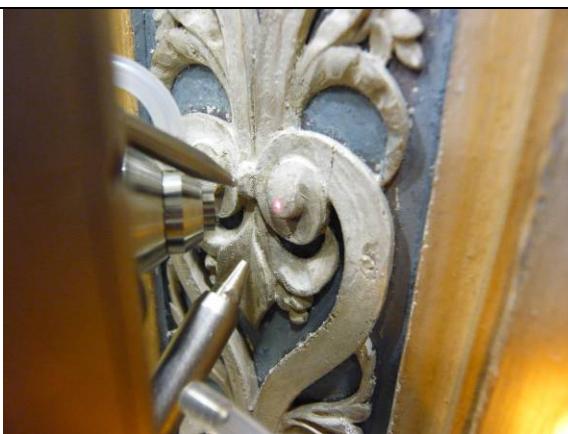
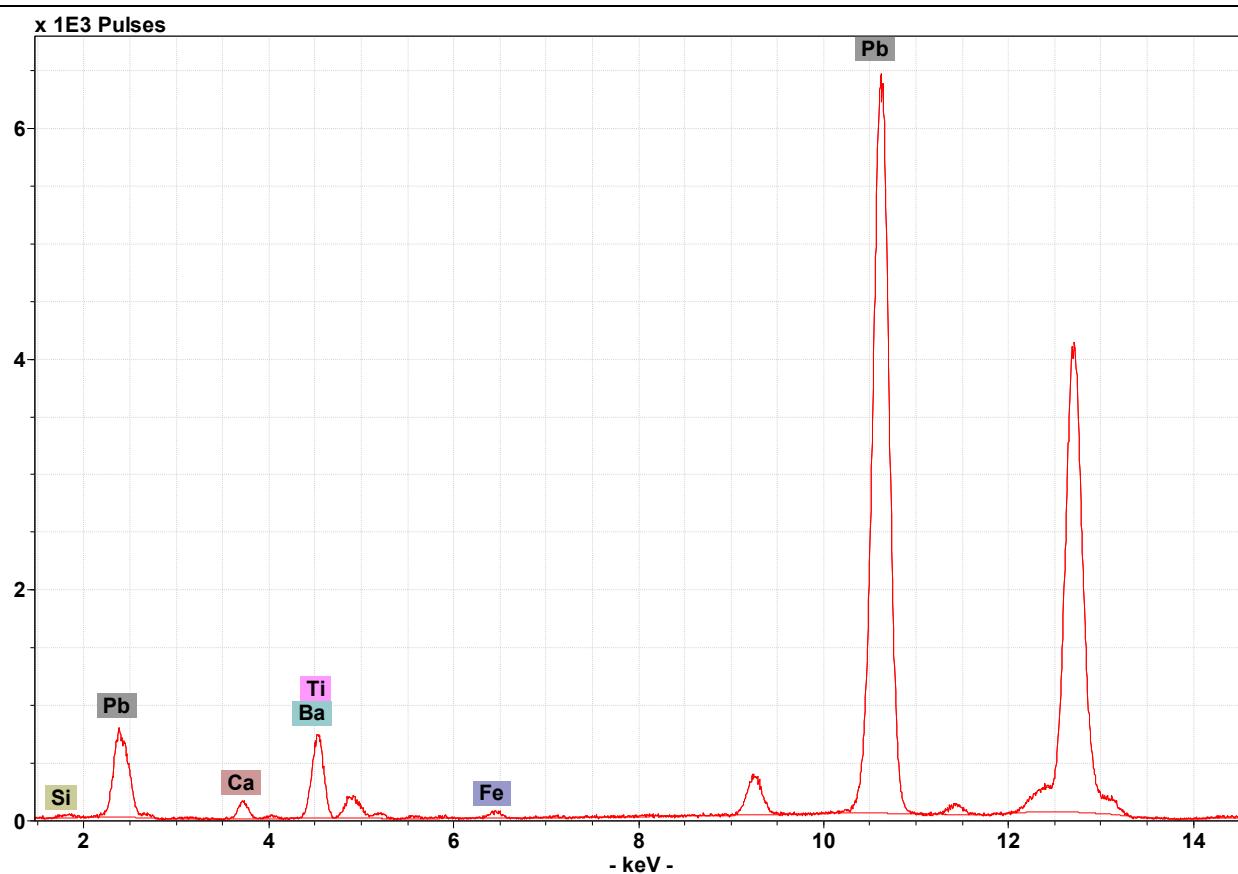
Presenza certa solo del pigmento bianco (biacca). Non si esclude che le tracce di ferro (blu di Prussia) e mercurio (cinabro) unite al pigmento bianco diano la campitura in esame.



PUNTO DI ANALISI: Lesena laterale, campitura azzurra

N°: 6

GENERALE	PARTICOLARE (videocamera XRF)
SPETTRO	
CONDIZIONI OPERATIVE	
Emax 30 keV, Corrente 1.3 mA, Tempo di acquisizione 60 s, Collimatore 1.5 mm, Flusso di Elio	
ELEMENTI IDENTIFICATI	
Zn (2940), Ca (1220), Ba (870), Fe (140), Pb (110), Sr (35), K (35), Si (Tr), Al (Tr), S	
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI	
Pigmento bianco moderno a base di zinco e solfato di bario (litopone) unito a pigmento blu non identificato. Sebbene i conteggi del ferro non siano elevati, non si esclude la presenza di blu di Prussia.	

**PUNTO DI ANALISI: Lesena laterale, intagli, campitura bianca****N°: 7** **GENERALE****PARTICOLARE (videocamera XRF)****SPETTRO****CONDIZIONI OPERATIVE**

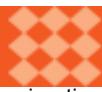
Emax 30 keV, Corrente 1.3 mA, Tempo di acquisizione 60 s, Collimatore 1.5 mm, Flusso di Elio

ELEMENTI IDENTIFICATI

Pb (6405), Ca (160), Fe (65), Si (Tr), Ti, Ba

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Bianco di piombo unito a pigmenti bianchi moderni a base di titanio e bario.



PUNTO DI ANALISI: Lesena laterale, listello, campitura bianca

N°: 8

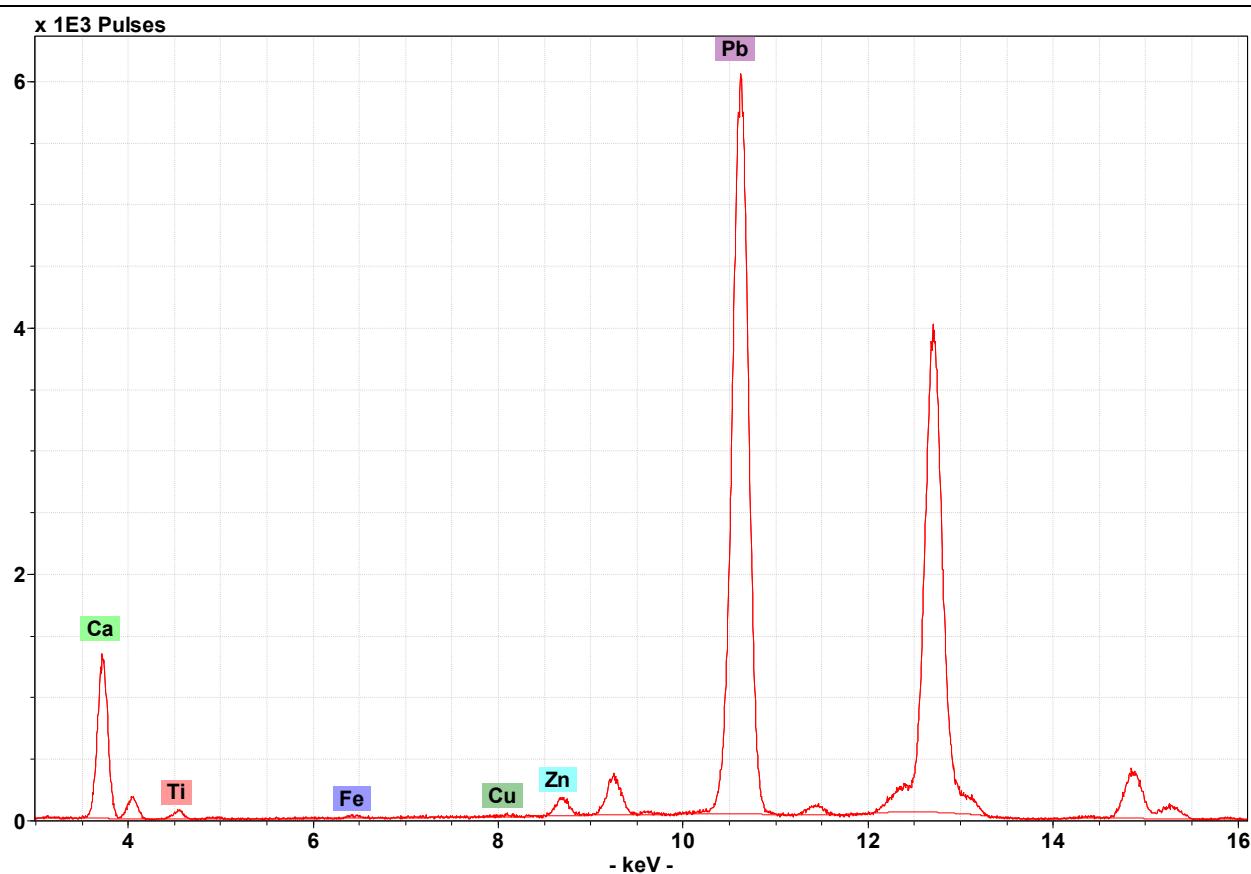
Generale



Particolare (videocamera XRF)



Spettro



CONDIZIONI OPERATIVE

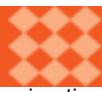
Emax 30 keV, Corrente 1.3 mA, Tempo di acquisizione 60 s, Collimatore 1.5 mm, Flusso di Elio

ELEMENTI IDENTIFICATI

Pb (6010), Ca (1340), Zn (150), Ti (75), Cu (Tr), Fe (Tr)

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

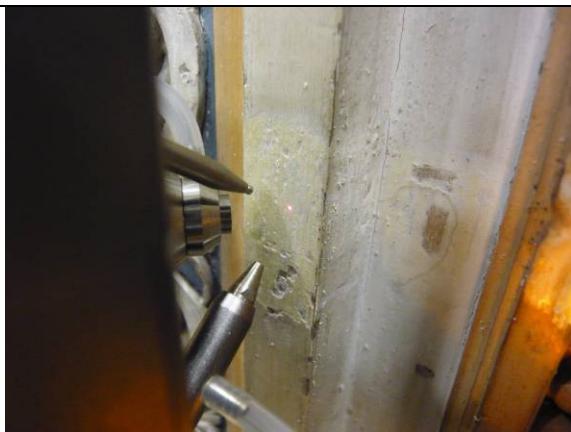
Bianco di piombo. Tracce di bianco di titanio e zinco.



PUNTO DI ANALISI: Lesena laterale, listello, tassello, campitura bianca

N°: 9

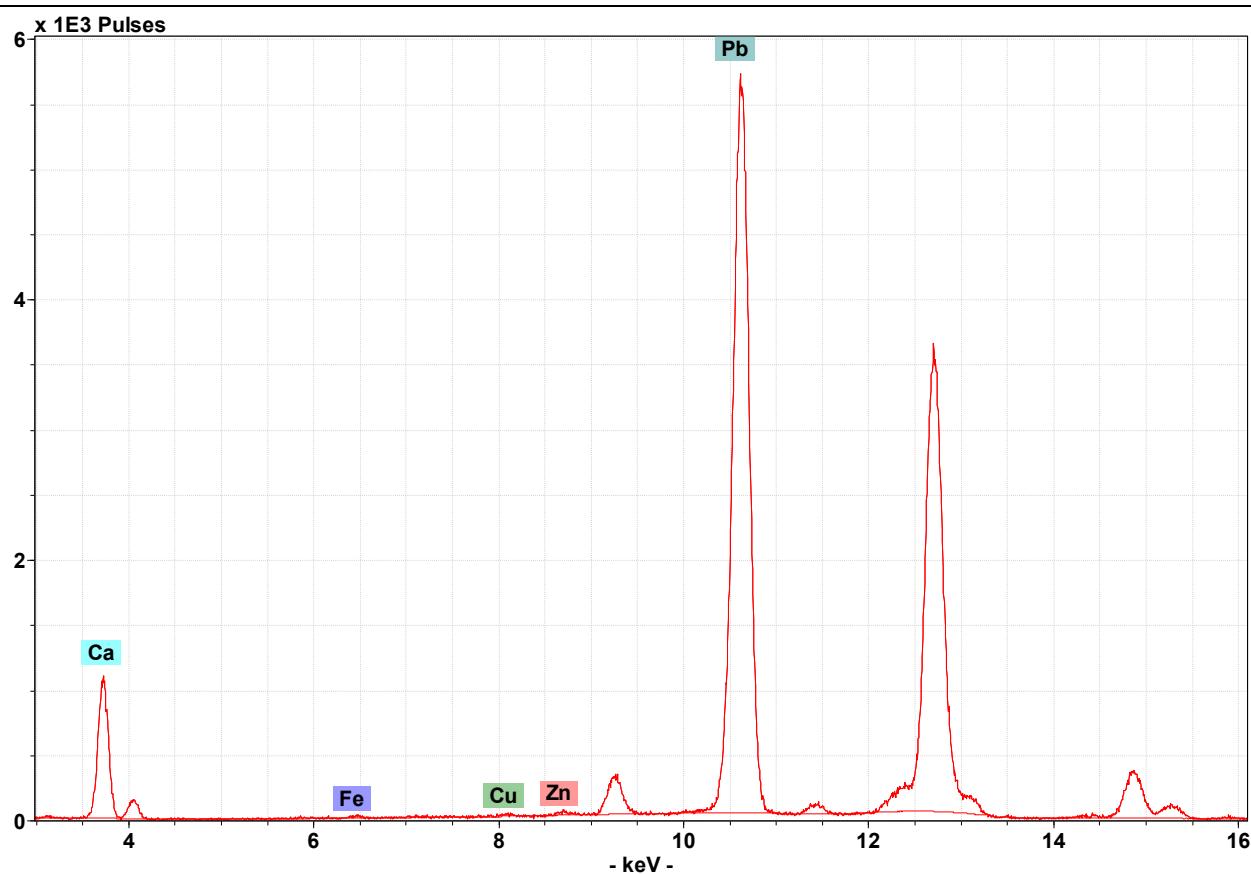
Generale



Particolare (videocamera XRF)



Spettro



Condizioni Operative

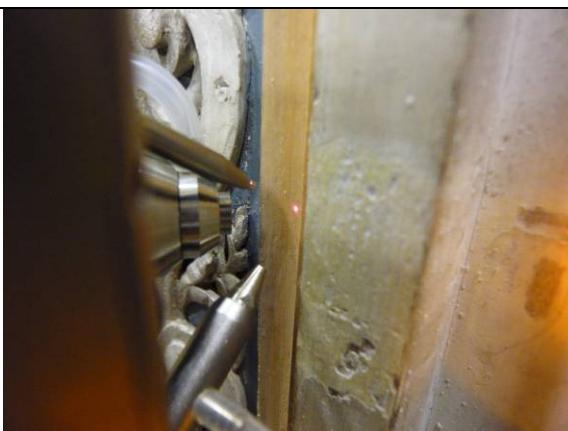
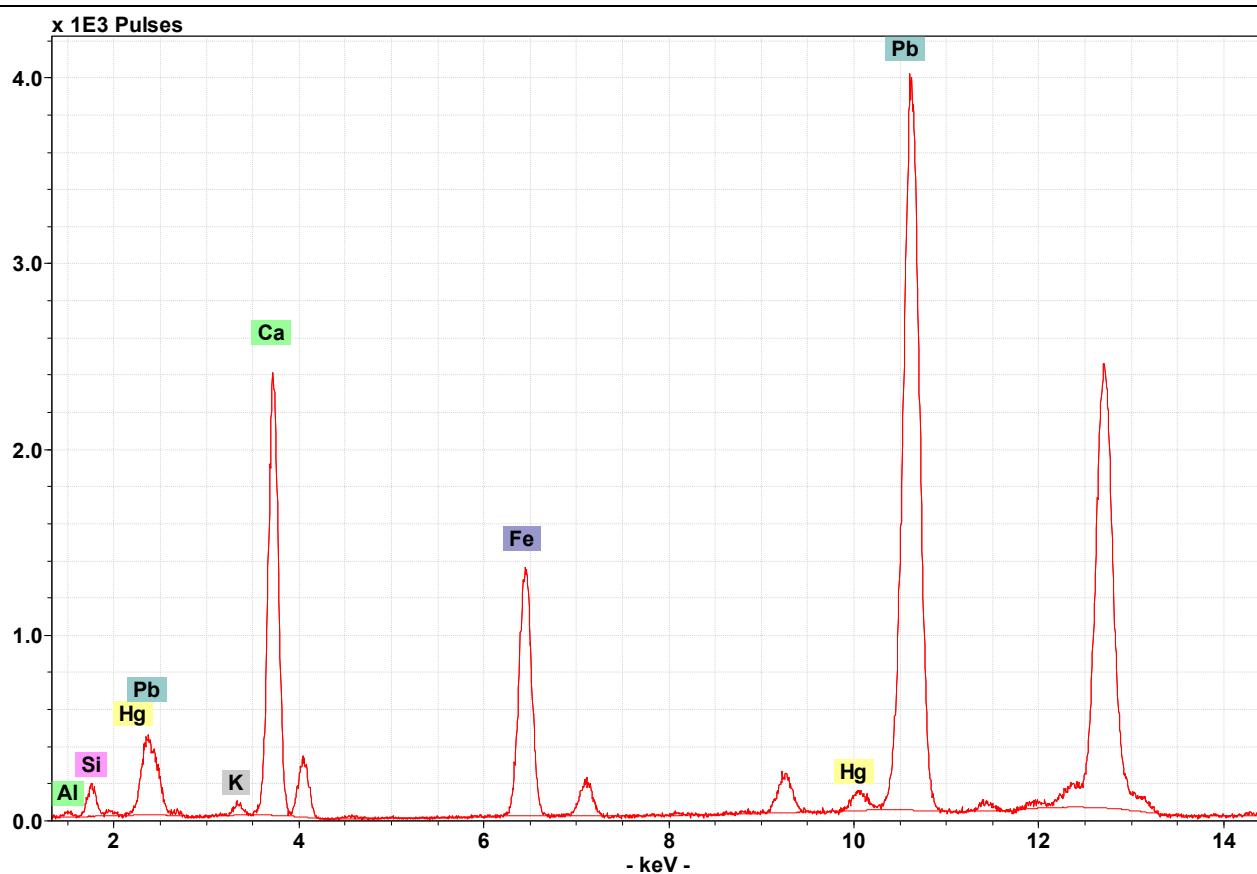
Emax 30 keV, Corrente 1.3 mA, Tempo di acquisizione 60 s, Collimatore 1.5 mm, Flusso di Elio

Elementi Identificati

Pb (5675), Ca (1095), Zn (40), Cu (Tr), Fe (Tr)

Interpretazione dei Risultati

Bianco di piombo.

**PUNTO DI ANALISI: Lesena laterale, listello, tassello, campitura gialla****N°: 10****Generale****PARTICOLARE (videocamera XRF)****SPETTRO****CONDIZIONI OPERATIVE**

Emax 30 keV, Corrente 1.3 mA, Tempo di acquisizione 60 s, Collimatore 1.5 mm, Flusso di Elio

ELEMENTI IDENTIFICATI

Pb (3965), Ca (2385), Fe (1335), Si (180), Hg (110), K (80), Al (Tr)

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

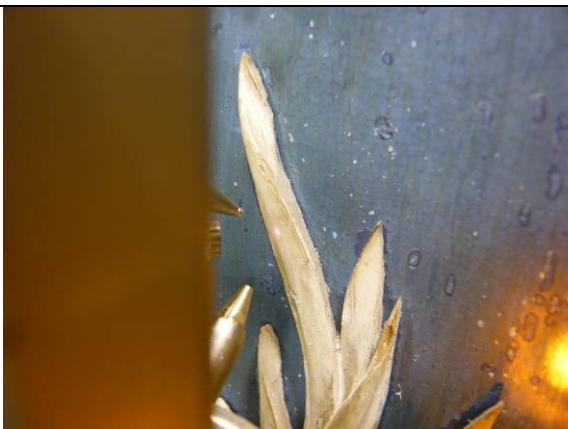
Bianco di piombo, terra e tracce di cinabro.



PUNTO DI ANALISI: Intagli, campitura bianca

N°: 11

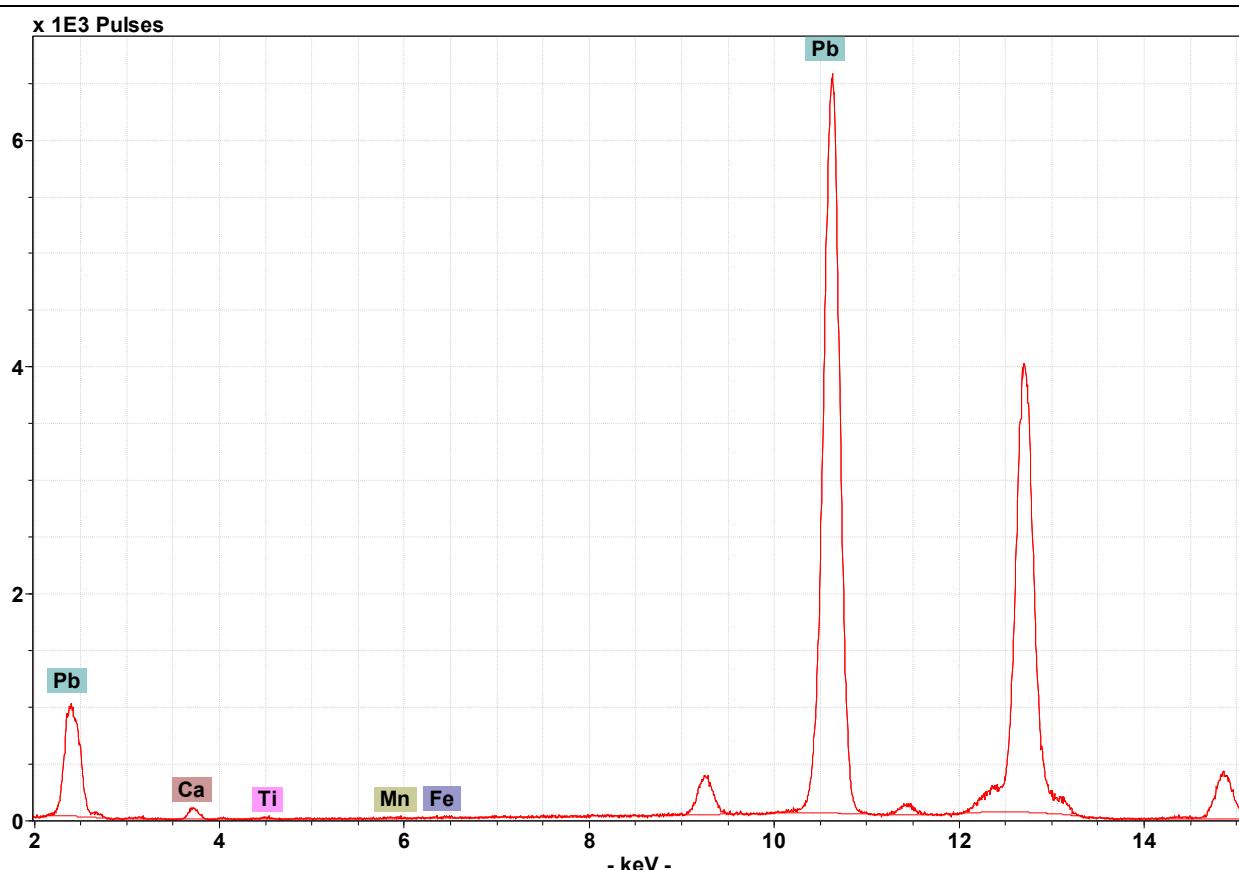
GENERALE



PARTICOLARE (videocamera XRF)



SPETTRO



CONDIZIONI OPERATIVE

Emax 30 keV, Corrente 1.3 mA, Tempo di acquisizione 60 s, Collimatore 1.5 mm, Flusso di Elio

ELEMENTI IDENTIFICATI

Pb (6515), Ca (100), Fe (Tr), Mn (Tr), Ti (Tr)

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Bianco di piombo. Tracce di bianco di titanio.



PUNTO DI ANALISI: Bordo della ribalta, campitura arancione

N°: 12

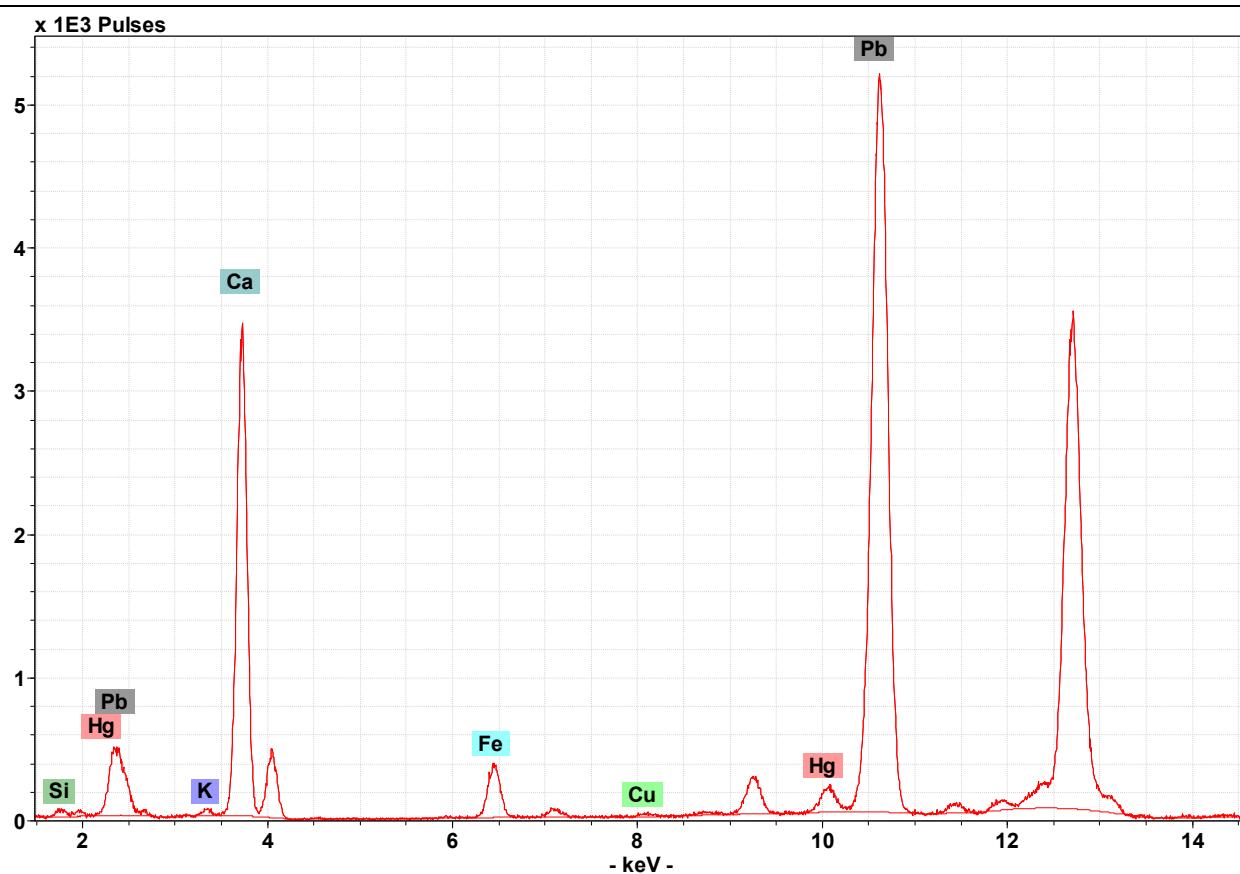
GENERALE



PARTICOLARE (videocamera XRF)



SPETTRO



CONDIZIONI OPERATIVE

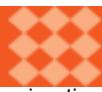
Emax 30 keV, Corrente 1.3 mA, Tempo di acquisizione 60 s, Collimatore 1.5 mm, Flusso di Elio

ELEMENTI IDENTIFICATI

Pb (5160), Ca (3440), Fe (380), Hg (195), Si (55), K (50), Cu (35)

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

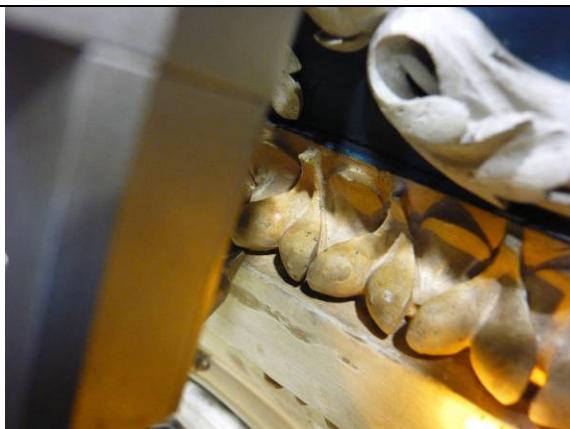
Bianco di piombo, terra e tracce di cinabro.



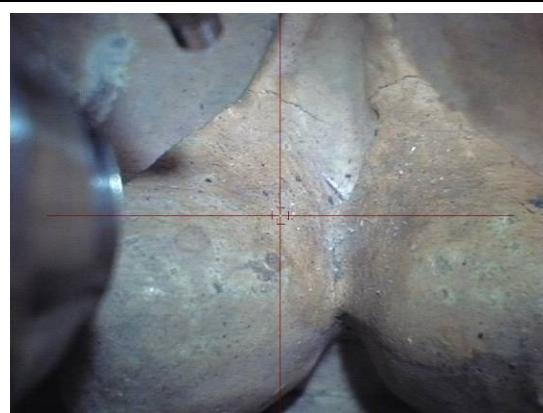
PUNTO DI ANALISI: Cornice, campitura gialla

N°: 13

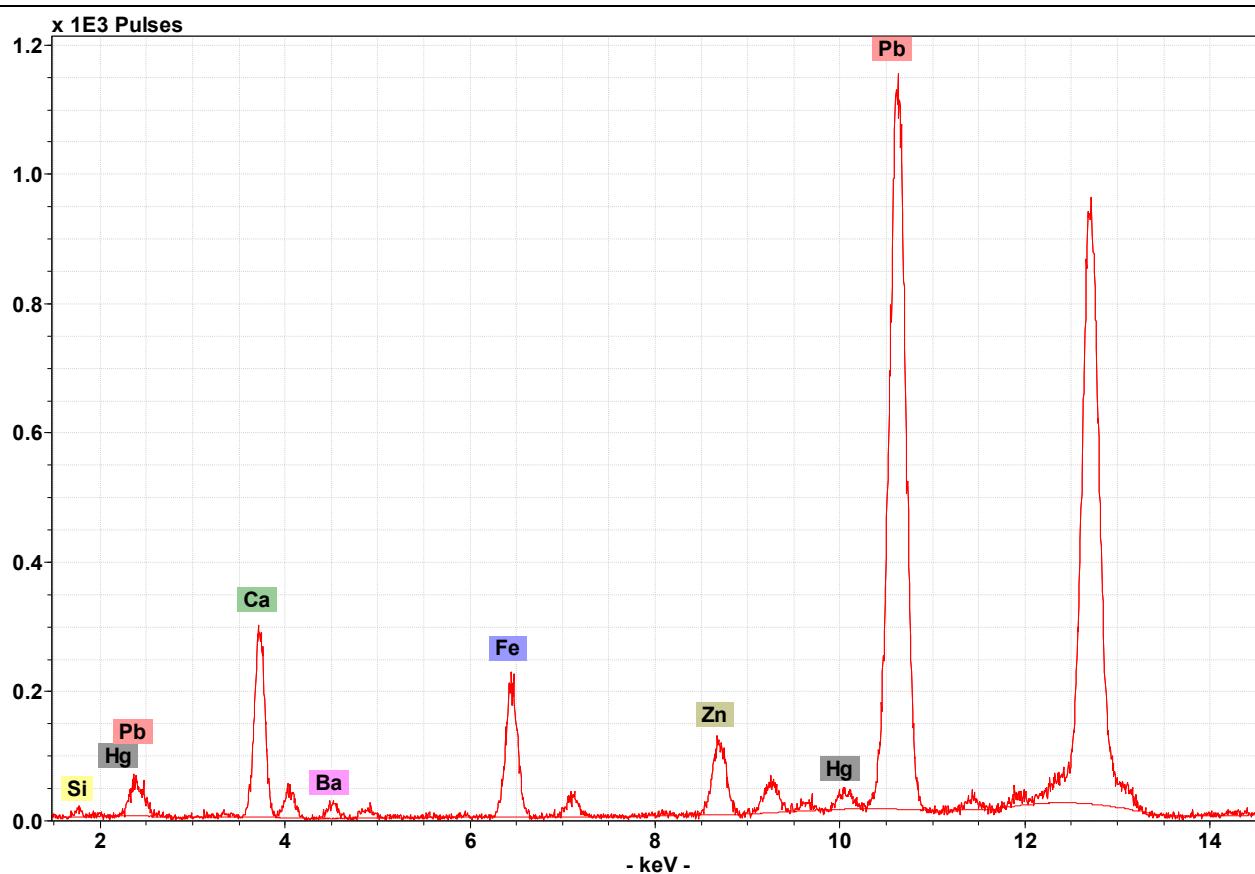
Generale



Particolare (videocamera XRF)



Spettro



CONDIZIONI OPERATIVE

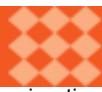
Emax 30 keV, Corrente 1.3 mA, Tempo di acquisizione 60 s, Collimatore 1.5 mm, Flusso di Elio

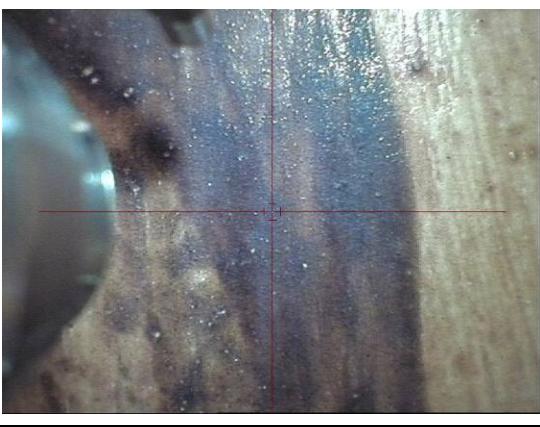
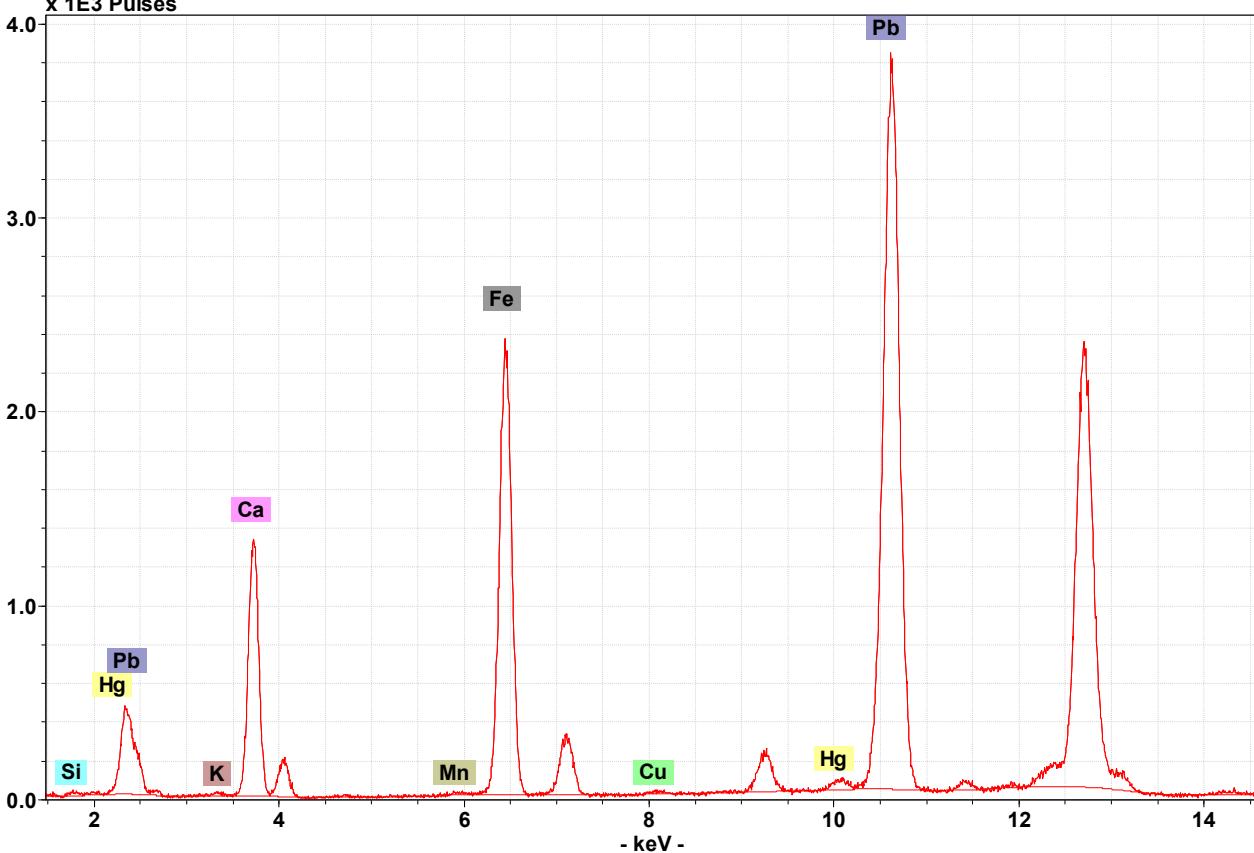
ELEMENTI IDENTIFICATI

Pb (1140), Ca (295), Fe (225), Zn (120), Hg (35), Ba (Tr), Si (Tr)

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Bianco di piombo, terra, tracce di cinabro e di litopone (bianco a base di zinco e bario).



PUNTO DI ANALISI: Anta sinistra, interno, campitura marrone		N°: 14
GENERALE	PARTICOLARE (videocamera XRF)	
		
SPETTRO		
CONDIZIONI OPERATIVE	Emax 30 keV, Corrente 1.3 mA, Tempo di acquisizione 60 s, Collimatore 1.5 mm, Flusso di Elio	
ELEMENTI IDENTIFICATI	Pb (3800), Fe (2355), Ca (1320), Hg (60), Si (35), Cu (Tr), Mn (Tr), K (Tr)	
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI	Bianco di piombo, terra e tracce di cinabro.	



PUNTO DI ANALISI: Ribalta, medaglione centrale, campitura azzurra		N°: 15																								
GENERALE	PARTICOLARE (videocamera XRF)																									
SPETTRO																										
<p>x 1E3 Pulses</p> <p>- keV -</p> <table border="1"><caption>Approximate peak data from the XRF spectrum</caption><thead><tr><th>Element</th><th>Energy (keV)</th><th>Intensity (x 1E3 Pulses)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Al</td><td>~2.2</td><td>~0.5</td></tr><tr><td>Pb</td><td>~2.5</td><td>~1.0</td></tr><tr><td>K</td><td>~3.5</td><td>~0.2</td></tr><tr><td>Ca</td><td>~3.8</td><td>~0.5</td></tr><tr><td>Fe</td><td>~6.5</td><td>~0.3</td></tr><tr><td>Pb</td><td>~10.5</td><td>~10.0</td></tr><tr><td></td><td>~12.5</td><td>~5.0</td></tr></tbody></table>			Element	Energy (keV)	Intensity (x 1E3 Pulses)	Al	~2.2	~0.5	Pb	~2.5	~1.0	K	~3.5	~0.2	Ca	~3.8	~0.5	Fe	~6.5	~0.3	Pb	~10.5	~10.0		~12.5	~5.0
Element	Energy (keV)	Intensity (x 1E3 Pulses)																								
Al	~2.2	~0.5																								
Pb	~2.5	~1.0																								
K	~3.5	~0.2																								
Ca	~3.8	~0.5																								
Fe	~6.5	~0.3																								
Pb	~10.5	~10.0																								
	~12.5	~5.0																								
CONDIZIONI OPERATIVE																										
Emax 30 keV, Corrente 1.3 mA, Tempo di acquisizione 60 s, Collimatore 1.5 mm, Flusso di Elio																										
ELEMENTI IDENTIFICATI																										
Pb (7315), Ca (445), Fe (70), K (Tr), Al (Tr)																										
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI																										
Bianco di piombo unito a pigmento blu non identificato. Sebbene i conteggi del ferro non siano elevati, non si esclude la presenza di blu di Prussia.																										

**TABELLA RIASSUNTIVA**

	Ca	Pb	Cu	Fe	Sr	S	K	Al	Hg	Zn	Ba	Si	Ti	Mn
01	2415	1195	290	90	Tr	x	Tr							
02	120	6240	2205	270			Tr	Tr						
03	35	5695	1900	265			Tr							
04	Tr	7970	65	325			Tr	Tr						
05	80	1995		Tr					Tr	Tr				
06	1220	110		140	35	x	35	Tr		2940	870	Tr		
07	160	6405		65						x	Tr	x		
08	1340	6010	Tr	Tr						150			75	
09	1095	5675	Tr	Tr						40				
10	2385	3965		1335			80	Tr	110			180		
11	100	6515		Tr								Tr	Tr	
12	3440	5160	35	380			50		195			55		
13	295	1140		225					35	120	Tr	Tr		
14	1320	3800	Tr	2355			Tr		60			35		Tr
15	445	7315		70			Tr	Tr						

COMMENTI

Si evidenziano tracce di interventi recenti, soprattutto nei bianchi.

Dal confronto con le analisi invasive risulta una successione stratigrafica differente da quella che si può ricavare con la tecnica XRF. Si osserva infatti la seguente successione:
strato 4: biacca e ferro (blu di Prussia)

strato 3: finitura

strato 2: biacca e rame (azzurrite)

strato 1: gesso

La motivazione di questa apparente incongruenza è probabilmente dovuta a due fattori. Il primo è che l'elevato potere coprente del blu di Prussia, che si traduce in una sua limitata presenza nella campitura, non ne permette una chiara identificazione (la sua presenza è tuttavia confermata dagli spettri FTIR). La seconda motivazione risiede nel fatto che probabilmente durante l'apertura del tassello è stata rimossa anche parte della stesura azzurra a base di rame (strato 2), fatto che si è tradotto in una minore presenza di tale pigmento nella campitura e una conseguente riduzione nei conteggi di rame, cosa che non si verifica invece sul punto di esame 2 dove vengono analizzati, dato il potere penetrante dei raggi X, tutti gli strati.