

Saverio Lomartire

«Tabula ornata lapidibus diversorum colorum»

La legatura preziosa del Codice C
nel Museo del Tesoro del Duomo di Vercelli



VIELLA

Saverio Lomartire

«Tabula ornata lapidibus
diversorum colorum»

La legatura preziosa del Codice C
nel Museo del Tesoro del Duomo di Vercelli

viella

Copyright © 2015 – Viella s.r.l.; Fondazione Museo del Tesoro del Duomo e Archivio Capitolare di Vercelli

Copyright © 2015 – Saverio Lomartire, Timoty Leonardi, Angelo Agostino, Maurizio Acceto, Gaia Fenoglio, Lorenza Operti, Giorgio Buffa, Simonetta Sampò per i rispettivi scritti.

Tutti i diritti riservati

Prima edizione: dicembre 2015

ISBN 978-88-6728-590-7

Coordinamento redazionale: Timoty Leonardi.

Pubblicazione finanziata nell'ambito del Progetto MEMIP/09: *Medieval Enamels, Metalwork and Ivories in Piedmont: art-historical and scientific methods for evaluation*, Regione Piemonte, Bando Regionale per progetti di ricerca in materia di Scienze umane e sociali per l'anno 2008 (D.D. n. 151 del 7/08/2009); Università degli Studi del Piemonte Orientale - Vercelli e Alessandria; Fondazione Museo del Tesoro del Duomo e Archivio Capitolare - Vercelli.

È vietata la riproduzione, anche parziale, di immagini, testi o contenuti senza autorizzazione scritta dell'editore o degli aventi diritto.

Ringraziamenti:

Gionata Brusa, Massimiliano Caldera, Simonetta Castronovo, Anna Cerutti, Fabrizio Crivello, Silvia Faccin, Carlo Federici, Flavia Fiori, Simona Gavinelli, Sara Minelli, Alessandro Pacini, Enzo Pozzolo, Abigail Quandt, Winfried Rudolf, Carmela Sirello, Giorgio Tibaldeschi, Paola Venturelli.



viella

libreria editrice

via delle Alpi 32

I-00198 ROMA

tel. 06 84 17 75 8

fax 06 85 35 39 60

www.viella.it

Indice

<i>Premessa</i>	7
1. <i>Vicende</i>	15
2. <i>Descrizione e considerazioni sulle tecniche esecutive</i>	23
3. <i>La vicenda critica</i>	85
4. <i>Considerazioni conclusive. Questioni cronologiche e geografiche</i>	93
APPENDICI	
<i>Evangelistario Codice C di Timoty Leonardi</i>	121
<i>Caratterizzazione chimica della coperta del Codice C</i> di Angelo Agostino, Maurizio Aceto, Gaia Fenoglio, Lorenza Operti	125
<i>Osservazioni sulla caratterizzazione dell'essenza lignea della legatura del Codice C mediante l'impiego di tecniche di indagine non invasive</i> di Giorgio Buffa, Simonetta Sampò	163
Bibliografia	167
Referenze fotografiche	179

ANGELO AGOSTINO, MAURIZIO ACETO, GAIA FENOGLIO,
LORENZA OPERTI

Caratterizzazione chimica della coperta del Codice C

1. Introduzione

Se è vero che il valore culturale di un'opera d'arte si apprezza principalmente dal punto di vista estetico mediante l'analisi autoptica, al tempo stesso è possibile apprezzare caratteristiche importanti attraverso un approccio diagnostico all'opera. Infatti, l'analisi chimica è spesso il modo migliore per avere informazioni sull'impiego dei materiali nella manifattura di un'opera, sulla sua provenienza, lo stato di conservazione e gli eventuali ritocchi o trattamenti di restauro. Pertanto il livello di conoscenza che si può ottenere attraverso l'analisi chimica incrementa sicuramente il valore culturale del bene.

Naturalmente, la diagnostica su opere del valore della legatura di Vercelli va affrontata privilegiando per quanto possibile l'applicazione di tecniche analitiche non invasive, ovvero che non richiedano il prelievo di campione e possano essere impiegate *in situ* mediante strumentazioni portatili. Questo è possibile se si realizzano condizioni di particolare stabilità nell'effettuazione delle misure. Nel caso presente, la disponibilità di tali strumentazioni e le condizioni ambientali hanno permesso di raccogliere numerose informazioni utili alla conoscenza dell'oggetto. Inoltre, il prelievo di quantità microscopiche di materiale riempitivo dai due piatti della legatura ha ulteriormente allargato il campo d'informazione attraverso l'impiego di tecniche invasive e distruttive assai più potenti (vedi nota 48).

Nello studio diagnostico sulla legatura di Vercelli sono state impiegate in maniera complementare tecniche di analisi elementare e di analisi molecolare, allo scopo di investigare i seguenti punti di interesse:

- la natura delle gemme presenti sul piatto aureo e la loro origine, mediante l'applicazione *in situ* di spettroscopia Raman, spettrofotometria UV-visibile in riflettanza diffusa o FORS, spettrometria a fluorescenza di raggi X o XRF e microscopia ottica;
- la composizione degli smalti e vetri cloisonné presenti sul piatto aureo e la loro adesione sull'oro, mediante l'applicazione *in situ* di spettrometria XRF, spettrofotometria FORS e microscopia ottica;
- la composizione delle lamine in metallo nobile dei due piatti, mediante l'applicazione *in situ* di spettrometria XRF e microscopia ottica;

- la composizione dei materiali riempitivi impiegati per fissare le placche in smalti *cloisonné* sul piatto in oro e la figura centrale sul piatto in argento; in questo caso soltanto la spettrometria XRF è stata applicata *in situ*, mentre altre tecniche sono state impiegate in laboratorio per l'analisi dei microprelievi di adesivo.

Vista la natura polimerica del manufatto, è difficile descrivere condizioni generali di analisi. Pertanto, l'analisi delle varie parti che lo compongono sarà dettagliata caso per caso. In particolare, si ribadisce il fatto che gemme, smalti e vetri e lamine metalliche sono stati analizzati *in situ* in modalità totalmente non invasiva, mentre i materiali riempitivi sono stati analizzati in modalità invasiva a partire dai microprelievi, eccezion fatta per l'analisi con spettrometria XRF.

2. Materiali e metodi

2.1. Spettroscopia Raman

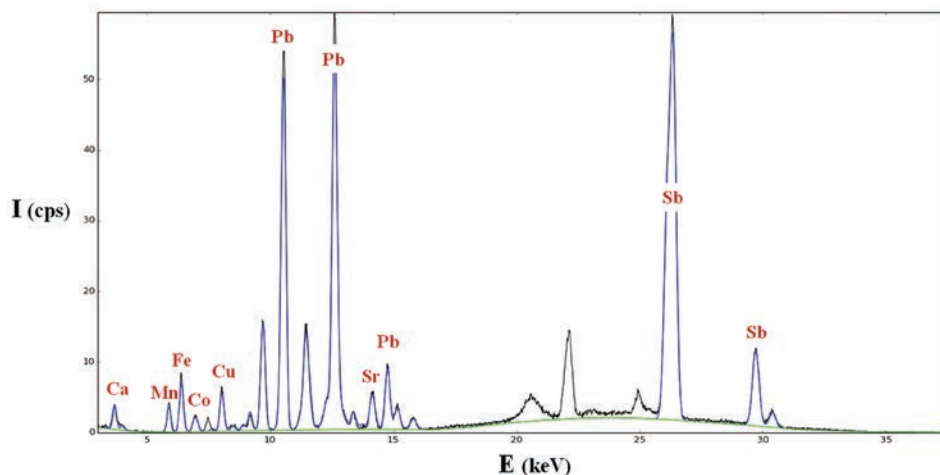
La spettroscopia Raman¹ è una tecnica ampiamente utilizzata in gemmologia per l'identificazione delle pietre, in quanto essa fornisce un'impronta digitale da ogni materiale analizzato ed è quindi possibile identificare con grandissima affidabilità le fasi minerali presenti in una gemma.

2.2. Spettrofotometria UV-visibile in riflettanza diffusa con fibre ottiche (FORS)

La tecnica FORS² è stata impiegata nell'analisi di materiali colorati in quanto permette di avere informazioni sul colore degli oggetti investigati o, più esattamente,

1. Nell'analisi delle gemme della legatura di Vercelli, gli spettri Raman sono stati ottenuti con uno spettrometro portatile dispersivo modello System 100 della ditta Renishaw (Old Town, Wotton-under-Edge, UK). Lo strumento è composto da un monocromatore a reticolo con 1200 linee/mm; un rivelatore CCD raffreddato Peltier; due sorgenti laser (513.8 e 632.8 nm); due sonde collegate alle rispettive sorgenti laser, dotate di telecamera a colori per l'analisi visuale del punto di campionamento e di obiettivo da microscopio (10×, 50× e 80× a lunga distanza focale); fibre ottiche per portare le radiazioni laser sul campione e le radiazioni Raman allo spettrometro. Il sistema è gestito via PC attraverso il software Wire in ambiente Grams/32. Per ottenere un posizionamento accurato delle sonde rispetto al campione, la sonda in utilizzo è collocata su uno stage motorizzato fissato ad un treppiede, che permette movimenti micrometrici sui tre assi. Gli spettri sono stati collezionati con un tempo di acquisizione di 10-240 secondi a seconda delle proprietà di diffusione Raman dei campioni analizzati; le misure ottenute sono la media di 3-5 scansioni. L'area di analisi varia, a seconda dell'obiettivo impiegato, nell'intervallo 100-5 μm^2 .

2. Lo strumento FORS impiegato è costituito da uno spettrofotometro Avantes (Apeldoorn, Olanda) modello AvaSpec-ULS2048XL-USB2 e una sorgente tungsteno-alogena AvaLight-HAL-S-IND, entrambi collegati ad una sonda mediante una fibra ottica ramificata FCR-7UV200-2-1,5×100. La sonda, con geometria 45°/45° per escludere la componente speculare, consente di illuminare l'area di analisi con un angolo di 45° e raccogliere la radiazione retrodiffusa sullo stesso asse. L'intervallo di sensibilità dello spettrofotometro è compreso tra 200 e 1160 nm; in base alle caratteristiche del monocromatore (fenditura da 50 μm , reticolo con 300 linee/mm) e del rivelatore (2048 pixels) si ha una risoluzione di 2,4 nm FWHM. Gli spettri di riflettanza sono stati misurati rispetto a uno standard WS-2 (Avantes) garantito come perfetto diffusore al 98% per tutto l'intervallo di misura considerato. L'area investigata sul campione ha un diametro di 1 mm. In tutte le misure, la distanza tra sonda e campione è stata mantenuta costante a 0 mm. Per visualizzare l'area investigata sul cam-



111. Esempio di spettro di analisi XRF.

sul meccanismo che lo genera; in questo studio è stata impiegata nella caratterizzazione del colore degli smalti *cloisonné* e per coadiuvare l'identificazione delle gemme.

2.3. Spettrometria a fluorescenza di raggi X (XRF)

La spettrometria XRF³ permette di individuare la composizione degli elementi presenti in un materiale per mezzo di raggi X a bassa potenza. A loro volta gli elementi presenti nel materiale generano l'emissione di raggi X caratteristici che li identificano in maniera univoca. L'analisi, come detto, fornisce dati di carattere elementare che si esplicitano in grafici o spettri in cui le intensità degli elementi chimici, presenti nel materiale, si distribuiscono lungo una scala di energie, definendone esplicitamente la presenza e implicitamente la quantità (Fig. 111).

pione, la sonda contiene un endoscopio digitale collegato al PC via USB. Le condizioni strumentali sono state le seguenti: 10 ms di integrazione, 100 acquisizioni per un totale di 1 s per ogni spettro. Il sistema è gestito tramite il software dedicato AvaSoft v. 8 in ambiente Windows 7.

3. L'analisi è stata effettuata con un spettrometro EDXRF Thermo NITON (USA) modello XL3T-900- GOLDD, dotato di un target di argento e di un Large area silicon drift detector (SDD) con una risoluzione energetica di 136 eV calcolata a 5.9 keV. La geometria usata è 30°/30°, con una distanza di lavoro di 2 mm sulla normale al piano detector/sorgente e uno spot, sul campione, di 1, 3 o 8 mm di diametro. Il punto di analisi, e la dimensione dell'area irraggiata, è visualizzato mediante una videocamera CCD. Il tempo totale di analisi è stato fissato a 240 secondi suddiviso in 4 frazioni di 60 secondi ciascuna, in cui le condizioni operative sono modificate per ottimizzare la risposta strumentale ai diversi intervalli energetici (high: 50 keV, 50 μ A, filtro Mo; main: 40 keV, 50 μ A, filtro Fe/Al; low: 20 keV, 95 μ A, filtro Cu; light: 6 keV, 95 μ A, senza filtro). Gli spettri ottenuti sono stati processati con il software commerciale WinAxil, derivato dal software accademico IAEA. Lo strumento è mantenuto in posizione con uno stage che consente movimenti micrometrici in modo da raggiungere la distanza ottimale tra sonda e campione. Tutti i dati ottenuti sono stati comparati con l'acquisizione di un fondo con lo stesso live time e con degli standard di calibrazione (NIST).

2.4. *Microscopia ottica*

Le immagini digitali ad alto ingrandimento possono fornire dettagli molto interessanti, utili sia per interpretare meglio i risultati dell'analisi chimica, sia per valutare la manifattura dell'oggetto.⁴

2.5. *Spettrofotometria infrarossa di assorbimento in Trasformata di Fourier (FT-IR)*

La spettrofotometria IR in trasformata di Fourier o FT-IR⁵ è una tecnica ampiamente utilizzata in ambito scientifico per la sua ampia applicabilità. Il suo potenziale diagnostico è inferiore a quello della spettroscopia Raman, nondimeno fornisce risposte utili da un range più esteso di materiali. Nell'analisi della legatura di Vercelli, la tecnica FT-IR è stata impiegata in via preliminare per la caratterizzazione dei materiali riempitivi delle due tavole.

2.6. *Diffrazione di raggi X*

L'analisi in diffrazione di raggi X permette di ottenere informazioni sulla natura strutturale di fasi minerali presenti nei campioni analizzati. La peculiarità della tecnica si fonda sul principio per il quale una radiazione elettromagnetica di opportuna lunghezza d'onda può interagire con un reticolo ordinato generando figure di interferenza che forniscono accurate informazioni sul reticolo stesso.⁶ Questo è ciò che accade nell'interazione tra raggi X aventi lunghezza d'onda di qualche Ångström e il reticolo cristallino dei minerali aventi dimensionalità analoga. Ciò permette di ottenere un'informazione definita e univoca della composizione di qualsiasi fase minerale in maniera estremamente accurata.

4. Nel presente studio è stato impiegato un sistema di visualizzazione Lumenera (Ottawa, Canada) modello Infinity Lite, dotato di videocamera con 1.5 MPixel e sensore CMOS, collegato ad uno zoom Navitar (Rochester, NY, USA) modello Zoom 6000 che permette un ingrandimento nel range 10×-80×. L'illuminazione del campione è ottenuta mediante un sistema ad anello di LED Opto Engineering (Mantova, Italia) modello LT RN 23/W, che fornisce una luce bianca molto fredda e perciò non causa riscaldamento dell'oggetto in studio.

5. Gli spettri FT-IR sono stati ottenuti con uno spettrofotometro Bruker (Bruker Optics Inc., Ettlingen, Germania) modello Equinox 55, avente risoluzione spettrale 2 cm⁻¹. Gli spettri risultano da accumulazioni di 100 scansioni. Le analisi sono state eseguite con la modalità classica, ovvero inglobando una piccola quantità di campione (25 mg circa) in una pastiglia di KBr anidro.

6. Le analisi XRD sono state effettuate con un diffrattometro Bragg-Brentano PANALYTICAL X'PERT, equipaggiato con un anodo in rame e un Ultrafast™ detector, alle condizioni operative di 40 kV e 30 mA, con passo di misura di 0,002° 2θ e 30 secondi per step. Tutti i campioni sono stati analizzati con una piccola preparazione preliminare che prevedeva una fase di macinatura, per cui nell'analisi del dato si è tenuto conto anche di un possibile effetto di orientazione preferenziale da parte di determinate serie di piani cristallografici.

2.7. Gascromatografia-Spettrometria di Massa (GC-MS)

La tecnica cromatografica GC-MS⁷ è stata impiegata per lo studio degli adesivi delle due tavole. Si tratta di una tecnica molto potente che permette di separare e identificare selettivamente i componenti di una miscela; nel caso presente, essendo gli adesivi una miscela di almeno tre macrocomponenti, a loro volta composti da decine di molecole, l'applicazione di una tecnica separativa è obbligatoria. La tecnica GC-MS è idonea alla separazione di composti volatili; tuttavia, le indicazioni della letteratura scientifica e dei trattati medievali, soprattutto Teofilo nel suo *De diversis artibus*,⁸ puntano chiaramente alla presenza negli adesivi di cera d'api e di resine ricavate da piante di varia natura, ovvero di materiali con caratteristiche di volatilità intermedie. Pertanto, nell'analisi è stato adattato un metodo di trattamento dei campioni descritto nei lavori di Ribechini⁹ che permette di trasformare i composti presenti in sostanze più volatili e quindi più idonee all'analisi GC-MS.

3. Risultati e discussioni

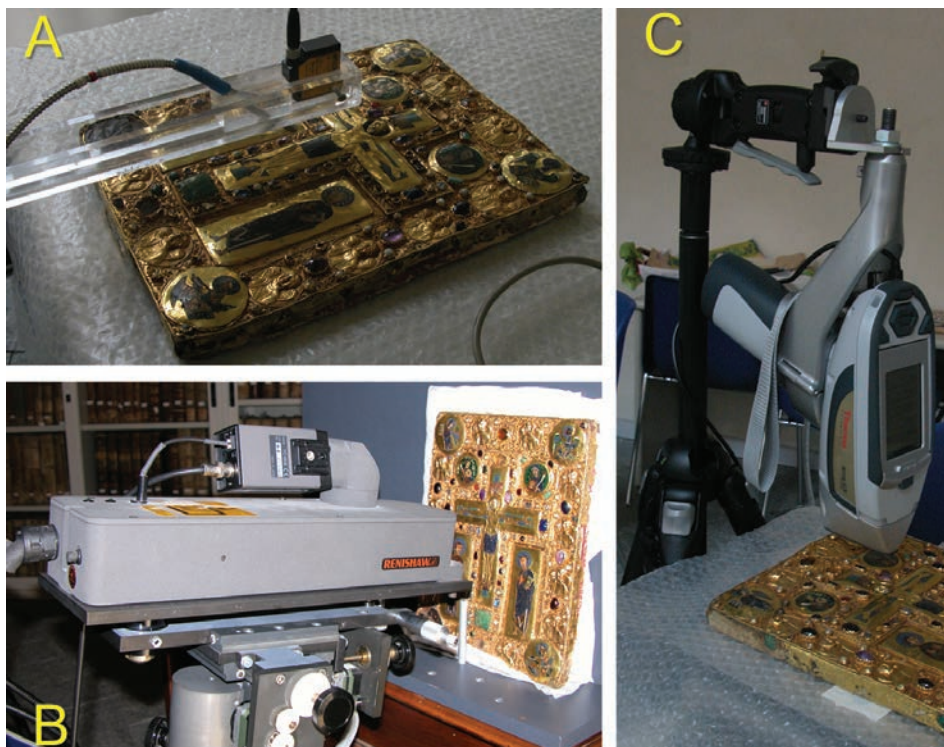
Saranno ora descritti i risultati ottenuti dall'analisi delle gemme, delle lamine metalliche, di smalti e vetri e degli adesivi.

7. Il sistema utilizzato è un gascromatografo Varian (Agilent Technologies, Palo Alto, California) modello CP3800 accoppiato con uno spettrometro di massa Varian modello 2200 Saturn. La separazione è stata effettuata su colonna Varian modello VF-5MS (30m × 0.25mm × 0.25µm) con gas carrier elio a flusso costante di 1.0 mL/min. Le condizioni cromatografiche sono state le seguenti: temperatura iniziale 80°C, tenuta per 2 minuti, poi gradiente fino a 200°C a 10°C/min, infine gradiente a 280°C a 6 °C/min e tenuta per 17 minuti. La temperatura dell'iniettore era 280°C. Il rivelatore a spettrometria di massa ha una sorgente a ionizzazione elettronica a 70 eV, e lavora in modalità full scan acquisition nel range di m/z 50-650. Le temperature della trappola ionica, del manifold e della transfer line sono state rispettivamente 230°C, 80°C e 250°C. L'assegnazione dei picchi è stata effettuata per confronto con la banca dati di spettri di massa NIST 2.0.

8. Caffaro, *Teofilo monaco*, 2000.

9. Ribechini *et al.*, *Py-GC/MS, GC/MS and FTIR investigations*, 2009. La derivatizzazione è stata fatta utilizzando il protocollo seguente:

- 1) si pongono 2 mg di campione in un contenitore inertizzato mediante addizione di dimetildiclorosilano al 5% in toluene; si saponifica con 1 ml di KOH al 10% in soluzione CH₃OH/H₂O 2:3, a bagnomaria per 3 ore a 40°C;
- 2) si estraggono i composti neutri con n-esano, tre estrazioni da 500 µl;
- 3) la soluzione rimasta dopo l'estrazione è acidificata a pH 2 con HCl 10 M;
- 4) si estraggono i composti acidi con etere dietilico, tre estrazioni da 500 µl;
- 5) si evaporano entrambi gli estratti in flusso di azoto;
- 6) gli estratti portati a secco sono ripresi con 150 µl di isoottano e addizionati di standard interni: 5 µl di acido n-tridecanoico 140 µg/g e 10 µl di n-esadecano 80 µg/g;
- 7) si derivatizzano le molecole presenti con 20 µl di N,O-bis(trimetilsilil)trifluoroacetamide, un reagente utilizzato per trasformare le molecole organiche in silil eteri o esteri che sono più volatili delle molecole di partenza; la derivatizzazione si effettua ponendo il contenitore a bagnomaria per 30 minuti a 60°C;
- 8) si iniettano gli estratti derivatizzati nello strumento per l'analisi GC-MS.



112. Analisi della coperta di Vercelli: a) analisi FORS; b) analisi Raman; c) analisi XRF.

3.1. Caratterizzazione delle gemme

Per l'analisi delle gemme, il piatto inferiore della legatura è stato posizionato su un leggio in posizione quasi verticale per l'analisi Raman, in modo da essere esposto alla sonda secondo un angolo retto (Fig. 112b), condizione ottimale per avere la massima sensibilità; nel caso delle analisi FORS (Fig. 112a), XRF (Fig. 112c) e in microscopia ottica, invece, il piatto è stato posto in orizzontale su una superficie morbida. In tutti i casi, il piatto non ha subito alcuno stress in quanto è stato possibile raggiungere i punti di interesse muovendo le sonde degli strumenti, senza muovere il piatto stesso. In particolare, l'analisi Raman è risultata favorita dall'elevato peso della legatura che garantisce stabilità, un parametro importantissimo nell'analisi *in situ* con strumenti portatili dotati di microscopio. Inoltre, essendo la maggior parte delle gemme di natura minerale, il materiale analizzato resiste perfettamente all'irraggiamento laser e nessun danno può essere causato in normali condizioni analitiche. Questa caratteristica è stata verificata utilizzando inizialmente basse potenze d'irraggiamento e verificando l'assenza di danni.

L'identificazione delle gemme incastonate nel piatto è stata effettuata principalmente con la spettroscopia Raman, in maniera analoga a lavori precedentemente

pubblicati nella letteratura scientifica, tra i quali è d'obbligo citare il lavoro di Clark & van der Weerd¹⁰ sul Vangelo di Tours e quelli di Hänni¹¹ e Reiche¹² su opere d'arte ecclesiastiche appartenenti al Tesoro della Cattedrale di Basilea. Mentre l'identificazione ottenuta mediante analisi Raman è altamente affidabile, informazioni aggiuntive possono essere ottenute mediante l'analisi XRF; in particolare, la determinazione delle impurezze metalliche può essere discriminante in alcuni casi, come l'identificazione del cromo per gli smeraldi o la presenza di metalli di transizione per i vari tipi di granati. A complemento dei risultati ottenuti dall'applicazione delle tecniche Raman e XRF, l'utilizzo della tecnica FORS e della microscopia ottica ha permesso di completare il quadro diagnostico sulle gemme.

Oltre all'identificazione delle gemme, è interessante la possibilità di avere informazioni sulla loro provenienza geografica per ricostruire le rotte commerciali a loro legate. Per questo scopo è utile la determinazione degli elementi in tracce in quanto essi si comportano spesso come marcatori del territorio, come mostrato in numerosi studi di ambito geochimico e, più specificamente nel campo dello studio di opere di oreficeria, nei lavori di Calligaro¹³ e di Guerra.¹⁴

Per avere un riferimento accurato e affidabile, è stato scelto di numerare non le gemme presenti, bensì le posizioni originarie dei castoni, indipendentemente dal fatto che contenessero o no le gemme (o addirittura i castoni stessi). La numerazione parte dall'angolo in alto a sinistra e procede da sinistra verso destra e dall'alto verso il basso, come riportato nella Fig. 113.

3.1.1. Identificazione delle gemme

Il piatto inferiore della legatura vercellese contiene nel complesso 120 castoni, di cui 21 vuoti (posizioni n. 1, 10, 11, 17, 25, 30, 37, 39, 42, 62, 65, 68, 70, 87, 93, 97, 102, 110, 113, 114 e 115); i castoni n. 14, 38, 43, 56, 60, 64, 67, 72, 73, 99, 100, 104, 105, 106 e 109 contengono materiale riempitivo o adesivo. Alle posizioni n. 39, 62, 70 e 115 non è presente neanche il castone. In totale, perciò, la dotazione di gemme assomma attualmente a 84 unità. Le gemme identificate sono raggruppate come segue:

Granati: sono presenti 14 granati (posizioni n. 7, 15, 20, 27, 31, 35, 53, 61, 66, 77, 78, 86, 89 e 92), minerali rosso-marroni di composizione $A^{2+}B^{3+}_2(SiO_4)_3$, la cui varietà più frequente è il granato almandino, identificabile attraverso le bande Raman a 344 e 917 cm^{-1} relative al gruppo Si-O¹⁵ e il contenuto elementare ricco in ferro. Appartengono a questa tipologia le gemme n. 15, 31, 35, 53, 77, 78, 89 e 92. Le gemme n. 20, 61 e 86 sono invece

10. Clark – van der Weerd, *Identification*, 2004.

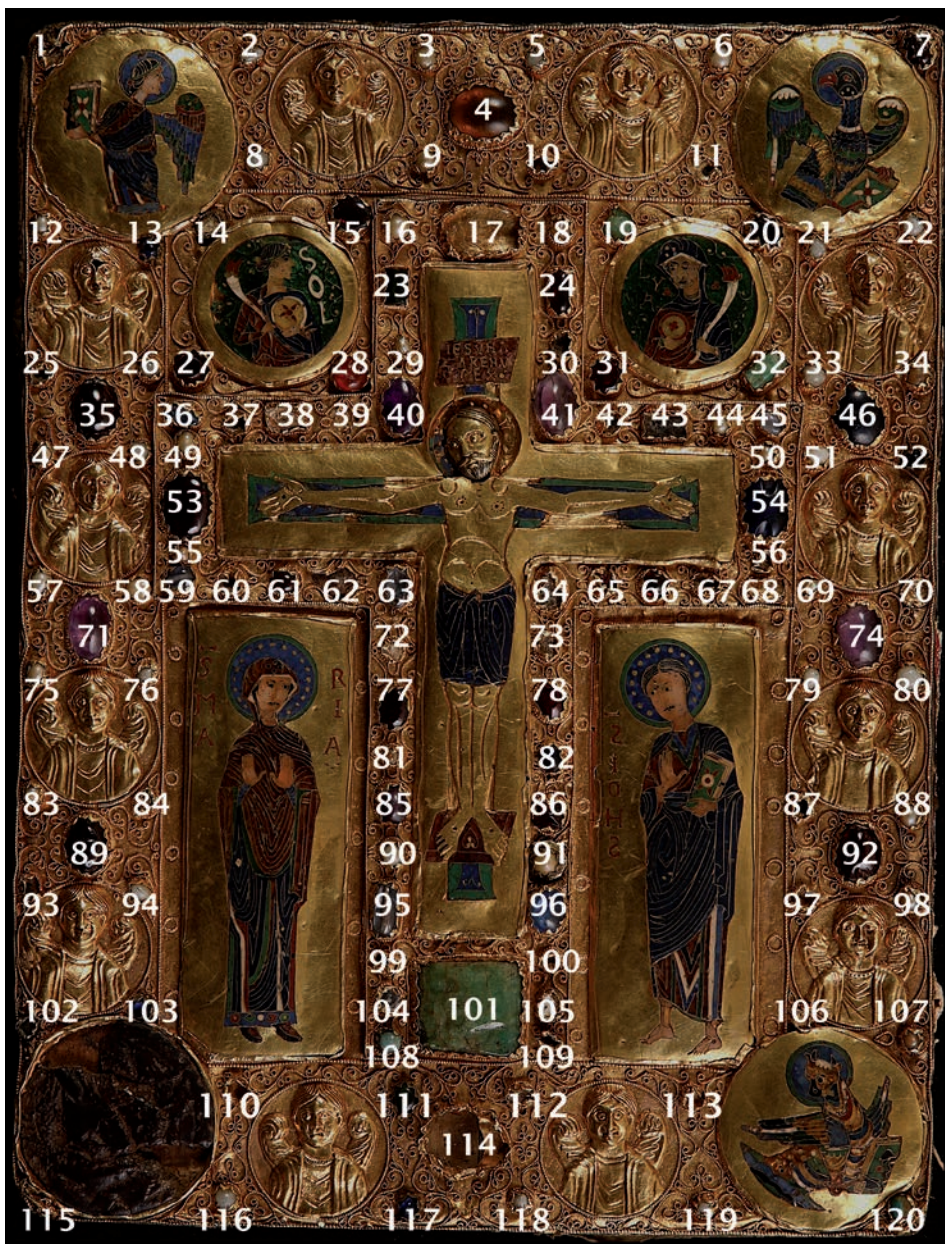
11. Hänni *et al.*, *Raman Investigations*, 1998.

12. Reiche *et al.*, *In Situ Raman*, 2004.

13. Calligaro *et al.*, *Sourcing*, 2001; Calligaro *et al.*, *Combined external-beam PIXE*, 2002.

14. Guerra *et al.*, *The Treasure*, 2007.

15. Kolesov – Geiger, *Raman Spectra*, 1998.



113. Numerazione delle gemme sulla coperta di Vercelli (cfr. Tabella 1, pp. 138-141).

assegnabili alla tipologia granato piropo in base alle bande Raman a 357-362 e 921-925 cm^{-1} e al contenuto inferiore di ferro e maggiore di calcio, mentre le gemme n. 7, 27 e 66 sono probabilmente del tipo rodolite, una categoria di composizione intermedia tra gli estremi almandino e piropo. L'uso dei granati rossi in gioielleria ha una notevole tradizione nell'Italia nordoccidentale e, più in generale, i granati sono le gemme maggiormente impiegate nella gioielleria medievale. Fino all'epoca altomedievale essi erano generalmente importati dal subcontinente Indiano (India o Sri Lanka), ma si ipotizza che a partire dal VI secolo d.C. ci sia stato un repentino cambio delle forniture. L'origine geografica delle gemme in questione è perciò un dato molto interessante. In base alle percentuali relative degli elementi ferro, calcio e silicio si può ipotizzare che le origini geografiche dei granati della legatura vercellese siano varie; il confronto con i dati riportati da Guerra¹⁶ suggerisce la provenienza dall'India per le gemme n. 15, 31, 35, 53, 77, 78, 89 e 92, e una provenienza europea per le gemme n. 7, 20, 27, 61, 66 e 86. Va considerata anche la possibile provenienza locale, vista la disponibilità di miniere in Piemonte e Lombardia. È da notare anche la differenza nel taglio delle pietre.

Corindone: 5 gemme di colore blu chiaro (posizioni n. 36, 59, 63, 95 e 96) sono identificabili come corindoni – Al_2O_3 – attraverso il caratteristico picco Raman a 417 cm^{-1} ; l'analisi XRF, attraverso l'identificazione delle impurità di ferro e titanio, permette di classificare queste gemme come *zaffiri*. Il colore blu degli zaffiri è oggetto di studi da molti anni e sembra che sia prodotto da un meccanismo di trasferimento di carica intervalenza Fe-O-Ti. Tre di queste gemme, n. 59, 95 e 96, presentano il tipico canale interno che veniva ricavato anticamente per far passare il filo di una collana (vedi ad es. la gemma 95 con ingrandimento 35 \times , Fig. 114); questo particolare è molto importante perché, essendo il corindone una pietra molto dura (9 su 10 nella scala di Mohs), il foro poteva essere realizzato soltanto con una pietra ancora più dura, ovvero un diamante (10 su 10 nella scala di Mohs) e siccome fino al XVIII secolo i diamanti erano scavati solo nel subcontinente Indiano, ciò permette di collocare l'origine dei tre zaffiri sull'isola di Sri Lanka. Ciò è in accordo con quanto indicato da Plinio il Vecchio e dal cronista del VI secolo Cosma Indicopleuste: entrambi citano Taprobane nello Sri Lanka come sorgente per gli zaffiri.

Peraltro, le medesime tre gemme presentano all'analisi FORS una caratteristica luminescenza a 695 nm; essa impartisce una nota purpurea alle gemme se irraggiate con luce UV. Questo comportamento, oggetto di studi approfonditi ma ancora parzialmente inspiegato, è considerato tipico degli zaffiri di provenienza cingalese.¹⁷

16. Guerra *et al.*, *The Treasure*, 2007.

17. Superchi, *Le gemme dell'Arca di Volvino*, 1998.



114. Immagine 35× della gemma n. 95 (zaffiro dallo Sri Lanka).

Berillo: 3 gemme verdi (posizioni n. 19, 32 e 101), sono identificabili come berilli – $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$ – in virtù delle caratteristiche bande Raman a 690 e 1060 cm^{-1} . Anche in questo caso l'analisi XRF permette di assegnare l'attribuzione di queste gemme a una varietà specifica: la presenza di cromo e, in minor quantità, di vanadio, identifica le gemme come *smeraldi*. Si tratta in realtà di *radici di smeraldo*, la parte che si trova nel punto di congiunzione con la roccia madre, dove il cristallo ha iniziato a formarsi. La radice di smeraldo si presenta con molte inclusioni e di aspetto traslucido, quasi opaco, a differenza degli smeraldi puri che sono trasparenti. Peraltro, caratteristiche analoghe hanno gli smeraldi identificati sulla Pace di Ariberto,¹⁸ legatura affine a quella vercellese per area geografica ed età, sull'Altare d'oro di Sant'Ambrogio a Milano¹⁹ e su alcune opere di oreficeria conservate presso il Tesoro del Duomo di Monza.²⁰ Pertanto le 3 gemme, pur non essendo di qualità elevatissima, costituiscono un'ulteriore testimonianza dell'enorme valore simbolico

18. Superchi, *Le gemme dell'Evangelario di Ariberto*, 1999.

19. Superchi, *Le gemme dell'Arca di Volvino*, 1998.

20. De Michele – Manzini, *Munera*, 1993.

della legatura. Sull'origine degli smeraldi, si sa che in epoca antica Plinio il Vecchio citava tre sorgenti principali: Egitto, Battria (odierni Pakistan e Afghanistan) e Scizia (probabilmente la regione degli Urali) mentre non vi erano riferimenti a sorgenti europee; si noti che le miniere austriache di Habachtal sono citate soltanto a partire dal XIII secolo d.C.²¹ Considerando i dati analitici disponibili nella letteratura scientifica e in particolare nei lavori di Callegaro²² e di Aurisicchio²³ in cui smeraldi di varie provenienze geografiche sono stati analizzati determinandone il profilo elementare, si può tentativamente assegnare le gemme della legatura a una provenienza indiana in base al contenuto di cromo, vanadio e ferro; non può essere esclusa la provenienza dalla Russia. Informazioni più accurate potrebbero giungere dall'analisi isotopica²⁴ che però richiede un prelievo di campione.

Quarzo: 7 gemme (posizioni n. 28, 40, 41, 45, 71, 74 e 85) sono classificabili come quarzo in base al tipico spettro Raman della silice – SiO₂ – caratterizzato da una stretta banda a 465 cm⁻¹. Si tratta della pietra comunemente nota come *crystallo di rocca*. La gemma n. 28, in virtù del colore rosso-arancione, è classificabile come *corniola*, una varietà di calcedonio e quindi di quarzo criptocristallino, mentre la gemma n. 45, di colore blu chiaro, è probabilmente un'altra varietà di calcedonio. Le altre 5 gemme presentano un caratteristico colore porpora che, insieme all'identificazione del ferro all'analisi XRF, le classifica come *ametiste*. Anche l'analisi FORS conferma la classificazione di queste gemme porpuree, in virtù della caratteristica banda di assorbimento centrata a 540 nm e dovuta a un complesso meccanismo legato a difetti strutturali nella composizione della silice. Essendo il porpora considerato il colore della regalità, le ametiste erano spesso presenti nella gioielleria di vescovi e re cattolici nel Medioevo.

Cromo-calcedonio: la gemma n. 23 si presenta come un *unicum*. Si tratta di una rara varietà di calcedonio; a differenza del crystallo di rocca, solitamente incolore e trasparente, il calcedonio presenta aggregati di cristalli non visibili al microscopio e perciò è traslucido se non opaco. La varietà cromo-calcedonio ha aspetto verde per la presenza del cromo. Questa varietà era ampiamente usata nella glittica in epoca romana ma la sua identificazione non è così comune: è stata rilevata nel tesoro di Oplontis²⁵ e recentemente nel corredo di gemme della legatura nota come Pace di Chiavenna.²⁶ È probabile che il suo impiego sia dovuto alla somiglianza con lo smeraldo.

Perla: 23 piccole gemme bianche (posizioni n. 3, 6, 9, 12, 16, 18, 29, 34, 44, 47, 49, 50, 55, 57, 58, 69, 75, 81, 83, 88, 91, 98 e 107) sono state identificate come perle in base allo spettro Raman dominato dalla tipica banda a 1087 cm⁻¹, caratteristica dei materiali di natura calcarea quale le perle naturali sono.

21. Guerra *et al.*, *The Treasure*, 2007.

22. Calligaro *et al.*, *Sourcing*, 2001.

23. Aurisicchio *et al.*, *The Emerald*, 2006.

24. Giuliani *et al.*, *Oxygen Isotopes*, 2000.

25. Butini – Aliprandi, *Le gemme*, 1987.

26. De Michele, *Considerazioni*, 2012.

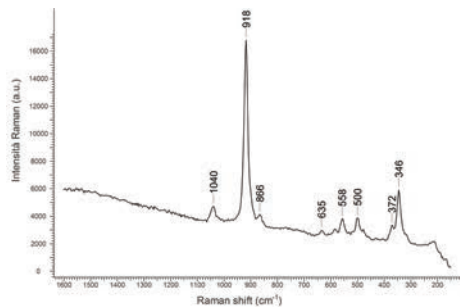
Paste vitree: oltre alle gemme vere e proprie di origine naturale, sono presenti 13 gemme artificiali di natura vetrosa, le cosiddette paste vitree (posizioni n. 4, 13, 24, 46, 52, 54, 82, 84, 103, 111, 112, 117 e 120). La loro attribuzione è basata sul fatto che all'analisi Raman forniscono risposte tipiche di materiali amorfi come il vetro, mentre l'analisi XRF mostra la presenza di elementi tipici del vetro quali silicio, potassio e calcio oltre a metalli di transizione che sono responsabili dei rispettivi colori (es. cobalto per paste blu, ferro e manganese per paste marroni, rame per paste verdi e turchesi, etc.). Apparentemente sembra difficile giustificare la presenza di materiali di livello inferiore in un contesto di valore assolutamente eccezionale quale è la legatura vercellese, ma va considerato il fatto che l'impiego di paste vitree doveva essere frequente, visto che è documentato in altri studi su oggetti analoghi.²⁷ Inoltre è probabile che il vetro fosse considerato nel Medioevo un materiale di pregio maggiore di quanto sia percepito nei giorni nostri. In alternativa, si può ipotizzare che la presenza di paste vitree sia dovuta a interventi successivi, per sostituire gemme originali andate perdute o rubate con materiali di colore analogo ma di costo inferiore. Dall'analisi XRF delle paste risulta chiaro che, al di là del colore macroscopico, non si tratta di un'unica produzione: sono presenti infatti paste opacizzate con antimonio e stagno (n. 13, 103), con antimonio e piccole quantità di stagno (n. 52, 117), con stagno (n. 82); paste trasparenti di composizione altomedievale (n. 4, 24, 46, 54) e di composizione più tarda caratterizzata da un alto contenuto di piombo e potassio (n. 82, 111, 120). In nessun caso, comunque, è da ipotizzarsi un rimpiazzo con vetri moderni. Non è stato possibile, date le dimensioni ridottissime, caratterizzare le paste vitree incolori n. 84 e 112.

Paste vitree perlacee: oltre alle paste vitree colorate, sono presenti 18 paste (posizioni n. 2, 5, 8, 21, 22, 26, 33, 48, 51, 76, 79, 80, 90, 94, 108, 116, 118 e 119) di aspetto perlaceo, probabilmente collocate come succedanei di perle. Si tratta in realtà di vetri opachi in cui l'opacizzazione è stata ottenuta con un sale di antimonio, secondo una composizione tipica del vetro opaco di produzione romana antica. La percentuale di antimonio varia tra 1 e 3 %.

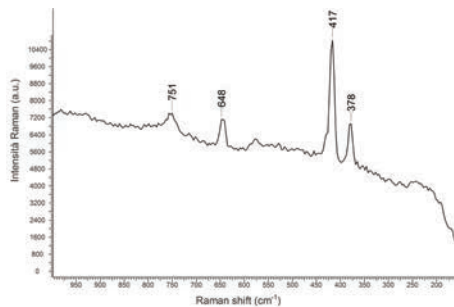
Nella Fig. 115 sono riportati gli spettri Raman delle principali gemme presenti sulla legatura di Vercelli.

Infine, nella Tabella 1 sono riassunte le identificazioni delle gemme presenti nella legatura.

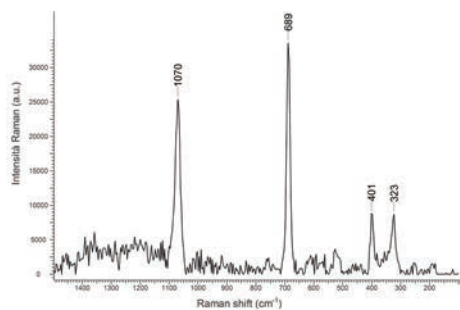
27. Hänni *et al.*, *Raman Investigations*, 1998; Reiche *et al.*, *In Situ Raman*, 2004.



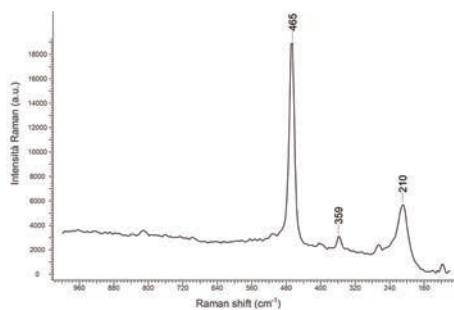
a



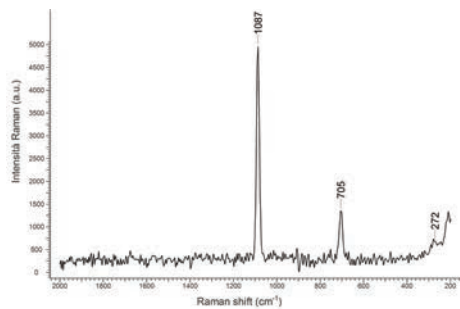
b



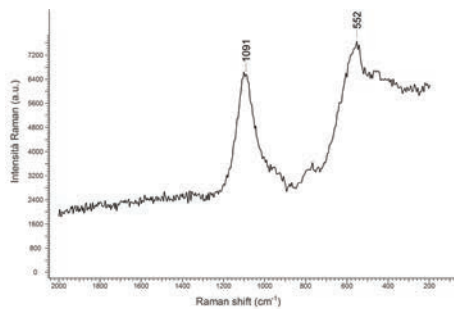
c



d



e



f

115 a-f. Spettri Raman di alcune gemme della coperta di Vercelli: a) granato almandino; b) corindone varietà zaffiro; c) berillo varietà smeraldo; d) quarzo; e) perla; f) pasta vitrea.

Tabella 1 – Elenco delle gemme presenti sulla legatura di Vercelli

Posizione	Gemma	Colore
1	Castone vuoto	
2	Pasta vitrea perlacea	bianco
3	Perla	bianco
4	Pasta vitrea	marrone
5	Pasta vitrea perlacea	bianco
6	Perla	bianco
7	Granato	rosso
8	Pasta vitrea perlacea	bianco
9	Perla	bianco
10	Castone vuoto	
11	Castone vuoto	
12	Perla	bianco
13	Pasta vitrea	blu
14	Adesivo	
15	Granato	rosso
16	Perla	bianco
17	Castone vuoto	
18	Perla	bianco
19	Berillo varietà smeraldo	verde
20	Granato	rosso
21	Pasta vitrea perlacea	bianco
22	Pasta vitrea perlacea	bianco
23	Cromo-calcedonio	verde
24	Pasta vitrea	rosso scuro
25	Castone vuoto	
26	Pasta vitrea perlacea	bianco
27	Granato	rosso
28	Quarzo varietà corniola	arancione
29	Perla	bianco
30	Castone vuoto	
31	Granato	rosso
32	Berillo varietà smeraldo	verde
33	Pasta vitrea perlacea	bianco

Posizione	Gemma	Colore
34	Perla	bianco
35	Granato	rosso
36	Corindone varietà zaffiro	blu
37	Castone vuoto	
38	Adesivo	
39	Castone vuoto	
40	Quarzo varietà ametista	porpora
41	Quarzo varietà ametista	porpora
42	Castone vuoto	
43	Adesivo	
44	Perla	bianco
45	Quarzo varietà ignota	blu
46	Pasta vitrea	blu
47	Perla	bianco
48	Pasta vitrea perlacea	bianco
49	Perla	bianco
50	Perla	bianco
51	Pasta vitrea perlacea	bianco
52	Pasta vitrea	verde
53	Granato	rosso
54	Pasta vitrea	blu
55	Perla	bianco
56	Adesivo	
57	Perla	bianco
58	Perla	bianco
59	Corindone varietà zaffiro	blu
60	Adesivo	
61	Granato	rosso
62	Castone vuoto	
63	Corindone varietà zaffiro	blu
64	Adesivo	
65	Castone vuoto	
66	Granato	rosso
67	Adesivo	
68	Castone vuoto	

Posizione	Gemma	Colore
69	Perla	bianco
70	Castone vuoto	
71	Quarzo varietà ametista	porpora
72	Adesivo	bianco
73	Adesivo	
74	Quarzo varietà ametista	porpora
75	Perla	bianco
76	Pasta vitrea perlacea	bianco
77	Granato	rosso
78	Granato	rosso
79	Pasta vitrea perlacea	bianco
80	Pasta vitrea perlacea	bianco
81	Perla	bianco
82	Pasta vitrea	blu
83	Perla	bianco
84	Pasta vitrea	incolore
85	Quarzo varietà ametista	porpora
86	Granato	rosso
87	Castone vuoto	
88	Perla	bianco
89	Granato	rosso
90	Pasta vitrea perlacea	bianco
91	Perla	bianco
92	Granato	rosso
93	Castone vuoto	
94	Pasta vitrea perlacea	bianco
95	Corindone varietà zaffiro	blu
96	Corindone varietà zaffiro	blu
97	Castone vuoto	
98	Perla	bianco
99	Adesivo	
100	Adesivo	
101	Berillo varietà smeraldo	verde
102	Castone vuoto	
103	Pasta vitrea	blu

Posizione	Gemma	Colore
104	Adesivo	
105	Adesivo	bianco
106	Adesivo	
107	Perla	bianco
108	Pasta vitrea perlacea	bianco
109	Adesivo	
110	Castone vuoto	
111	Pasta vitrea	verde
112	Pasta vitrea	incoloro
113	Castone vuoto	
114	Castone vuoto	
115	Castone vuoto	
116	Pasta vitrea perlacea	bianco
117	Pasta vitrea	blu
118	Pasta vitrea perlacea	bianco
119	Pasta vitrea perlacea	bianco
120	Pasta vitrea	turchese

3.2. Caratterizzazione delle lamine in metallo nobile

La tecnica XRF è stata naturalmente l'unica impiegata per la caratterizzazione delle lamine della legatura, per via della capacità di fornire una composizione elementare del materiale associata al suo carattere di non invasività. L'analisi è stata realizzata su entrambi i piatti.

3.2.1. Piatto in argento

Le misurazioni sono state effettuate in numerosi punti sia sulla parte figurata che sui bordi e sulle decorazioni laterali. I risultati dell'analisi della lamina in argento (piatto superiore della legatura) sono riportati nella Tabella 2.²⁸

28. I valori espressi nelle Tabelle 2 e 3 sono da intendersi come valori percentuali degli elementi costituenti il metallo e sono stati riportati indicando un numero di cifre significative che tenevano conto di un errore pari almeno a 3σ . Per ragioni grafiche non viene riportato l'errore per ogni singola misura che si può comunque considerare come incertezza sull'ultima cifra riportata. Non essendo questa la sede per fare una trattazione degli elementi in traccia, sono state imposte delle soglie che omettessero valori nell'ordine delle centinaia di parti per milione (ppm). Per l'argento, l'errore è da considerarsi sull'unità percentuale. Gli elementi riportati in tabella rappresentano quelli che hanno mostrato una certa ripetibilità nel risultato e non sono frutto di una distribuzione casuale. Sono stati mantenuti i dati relativi ad una possibile doratura che sarebbero da decontestualizzare

Tabella 2 – Composizione percentuale delle leghe esaminate nel piatto in argento

	Ag	Au	Pb	Zn	Cu	Fe
lamina Ag sotto ala	97.4	0.7	0.5	-	1.4	-
lamina Ag petto	97.4	0.7	0.4	-	1.4	-
lamina Ag brunita verde	97.1	0.8	0.5	-	1.5	-
lamina Ag brunita rosa	97.0	0.8	0.5	-	1.7	-
chiodo Ag cornice a dx	97.5	0.6	0.4	-	1.4	-
lamina bordo inferiore	98.1	0.6	0.3	-	1.0	-
chiodo verde lato inferiore	68.9	0.5	0.3	0.3	1.8	28.2
chiodo giallo lato inferiore	97.6	0.8	0.3	0.2	1.1	-
chiodo giallo lato inferiore	88.1	9.8	0.4	0.3	1.3	-

La prima cosa che si evidenzia dall'analisi dei dati raccolti, oltre alla lapalisiana presenza di argento, è l'esistenza di tracce di oro e rame, oltre che a quelle attese di piombo. Queste ultime sono usuali e derivanti dai processi di purificazione dell'argento, le altre chiedono invece maggiori discussioni.

Per quanto riguarda l'oro, si potrebbe ipotizzare la presenza di un'antica doratura successivamente andata perduta o rimossa (vedi particolare in Fig. 116), cosa che sarebbe avvalorata dalla presenza di mercurio (seppure in concentrazioni vicine ai limiti strumentali). La tecnica di doratura ad amalgama di mercurio veniva largamente impiegata in periodo altomedievale ed è rimasta in uso pressoché invariata fino al secolo scorso.²⁹

Più complessa è la giustificazione del rame (intorno all'1.5%), che potrebbe offrire differenti scenari d'interpretazione. Il primo legato all'incapacità della tecnica analitica impiegata di leggere la composizione degli strati più profondi del materiale. Ora la presenza di rame potrebbe voler significare l'uso di una lega di argento e rame anziché l'uso di argento puro. Nelle leghe di argento e rame esiste infatti un fenomeno chimico detto deplezione (ottenibile anche artificialmente), che porta alla perdita di rame dalla superficie, modificando dunque la percezione cromatica e ovviamente quella composizionale, che risulterebbe molto più pura

rispetto alla composizione del metallo di base e vengono riportati solo per facilitare la discussione. I dati sono stati normalizzati. Non viene riportato il dato relativo al mercurio che rimane sui limiti strumentali.

29. Anheuser, *The Practice*, 1997. Nei reperti medievali è stato possibile fornire una stima della composizione (90% Au - 10% Hg) e dello spessore (~3 - 5µm) dello strato di amalgama.



116. Particolare della lamina d'argento della coperta di Vercelli.

di quanto non sia in realtà la lega. Da un punto di vista analitico lo strumento non sarebbe in grado di discernere tra un argento puro e una lega impoverita di rame.

Un secondo scenario possibile è quello legato a un'impurezza, seppur elevata, legata alla lavorazione dell'argento o alla successiva fase di doratura.

In ogni caso risulta estremamente difficile formulare delle conclusioni. Si può però dire che alcune zonature della legatura, che presentano riflessi rosati o verdognoli, sono accompagnate da tenori di rame superiori (1.7%).

L'analisi di parti accessorie, quali i chiodi, denota la presenza di chiodi originali in argento, alcuni con evidenti tracce di doratura, e altri di sostituzione in ferro.

Oltre a quanto detto si sono osservati tutti i fenomeni di patinatura classica degli argenti con l'evidenziazione di elementi quali il cloro e lo zolfo, responsabili di fenomeni di clorurazione e solfurazione superficiali. A questo si aggiungono depositi caratterizzati dalla presenza di carbonati di calcio o composti silicei.

3.2.2. *Piatto in oro*

La legatura d'oro di Vercelli rappresenta sicuramente una delle più interessanti applicazioni dell'oreficeria medievale. Essa si presenta come un insieme di parti costituite da metalli preziosi che si fondono in un insieme di aspetti cromatici differenti.³⁰ Si possono individuare una serie di elementi che permettono di individuare tratti tipici per le diverse tipologie di metallo utilizzato.

Troviamo una prima tipologia, caratterizzata dalla lamina delle figure della Vergine e di san Giovanni, costituita da un metallo la cui composizione riporta a un uso di oro praticamente puro.

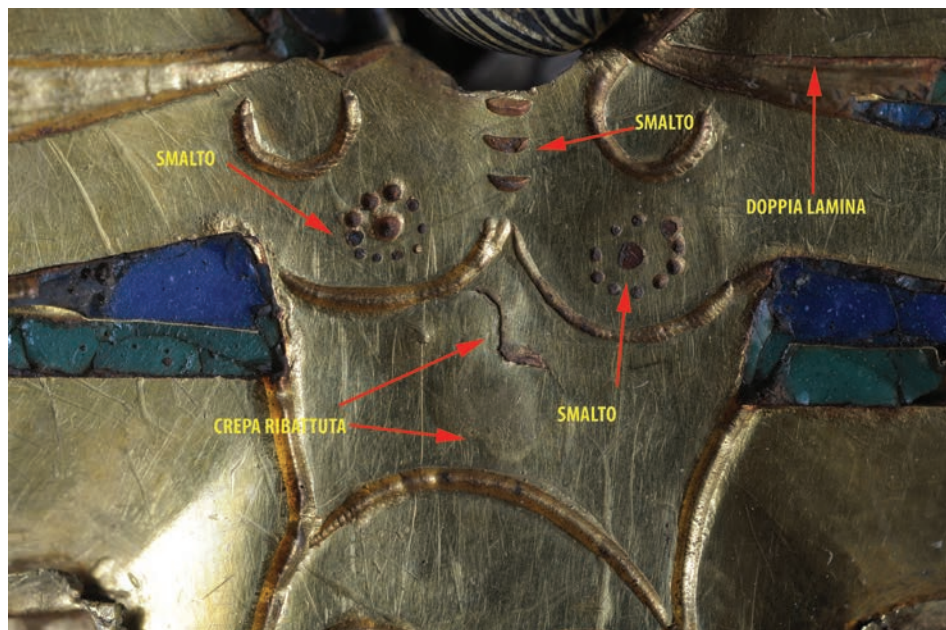
Medesima composizione è quella utilizzata per i tondi dei tre Evangelisti, il Sole e la Luna e quella, praticamente identica, del corpo del Cristo (Fig. 117), che riprende gli aspetti cromatici delle placchette, ma con uno spessore maggiore.

Queste lamine sono caratterizzate da valori di argento leggermente superiori che si attestano intorno al 6-7%, con eccezione del capo (che risulta essere un'*aplique*, Fig. 118) ove il valore è di poco superiore.

L'elevato grado di purezza in tutte queste lamine offre un risultato cromatico intenso ma rende il materiale particolarmente duttile e dunque facilmente deformabile. Questa è la ragione per la quale gli artigiani dell'epoca avevano posto, al di sotto, un materiale pastoso e rigido (come ben si osserva laddove alloggiava la placchetta di san Marco) con la funzione di sorreggere le placchette smaltate e sopportare eventuali pressioni esterne. La caratterizzazione di questo materiale è descritta nel paragrafo 3.4.

Una seconda tipologia è quella che caratterizza gli angioletti posti tutto intorno alla legatura (Fig. 119). Si tratta di elementi a sé stanti e dunque avulsi dalla composizione della lamina di base. Essi sono stati saldati alla lamina di fondo e contornati successivamente da una serie di perline a formare la filigrana.

30. Georgius Agricola, *De re metallica*, 1950; Smith, *A History*, 1960; Maryon, *Metalwork*, 1971; Theophilus, *On Divers Arts*, 1979; Pacini, *Studi*, 2004; Cellini, *The Treatises*, 2010.



117. Particolare della figura del torso del Cristo con segno visibile di una riparazione a seguito di frattura.

118. Particolare della figura del Cristo con evidenziato il disallineamento del capo.



119. Particolare dell'*applique* dell'angelo che mostra una frattura con perdita di materiale in corrispondenza del capo.

In questo caso la lega contiene percentuali maggiori di rame che arrivano intorno al 4.5% e che nel caso della filigrana salgono al 6%.

Infine c'è la lamina di fondo che presenta una colorazione quasi ramata, e che è caratterizzata da alti contenuti di rame e più basse percentuali di argento.

La composizione di tutte le leghe finora descritte è esplicitata in Tabella 3.³¹

31. La concentrazione di tutti gli elementi chimici è espressa in % in peso. Il valore di errore medio associato alle misure è circa 1.4 % per l'oro, 0.1% per il rame e 0.3% per l'argento.

Tabella 3 – Composizione percentuale delle leghe esaminate nel piatto in oro

	Au	Ag	Cu	Fe
san Giovanni Evangelista (lamina)	91.3	7.0	1.1	-
san Luca Evangelista (lamina)	91.5	6.8	1.2	-
san Matteo Evangelista (lamina)	91.2	6.9	1.3	-
Cristo (lamina)	90.5	7.0	1.8	-
Cristo (testa in fusione)	91.8	6.8	1.4	
san Giovanni (lamina)	91.1	7.0	1.3	-
Vergine (lamina)	91.6	6.9	1.1	-
appliques angeli	87.6	6.7	4.4	-
castone (lamina Vergine)	87.4	6.7	4.1	-
castone (lamina Cristo)	86.7	6.3	6.1	-
lamina fronte smalti	88.3	6.4	6.0	-
lamina fronte smalti (castone)	87.0	6.4	6.2	-
filigrane	87.2	7.7	6.1	-
lamina del bordo	78.5	5.9	1.2	14.1

Da un certo punto di vista, la scelta di differenti composizioni per le leghe può essere giustificata da motivazioni tecniche, per esempio che l'uso di un valore più elevato di argento nelle filigrane o negli angioletti fornisca una maggiore durezza e dunque una maggiore resistenza meccanica; si ritiene tuttavia che la scelta compositiva sia nella realtà dettata prevalentemente da una scelta stilistica. Infatti, il risultato finale è quello dell'accostamento di leghe preziose ma di colore differente, in grado di sottolineare i particolari più importanti di questa legatura conferendole una maggiore tridimensionalità e nel contempo una maggiore leggibilità (si veda Fig. 122 per i punti di analisi principali).

Anche la scelta tecnica di lasciare una certa rugosità alla lamina di fondo, difficilmente può essere attribuita ad una mancanza di perizia da parte degli artigiani dell'epoca, quanto piuttosto, anche in questo caso, ad una scelta di stile.

3.3. Caratterizzazione degli smalti

3.3.1. Considerazioni preliminari sul vetro

La determinazione compositiva degli smalti e dei vetri della legatura di Vercelli richiede alcune considerazioni su quella che è la composizione del vetro. Esso è, in breve, una soluzione solida essenzialmente amorfa che durante le fasi

di lavorazione presenta una plasticità che ben si adatta alla lavorazione. È essenzialmente costituito da un formatore, che ne costituisce il vero e proprio *corpus*, ottenuto da sabbie o minerali contenenti silice, la cui fusione è favorita da opportuni fondenti alcalini (sodici o potassici) presenti anch'essi in minerali (*natron*) o in ceneri di piante.³² L'aggiunta di elementi stabilizzanti quali magnesio o calcio conferiva, poi, le caratteristiche di durabilità al materiale.

Da un punto di vista compositivo, il Medioevo è stato un periodo estremamente interessante nell'evoluzione delle tecniche vetrarie; in quel periodo infatti si è assistito ad una vera e propria transizione tecnologica nella produzione di questo materiale, che ha portato all'introduzione di nuovi elementi utili, in questo specifico caso, alla caratterizzazione degli smalti. Fino al IX secolo, infatti, le evidenze archeologiche hanno mostrato la presenza di produttori di vetro esclusivamente in Egitto o nella costa siro-palestinese, dove venivano preparati dei "lingotti" di materiale grezzo, costituito essenzialmente da vetro al *natron* ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), il quale veniva poi spedito a ovest. Questo agglomerato di vetro veniva poi trattato in luoghi di produzione, detti secondari, ove subiva un nuovo processo di fusione e ove avvenivano le fasi di colorazione e opacizzazione, al fine di produrre il materiale prelaborato che sarebbe stato poi utilizzato per la produzione finale dei manufatti. La peculiarità di questa tecnica di produzione basata su gradi successivi di lavorazione ci permette, da un punto di vista analitico, di poter tracciare a ritroso i differenti luoghi di produzione.

Dal IX secolo questa doppia fase di produzione comincia a coesistere in una stessa zona di produzione con la nascita delle nuove vetrerie occidentali. Questo nuovo vetro è prodotto utilizzando nuovi fondenti basati sull'uso di ceneri di piante (litoranee o continentali) in funzione della disponibilità delle materie prime. Si osserva la nascita di nuove produzioni vetrarie, una nell'Europa Settentrionale basata sull'uso di fondenti prevalentemente potassici (vetri K-Ca) e una in area mediterranea (ad alcali misti). Esempi dell'uso delle ceneri di piante appaiono tra IX e X secolo nel nord Italia, a Grado³³ o in area veneziana.³⁴

Occorre poi considerare tutto ciò che concerne il cosiddetto fenomeno di riciclo del vetro. Sebbene fosse una pratica già in uso nel periodo romano, come testimoniano i ritrovamenti di cocci di vetro stivati come materia prima nel caso della nave *Julia Felix* (II secolo d.C.), scoperta sulle coste di Grado, questo riciclo assume una connotazione d'importanza maggiore nel periodo medievale. Infatti, in un periodo di evoluzione nella manifattura del vetro, con il cambiamento delle fonti di approvvigionamento e delle materie prime, il poter contare su una fonte già pronta di vetro offriva maggiori possibilità tecniche e artistiche, grazie anche alla varietà di vetri e smalti, spesso colorati, derivanti probabilmente dal recupero delle tessere di mosaico delle terme romane.³⁵

32. Janssens, *Modern methods*, 2013.

33. Silvestri *et al.*, *Roman*, 2005.

34. Verità *et al.*, *Chemical Analyses*, 2002.

35. Freestone *et al.*, *The Origin*, 2002; Freestone *et al.*, *Raw Glass*, 2008.

Tener conto delle variazioni locali e delle modificazioni composizionali di vetro e smalti nel periodo intorno all'anno Mille è quanto mai complesso. Da un punto di vista operativo la determinazione composizionale degli smalti mediante metodologie non invasive (XRF, FORS, microscopia ottica) ci ha però offerto la possibilità di avere, sebbene in maniera incompleta, una grande quantità di dati che supportavano con elevata statistica i risultati ottenuti.

Nei risultati che verranno discussi più avanti si è applicata una metodologia di indagine basata soprattutto sull'utilizzo della fluorescenza di raggi X, tecnica già utilizzata con successo nell'analisi del *corpus* degli smalti limosini presenti in Piemonte.³⁶ Ora, com'è noto, questa tecnica non è in grado di fornire la completa composizione della matrice vetrosa, in particolare non è in grado di determinare in maniera accurata elementi quali il sodio (Na) e il magnesio (Mg), che si rivelano altresì interessanti per la piena comprensione della genealogia del manufatto in studio. La metodica proposta prevede l'uso di questa tecnica con un particolare algoritmo in grado di tenere conto degli effetti d'interazione di tutti gli elementi presenti nel vetro associando comunque un valore numerico a quelli indeterminabili. Questa parte composizionale non determinata viene chiamata *dark matrix*³⁷ e sostanzialmente può essere assimilata (praticamente per intero) alla somma delle percentuali di ossidi quali Na₂O e MgO. In questo modo è stato possibile formulare delle valutazioni, seppure indirettamente, anche laddove occorresse correlare, per esempio, l'uso di diversi fondenti (Na vs. K).

3.3.2. La matrice del vetro

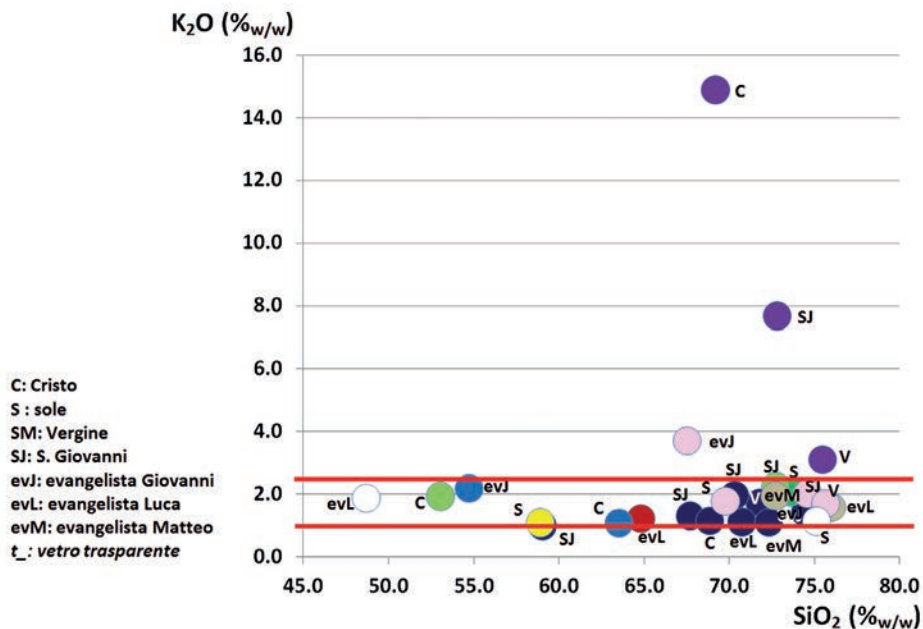
Con matrice vetrosa s'intende la parte che costituisce la componente massiva e amorfa del vetro stesso, usualmente costituita dal formatore (SiO₂ o PbO), unita a quelli che sono i fondenti (sodici o potassici) e gli stabilizzanti (calcici o magnesiaci). Si è osservato che la maggior parte dei risultati ottenuti, sulle matrici dei vetri presenti sul piatto in oro della legatura di Vercelli, mostra bassi valori di K₂O,³⁸ superiori ai valori tipici del vetro sodico romano (K₂O = 0.75 ± 0.24 e MgO = 0.6 ± 0.3 % wt)³⁹ per il quale si usava esclusivamente natron come fondente, ma inferiori ai valori caratterizzanti l'uso di fondenti potassici (vetri-K). Nella letteratura scientifica, si assume convenzionalmente il valore di 2.5% di K₂O come limite per indicare il passaggio dall'uso di ceneri di piante litoranee a quello cosiddetto ad alcali misti, con uso congiunto di ceneri di piante litoranee e continentali. Tutti i vetri della legatura (dati in Tabella 4), come si può osservare in Fig. 120 (nella figura le due linee sono sistemate rispettivamente a 1 e 2.5% per evidenziare i valori di riferimento per il contenuto di K₂O), si collocano nell'intervallo di

36. Agostino *et al.*, *Autenticazione*, 2010; Aceto *et al.*, *Autenticazione*, 2010; Agostino, *Authentication*, 2010; Agostino, *Non-invasive*, 2012; Agostino *et al.*, *Analisi*, 2014.

37. Jenkins *et al.*, *Quantitative*, 1995.

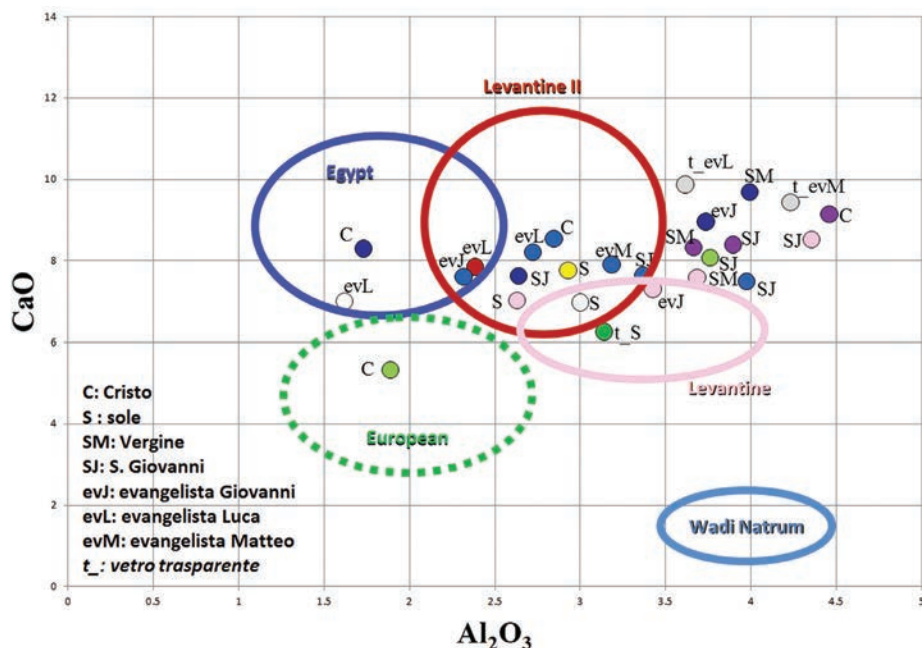
38. Per convenzione i dati di concentrazione degli elementi nel vetro vengono espressi come ossidi anziché come elementi puri.

39. Nenna *et al.*, *Ateliers*, 2000.

120. Correlazione tra K₂O e SiO₂.

concentrazione di K₂O compreso tra lo 0.99 e il 2.25% in peso, questo a indicare una composizione sostanzialmente determinata dall'uso di ceneri di piante litoranee o, comunque, da un possibile inizio del fenomeno di riciclo. Purtroppo non è possibile fare ulteriori considerazioni senza poter correlare direttamente i contenuti di Na₂O con quelli di MgO, cosa che rappresenta il maggior limite di questa ricerca.

La sola eccezione a quanto descritto prima è data dai vetri viola, utilizzati nelle vesti della vergine e di san Giovanni, nel soppedaneo e nell'iscrizione della croce del Cristo. In questi vetri K₂O raggiunge concentrazioni comprese tra il 6 e il 18%. La motivazione di questi alti valori di potassio va probabilmente ricercata non tanto nell'ambito dell'uso dello stesso come fondente, ma quale componente legato all'uso di materiale colorante. Nei grafici che correlano Al₂O₃ con CaO (Fig. 121; sono riportati i dati relativi alla composizione di cinque tipologie tipiche di vetro sodico) non si osservano particolari andamenti e i punti appaiono sostanzialmente dispersi. Sebbene questo non suggerisca ulteriori indicazioni circa la provenienza delle materie prime utilizzate, mostra come anche i vetri viola seguano la medesima distribuzione di tutti gli altri. Questo dimostrerebbe una provenienza comune di tutti i vetri utilizzati e in pratica confermerebbe le ipotesi, già fatte per i fondenti, di un possibile fenomeno di rifusione di vetri romani.

121. Correlazione tra CaO e Al_2O_3 .

La legatura di Vercelli mostra da un punto di vista stilistico i tratti tipici di una produzione dell'XI secolo, coerente con l'informazione tecnologica di un riuso di vetro al natron. Se si osserva il grafico in Fig. 121, la matrice vetrosa sembra assimilabile ad una produzione orientale sebbene la distribuzione, nella parte estrema del grafico, si sposti verso maggiori contenuti di calcio e alluminio.

Questo rafforza l'ipotesi che siano stati usati due tipi di vetro. Per spiegare l'andamento dei dati si può immaginare l'uso di vetro prodotto con ceneri di piante con altri vetri (o smalti) di diversa composizione. Probabilmente si può ipotizzare che sia stato prodotto un vetro incolore (le concentrazioni maggiori di K_2O , CaO, Al_2O_3 si osservano soprattutto nei vetri trasparenti), poi utilizzato per rifondere vetri e smalti colorati di origine romana. Non si può invece pensare che sia stato utilizzato vetro prodotto da ceneri di legno, poiché anche i vetri viola con il più elevato contenuto di K_2O restano raggruppati con tutti gli altri. Questo porta alla conclusione che l'origine dell'elevato valore di potassio in questi vetri sia da attribuire all'elemento colorante (manganese) piuttosto che al fondente.

3.3.3. Opacizzanti e coloranti

La legatura è caratterizzata sia da vetri (trasparenti) che da smalti (opachi) recanti differenti colorazioni per ottenere l'effetto estetico finale. L'opacizzante utilizzato per ottenere gli smalti è sempre a base di antimonio di calcio, tipico

della produzione romana classica. Si osserva comunque, in accordo a quanto già detto, anche la presenza di un opacizzante a base stagno unito all'uso di fondente potassico che indica il possibile fenomeno di riutilizzo di vetro con l'aggiunta di vetri (e opacizzanti) di produzione prettamente medievale.

Osserviamo ora in dettaglio quali sono gli elementi cromofori per le diverse campiture cromatiche (in Fig. 122 sono indicati i punti di analisi: sono annotate in rosso le misure fatte sugli smalti, in verde quelle sui vetri traslucidi e in azzurro quelle sui metalli. Quelle riportate sono solo una minima parte di tutte le misure effettuate e condensate nei dati riportati nelle tabelle) e quali siano le variazioni elementari che possano fornire indicazioni tecnologiche sulla manifattura di vetri e smalti.

Vetri trasparenti e incolori: sono identificabili poiché sfruttano l'effetto di traslucenza dell'oro sottostante per fornire l'effetto cromatico e sono caratterizzati, da un punto di vista chimico, dall'assenza di elementi cromofori o opacizzanti. La composizione, seppur variabile per via della natura dell'indagine e del metodo di produzione, è assimilabile a quella di un vetro a fondente sodico da ceneri di piante litoranee. Si può osservare una discreta presenza di manganese che svolge un'azione decolorante nei confronti d'impurità cromofore quali il ferro, secondo un meccanismo di ossidoriduzione già noto in epoca romana.

Bianco: analogo al vetro trasparente, viene connotato dalla presenza di opacizzante a base di antimoniato di calcio. Nel caso dell'Evangelista Luca sono evidenti le tracce di un probabile processo di rifusione con stannato di piombo.

Blu trasparente: deve la sua colorazione allo ione cobalto (Co^{2+}) che, anche in minime concentrazioni (0.1-0.2% circa), conferisce quel caratteristico colore blu intenso. Lo osserviamo in tutte le applicazioni vetrose, come si usava fare nel periodo medievale, ove questo colore assunse una sempre maggiore importanza stilistica.

Blu opaco: il discorso è analogo a quello fatto per il blu trasparente con l'aggiunta di antimoniato di calcio come agente opacizzante.

Bruno: è il cappa di frati indicato da Benvenuto Cellini, un vetro marrone in cui il cromoforo è da attribuire probabilmente a un complesso tra lo ione metallico Fe^{3+} e il legante S^{2-} .

Giallo: è presente in alcune zone nelle diverse placchette che connotano la legatura, ma è prevalentemente individuabile nel Sole dell'omonima placchetta. Esso è caratterizzato dall'utilizzo di stannato di piombo.

Incarnato: evidenziabile soprattutto nella colorazione dei volti, si dimostra opaco e deve il suo tono di colore presumibilmente al rame.

Nero: il colore nero è presente in pochi dettagli all'interno degli smalti, ad esempio nei capelli, negli occhi o in altri dettagli del viso dei personaggi oppure in alcuni particolari delle vesti. Si tratta sempre di nero opaco e il colore è ottenuto con sali di ferro.

Rosso: il rosso opaco, presente nel tondo del Sole o in quello dell'Evangelista Luca, indica una procedura realizzativa più complessa. La composizione



122. Punti di analisi XRF del piatto posteriore (cfr. Tabella 4, pp. 154-155).

Tabella 4 – Composizione percentuale di vetri e smalti analizzati nel piatto in oro

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	BaO	CaO	SnO ₂	Sb ₂ O ₃	PbO	CoO	CuO	Fe ₂ O ₃	MnO	Darkmatrix
nero Evangelista Luca	62.2	3.1	4.5	-	8.3	-	0.02	0.1	-	0.19	1.59	0.49	19.4
bianco Evangelista Luca	49.7	1.6	1.9	-	7.0	0.2	2.9	0.3	-	1.52	0.85	0.43	33.2
bianco Sole	75.1	2.9	1.1	-	7.8	-	3.0	-	-	0.24	0.50	0.05	9.1
blu Cristo	68.9	2.8	1.1	-	8.5	-	2.8	0.7	0.13	0.23	1.13	0.45	12.9
blu Evangelista Giovanni	54.7	2.3	2.2	-	7.6	-	3.7	2.3	0.11	1.25	0.97	0.39	23.9
blu Evangelista Luca	70.7	2.7	1.1	-	8.2	-	2.3	1.2	0.13	0.30	1.19	0.67	11.3
blu Evangelista Matteo	72.3	3.2	1.1	-	7.9	-	2.2	0.7	0.08	0.20	0.85	0.46	10.9
blu san Giovanni	70.3	3.4	2.0	-	7.6	-	3.6	2.1	0.19	0.32	1.09	0.99	8.2
blu Vergine	59.0	2.6	1.0	-	7.6	-	3.9	1.7	0.09	0.34	0.71	0.69	22.1
blu traslucido Cristo	63.5	1.7	1.1	-	8.3	-	-	-	0.11	0.21	0.96	0.90	23.1
blu traslucido Evangelista Giovanni	74.5	3.7	1.4	-	9.0	-	-	-	0.12	0.36	1.19	0.97	8.4
blu traslucido san Giovanni	67.7	4.0	1.3	-	7.5	-	-	-	0.17	0.28	1.67	1.07	16.1
blu traslucido Vergine	71.8	4.0	1.7	-	9.7	-	-	-	0.22	0.34	2.17	1.36	8.6

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	BaO	CaO	SnO ₂	Sb ₂ O ₃	PbO	CoO	CuO	Fe ₂ O ₃	MnO	Darkmatrix
giallo Sole	58.9	3.0	1.1	-	7.0	1.7	0.2	13.4	-	0.12	0.68	1.44	12.4
rosa Evangelista Matteo	67.5	3.4	3.7	-	7.3	-	1.0	0.4	-	0.17	0.71	0.09	15.5
rosa san Giovanni	74.6	4.4	2.0	-	8.5	-	0.7	-	-	0.10	0.91	0.09	8.5
rosa Sole	69.8	2.6	1.8	-	7.0	-	0.7	0.2	-	0.36	0.70	0.14	16.5
rosa Vergine	75.6	3.7	1.7	-	7.6	-	0.5	-	-	0.20	0.66	0.47	9.4
rosso Evangelista Luca	64.8	2.4	1.2	-	7.9	0.6	2.1	3.3	0.13	0.97	2.01	0.76	13.4
verde Cristo	53.0	1.9	1.9	-	5.3	0.1	0.7	2.3	-	1.90	0.56	0.09	31.9
verde libro san Giovanni	72.7	3.8	2.2	-	8.1	-	0.8	0.7	-	0.70	0.81	0.06	9.9
verde traslucido Sole	73.6	3.1	2.1	-	6.3	0.3	0.1	0.5	-	2.95	1.10	0.90	8.9
vetro incolore Evangelista Luca	76.0	3.6	1.6	-	9.9	-	-	-	-	0.33	0.83	2.41	5.2
vetro incolore Evangelista Giovanni	72.7	4.2	1.9	-	9.4	-	-	-	-	0.18	0.62	2.24	8.4
viola/porpora Cristo	69.2	4.5	14.9	0.28	9.1	-	-	0.1	-	0.13	0.41	1.06	0.1
viola/porpora san Giovanni	72.8	3.7	7.7	0.09	8.3	-	0.4	0.2	-	0.16	0.54	0.81	5.1
viola/porpora Vergine	75.5	3.9	3.1	0.05	8.4	-	-	-	-	0.19	0.45	2.33	5.9

indica il cromoforo rame, disperso in una matrice di stannato di piombo, opacizzata con antimonio di calcio.

Verde trasparente: osservabile prevalentemente nei tondi, è assimilabile come composizione al vetro trasparente, in cui l'agente cromoforo è lo ione rame (Cu^{2+}).

Verde opaco: si osserva prevalentemente sui bracci della croce e deve la sua opacità, come detto, alla presenza di sali di antimonio. Da notare la presenza di piombo che (come stannato o antimonio) forniva delle note gialle al tono colore finale. La colorazione è data anche in questo caso dallo ione rame. Si osservi come in questo caso anche l'effetto simile del ferro non venga calmierato dall'uso di manganese. Discorso a parte va fatto per il verde del libro nella placchetta di san Giovanni: in questo caso il cromoforo è lo ione ferro. Anche qui il suo effetto non è corretto dalla presenza di manganese.

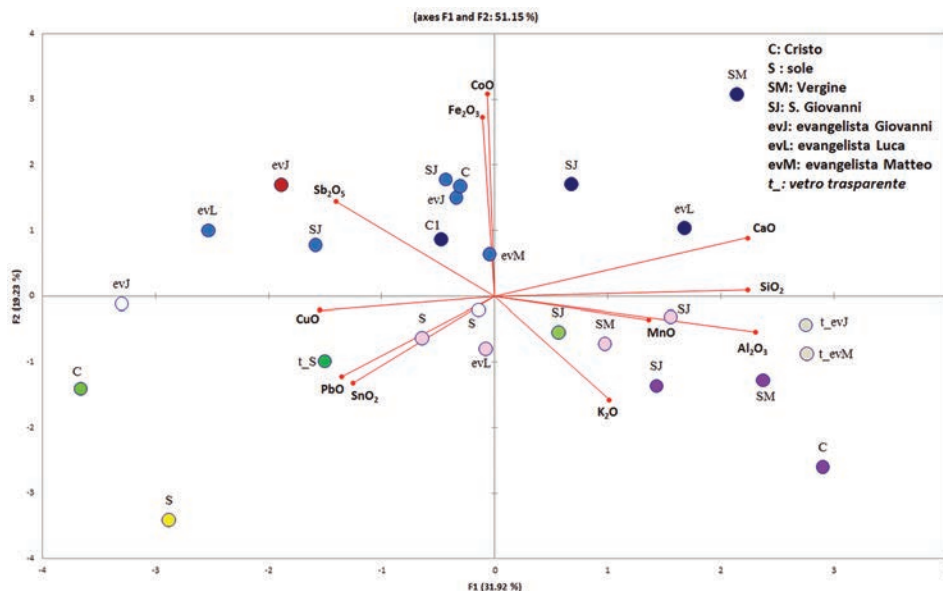
Viola/porpora: questo particolare vetro, praticamente privo di agenti opacizzanti, deve il suo colore alla presenza di ioni manganese. La cosa peculiare di questo vetro è l'elevato contenuto di potassio che per certi versi lo contraddistingue dalla restante tipologia manifatturiera. A connotare ulteriormente questo vetro sono la presenza di elementi quali il bario o il rubidio (non riportato), che sono fortemente correlati alla presenza di potassio e dunque legati alla fonte di approvvigionamento del fondente.

3.3.4. *Correlazione tra gli elementi del vetro*

Se si osserva il grafico in Fig. 123, che mostra attraverso particolari algoritmi di correlazione⁴⁰ la relazione che esiste tra i diversi elementi presenti nel vetro, si possono trarre alcune considerazioni finali. Oltre alla succitata relazione tra bario e potassio, presente nei vetri porpora, si possono osservare le influenze determinate dall'uso dello stannato di piombo, indice, quest'ultimo di un possibile processo di rifusione.

In tutti gli altri casi la composizione segue la classica produzione tardoromana, sia per quanto riguarda il metodo di colorazione che per quanto concerne la tecnica di opacizzazione. Si può concludere dunque che si è di fronte ad un riutilizzo di vetro e smalto sodico (da ceneri di piante litoranee) in un periodo compatibile con l'XI secolo, ove l'avvento di nuove tecniche di produzione e nuove materie prime portavano all'introduzione di variazioni composizionali che sarebbero divenute, da lì a poco, la tipologia classica dei vetri medievali.

40. Le tecniche matematiche di analisi multivariata consentono di visualizzare in maniera semplice l'informazione contenuta in un vasto set di dati, cosa che risulta difficile avendo i dati stessi in formato tabellare. Nell'analisi delle componenti principali o PCA una delle tecniche maggiormente usate, le variabili originarie (per esempio le concentrazioni di elementi chimici), vengono trasformate in nuove variabili matematiche che risultano da combinazioni lineari delle prime; in questo modo l'informazione presente nel set di dati, normalmente dispersa tra tutte le variabili, viene compressa nelle prime 2 o 3 nuove variabili, permettendo quindi di visualizzare in modo semplice, per esempio mediante un diagramma bivariato, una grande quantità della variabilità (ovvero dell'informazione) presente nel set di dati.



123. Grafico delle componenti principali (PCA) costruito dai dati quantitativi delle analisi XRF sui vetri.

3.4. Caratterizzazione dei materiali riempitivi dei due piatti

I materiali riempitivi dei due piatti assolvono compiti leggermente differenti. Nel piatto inferiore in oro il materiale steso sotto le placche dorate con smalti *cloisonné* ha essenzialmente il ruolo di adesivo, per consentire il fissaggio delle placche stesse alla tavola lignea, e di riempitivo per colmare lo spazio tra le placche e la tavola lignea. Nel piatto in argento, il materiale presente sotto la figura dell'Arcangelo Michele, oltre a fungere da adesivo e riempitivo, ha un ulteriore ruolo: deve consentire la lavorazione della lamina metallica all'esterno, e quindi essere sufficientemente resistente da sopportare i colpi di martello, ma allo stesso tempo abbastanza malleabile da permettere l'incisione delle figure riportate poi sul metallo. Troviamo indicazioni sulla composizione di questi materiali in Teofilo, che nel *De diversis artibus*, libro III, capitolo LIX dal titolo *Il preparato chiamato Tenax*, cita:

trita un pezzo di mattone o tegola e falla in polvere, poi sciogli della pece in un vaso di terracotta, aggiungi un po' di cera. Dopo che queste si sono sciolte insieme, mischiaci la tegola polverizzata e mescola con forza e versa dell'acqua, e quando comincia a raffreddarsi, intingi le tue mani nell'acqua e mescola a lungo fino a che puoi stendere e tirare questo preparato come una pelle.⁴¹

41. Caffaro, *Teofilo monaco*, 2000.

Più oltre, al capitolo LXXIV dal titolo *Lavoro a sbalzo*, fa invece riferimento al potere adesivo:

prendi della cera e scioglila in un contenitore di rame o terracotta e mischia con della tegola o della sabbia finemente tritata, in modo che siano due parti di questa e una terza di cera. Quando questa si è sciolta omogeneamente, girala vigorosamente con un cucchiaino di legno, quindi riempi le figure, o altro lavoro in rilievo che c'è da fare in oro, argento e rame; quando si è raffreddato, attaccalo dove vuoi.⁴²

Il materiale riempitivo avrebbe dunque una doppia natura chimica: una parte inorganica composta da materiale a base silicea come sabbia, argilla o polvere di mattone, che funge da massa inerte su cui lavorare il metallo; una parte organica a base di cera d'api o pece che svolge l'azione adesiva.

Nella letteratura scientifica esistono poche informazioni su questo materiale così umile ma al tempo stesso così fondamentale nell'oreficeria medievale. Cucchiara⁴³ hanno analizzato il riempitivo contenuto nella Corona Ferrea (V-IX secolo) conservata presso il Museo del Tesoro del Duomo di Monza, identificando cera d'api mista ad argilla e quarzo. Riganti,⁴⁴ nell'analisi del materiale usato per il Crocifisso del San Michele a Pavia (XII secolo) hanno trovato una composizione simile per una prima fase, e una composizione a base di resina vegetale mista a polvere di mattoni e ossa per una fase successiva. Herm⁴⁵ nello studio sulla *Châsse des Enfants de Saint Sigismond*, conservata presso l'abbazia di Saint-Maurice d' Agaune in Svizzera, ha identificato cera d'api e resine a base di diterpenoidi. Giostra⁴⁶ hanno studiato il materiale all'interno di una fibbia di provenienza ostrogota (V-VI secolo d.C.) rinvenuta a Tortona, identificando cera d'api, bianco d'uovo e quarzo. Infine, un recente lavoro di tesi presso la Facoltà di Scienze MFN dell'Università degli Studi del Piemonte Orientale⁴⁷ ha permesso di studiare approfonditamente i materiali riempitivi di alcune opere di oreficeria di area piemontese-lombarda, tra cui quelli della legatura di Vercelli.

A differenza delle gemme, che sono composte per lo più da un'unica molecola, i materiali in questione sono composti da decine o centinaia di composti differenti, di natura chimica molto diversa, per di più derivanti dalla miscelazione intenzionale di due o più macrocomponenti. Pertanto, vista la complessità di composizione, è stato necessario effettuare microprelievi di materiale sui quali impiegare tecniche analitiche molto potenti.⁴⁸ Nel piatto anteriore in argento il

42. *Ibid.*

43. Cucchiara *et al.*, *Analisi*, 1998.

44. Riganti *et al.*, *Analisi*, 2004.

45. Herm, *La Châsse*, 2006.

46. Giostra *et al.*, *The Ostrogothic Buckle*, 2008.

47. Agosta, *Caratterizzazione*, 2012.

48. I prelievi sono stati autorizzati dall'allora Soprintendenza per i Beni Storici, Artistici ed Etnoantropologici del Piemonte, in data 29/12/2011 (Prot. 12713 34.16.09), su richiesta della Fondazione Museo del Tesoro del Duomo e Archivio Capitolare. Gli autori ringraziano il Presidente della Fondazione, Enzo Pozzolo, Anna Cerutti Garlanda, Archivistica dell'Archivio Capitolare di Vercelli, e Timoty Leonardi, Conservatore Manoscritti e Rari della Biblioteca Capitolare di Vercelli.



124. Punti di prelievo del materiale adesivo nei due piatti della coperta di Vercelli.

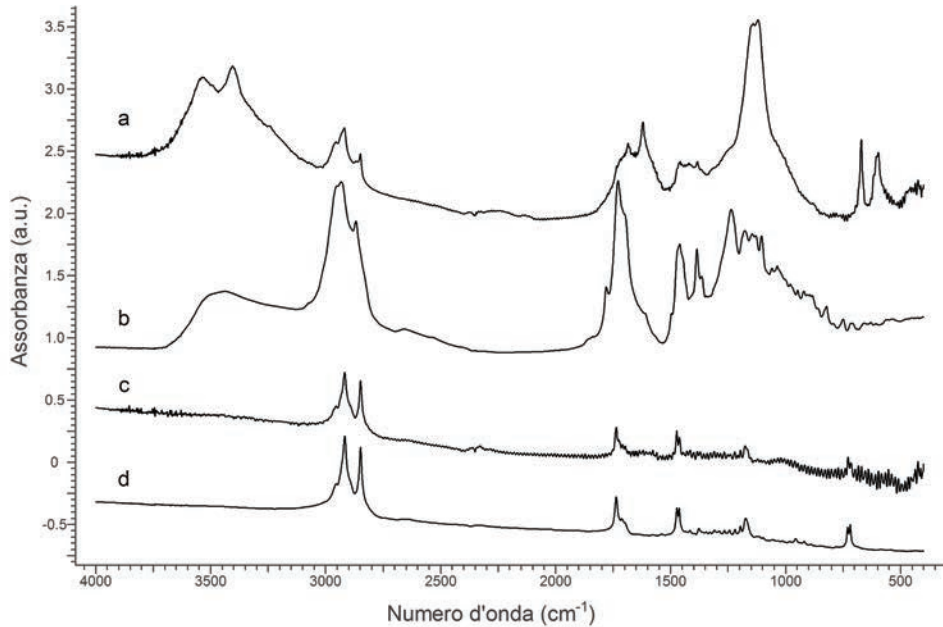
campione è stato prelevato attraverso la frattura sul volto dell'Arcangelo Michele; nel piatto in oro, la lacuna del medaglione dell'Evangelista Marco in basso a sinistra ha notevolmente agevolato il campionamento (Fig. 124).

Una prima identificazione è stata effettuata mediante la spettroscopia FT-IR (Fig. 125). Essa ha permesso di identificare la cera d'api nel materiale del piatto argento, mentre nel caso del piatto aureo si può ipotizzare la presenza di *colofonia*, una resina vegetale gialla, solida e trasparente, che si ottiene come residuo dalla distillazione delle resine di conifere della famiglia delle *Pinaceae*; in questo caso il materiale, confrontato con uno standard di colofonia, sembra in avanzato stato d'invecchiamento, a differenza del materiale del piatto argento che risulta in ottimo stato di conservazione e perfettamente affine ad uno standard di cera d'api.

Risulta evidente come i materiali adesivi dei due piatti siano alquanto differenti. Ciò è confermato dall'analisi in diffrazione di raggi X o XRD: per il piatto argento il materiale contiene quarzo e alluminosilicati (indici di materiale argilloso) oltre alla cera d'api, per il piatto aureo sono presenti quarzo, diverse forme di solfato di calcio (anidrite, bassanite e gesso) e un solfuro alluminato di calcio.

Infine, l'analisi GC-MS, eseguita sul solo materiale del piatto aureo, ha confermato che la parte organica è costituita da colofonia, attraverso l'identificazione dell'acido deidroabietico, tipico marker chimico della resina da *Pinaceae*.⁴⁹

49. Colombini – Modugno, *Organic materials*, 2009.

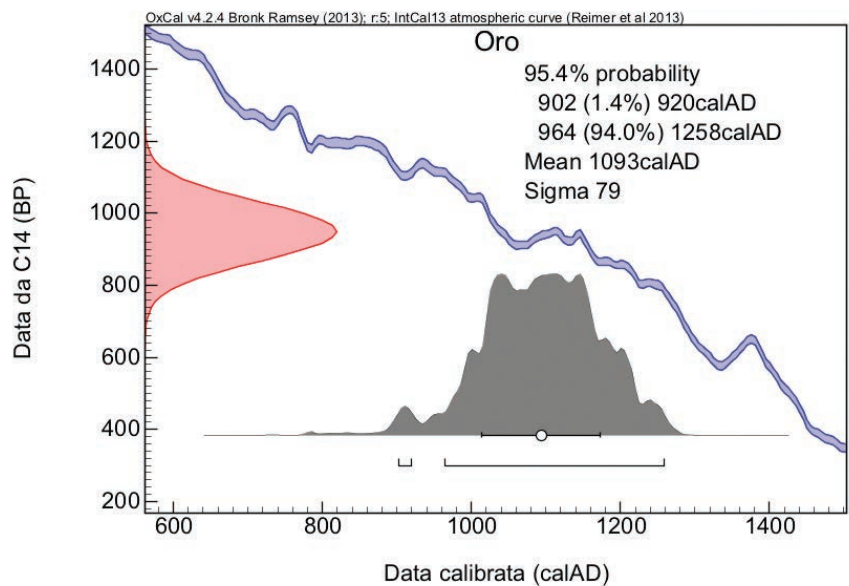
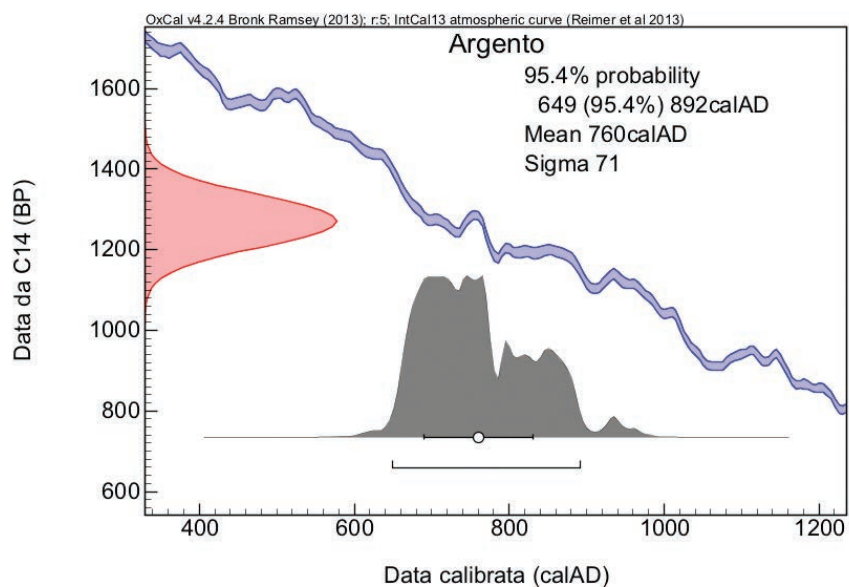


125. Spettri FTIR dei materiali adesivi della coperta di Vercelli: a) adesivo del piatto posteriore; b) colofonia standard; c) adesivo del piatto anteriore; d) cera d'api standard.

Oltre a fornire informazioni riguardanti l'aspetto tecnologico, l'analisi del materiale riempitivo ha svolto un altro ruolo importantissimo: il materiale fornisce infatti l'unica possibilità di una datazione accurata su base scientifica all'interno del manufatto, a parte le tavole lignee. Questo è possibile attraverso la datazione con il metodo noto come radiocarbonio ^{14}C che permette di avere una data a partire dalla morte dell'organismo da cui si è prodotto il materiale. Nel caso presente, la presenza massiva della cera d'api nel riempitivo del piatto argento data il momento in cui questo prodotto è stato secreto dalle api; per il piatto aureo, si data il momento in cui la resina è stata secreta dalla pianta. In entrambi i casi, ovviamente, le date non corrispondono al momento in cui il materiale è stato impiegato nella manifattura della legatura, ma costituiscono almeno una data *post quem*. La datazione al radiocarbonio, effettuata presso un laboratorio esterno, ha fornito i seguenti risultati:

Piatto argento (riferimento: cera d'api): con una probabilità del 95.4% ($\pm 2\sigma$), la data si colloca all'interno dell'intervallo 650-891 d.C., mentre con una probabilità del 68.2% ($\pm 1\sigma$) la data si colloca all'interno dell'intervallo 665-782 d.C. (Fig. 126);

Piatto aureo (riferimento: colofonia): con una probabilità del 95.4% la data si colloca all'interno dell'intervallo 965-1258 d.C., mentre con una probabilità del 68.2% la data si colloca all'interno dell'intervallo 1017-1173 d.C. (Fig. 127).



126. Datazione con metodo al radiocarbonio del materiale adesivo del piatto anteriore.

127. Datazione con metodo al radiocarbonio del materiale adesivo del piatto posteriore.

4. *Conclusioni*

La legatura del Codice C è stata caratterizzata quasi interamente con tecniche non invasive. I risultati di questo studio diagnostico permettono di apprezzare ancora di più le ragioni che ne fanno un'opera di grande valore dell'oreficeria medievale. I dati provenienti dall'analisi dei materiali mostrano la grande conoscenza delle materie prime e delle loro proprietà tecnologiche da parte degli artigiani che hanno creato l'opera.

Le lamine metalliche risultano impiegate con un occhio alle proprietà dei metalli nobili (duttilità, malleabilità) e uno all'aspetto cromatico, gestito con sapienza nel miscelare oro e rame.

L'analisi di smalti e vetri ha permesso di configurare il processo di lavorazione con cui sono stati ottenuti i materiali vetrosi, la loro colorazione e opacizzazione. Ciò ha consentito di inserire l'opera dell'artigiano nel solco della tradizione vetraria tardoromana.

Lo studio delle gemme, poi, rafforza il confronto con altri manufatti analoghi quali la Pace di Ariberto di Milano e la Pace di Chiavenna, alle quali la legatura di Vercelli sembra affiancarsi per quanto riguarda il corredo decorativo, affatto paragonabile per pregio dei materiali impiegati. Anche la scelta di usare paste vitree (se si tratta di una scelta originale e non, invece, di una sostituzione postuma) rientra nella consuetudine per opere di questo genere, trattandosi peraltro di materiale di sicura produzione medievale. Attraverso l'analisi chimica e il confronto con la letteratura scientifica è stato possibile ipotizzare l'origine geografica per alcune delle gemme più preziose.

Infine, l'analisi del materiale adesivo, più complessa in quanto trattasi di materiale multicomposito, ha permesso di avere ulteriori informazioni sulle tecniche di oreficeria, oltre ad aver fornito un importante punto fermo nell'interpretazione della datazione dell'intera opera attraverso l'analisi al radiocarbonio.

Bibliografia

- Aceto, Maurizio – Agostino, Angelo – Boccaleri, Enrico – Bergamaschi, Francesca, *Caratterizzazione della copertina del Liber Evangeliorum con tecniche portatili*, in *Atti del III Congresso Nazionale IGIIC. Lo Stato dell'Arte*, (Palermo, 22-24 settembre 2005), 24-32 (2005), pp. 24-31.
- Aceto, Maurizio – Agostino, Angelo – Cerutti Garlanda, Anna, *Analytical investigations on a XI century precious manuscript binding with portable spectroscopic techniques*, poster presentato a: 37th International Symposium on Archaeometry, (Siena, 12-16 Maggio 2008).
- Aceto, Maurizio – Agostino, Angelo – Picollo, Marcello – Bacci, Mauro – Castronovo, Simonetta, *Autenticazione di opere di oreficeria limosina mediante analisi FORS e analisi multivariata*, in *Atti del Congresso tematico AIAR09*, a cura di Mariangela Vandini, Bologna 2010.
- Agosta Eleonora, *Caratterizzazione di materiali adesivi e di riempimento usati nella oreficeria medievale*, tesi di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche, Università degli Studi del Piemonte Orientale, a.a. 2011/2012.
- Agostino, Angelo, *Authentication of Limoges Enamels by Non-Invasive Techniques: the Larcade Collection*, in *Proceedings of 3rd Biennial Expert Meeting on Enamel on Metal Conservation*, New York 2010.
- Agostino, Angelo, *Non-invasive Analysis of Manuscripts Covers: Portable X-ray Fluorescence Enlightening Medieval Jewellery Masterpieces*, in *Proceedings of 4rd Biennial Expert Meeting on Enamel on Metal Conservation*, Barcelona 2012.
- Agostino, Angelo – Aceto, Maurizio – Castronovo, Simonetta, *Autenticazione di opere di oreficeria limosina mediante analisi di Fluorescenza di Raggi X e analisi multivariata. La "Collection Larcade"*, in *Atti del Congresso tematico AIAR09*, a cura di Mariangela Vandini, Bologna 2010.
- Agostino, Angelo – Aceto, Maurizio – Fenoglio, Gaia – Operti, Lorenza, *Analisi non invasive sugli smalti limosini medievali di Palazzo Madama*, in *Smalti di Limoges del XIII secolo*, a cura di Simonetta Castronovo, Savigliano 2014, pp. 211-239.
- Allzeit, Sarah-Marlene, *Das Mathilden-Kreuz*, in *Mathilde. Glanzzeit des Essener Frauenstifts*, a cura di Birgitta Falk e Andrea von Hülsen-Esch, Essen 2011, pp. 158-159.

- Anheuser, Kilian, *The Practice and Characterization of Historic Fire-Gilding Techniques*, in «The Journal of the Minerals, Metals & Materials Society», 49 (1997), pp. 58-62.
- Aureggi Ariatta, Olimpia – Ariatta, Margherita, *Le gemme nella “Pace” di Chiavenna. Problematiche, fonti e metodi di studio*, «Bollettino della Società Storica Valtellinese», 55 (2002), pp. 7-15.
- Auriscichio, Carlo – Corami, Alessia – Ehrman, Silvana – Graziani, Giorgio – Nunziante Cesaro, Stella, *The Emerald and Gold Necklace from Oplontis, Vesuvian Area, Naples, Italy*, in «Journal of Archaeological Science», 33 (2006), pp. 725-734.
- Bandera, Sandrina, *L'altare d'oro di Sant'Ambrogio*, Milano 2006.
- Bandera, Sandrina, *L'altare di Sant'Ambrogio: indagine storico-artistica*, in *L'altare d'oro di Sant'Ambrogio*, a cura di Carlo Capponi, Milano 1996, pp. 73-111.
- Bandera, Sandrina, *Ariberto, tra vecchio e nuovo millennio*, in *Il Crocifisso di Ariberto: un mistero millenario intorno al simbolo della cristianità*, a cura di Ernesto Brivio, Milano 1997, pp. 57-88.
- Bandera, Sandrina, *L'Evangelario di Ariberto. Un messaggio salvifico offerto alla sua città*, in *Evangelario di Ariberto. Un capolavoro dell'oreficeria medievale lombarda*, a cura di Alessandro Tomei, Milano 1999, pp. 51-68.
- Beccaria, Augusto, *Angelo Maria Bandini in Piemonte. Dal suo diario di viaggio, 9-23 nov. 1778*, in «Miscellanea di Storia Italiana», S. III, vol. XIV (1909), pp. 239-268.
- Beissel, Stephan, *Geschichte der Evangelienbücher in der ersten Hälfte des Mittelalters*, Freiburg i. B. 1906.
- Bergamaschi, Francesca, *Legatura del Codice «C»*, in *Et Verbum caro factum est. La Bibbia oggi e la sua trasmissione nei secoli*, Catalogo della Mostra, a cura di Sofia Uggé e Gianmario Ferraris, Vercelli 2005, pp. 48-50.
- Bertelli, Carlo, *Tre secoli di pittura milanese*, in *Milano e la Lombardia in età comunale. Secoli XI-XIII*, Catalogo della Mostra, Milano 1993, pp. 174-188.
- Beuckers, Klaus Gereon, *Farbiges Gold. Die ottonischen Kreuze in der Domschatzkammer Essen und ihre Emails*, Essen 2006 (Fotografie di Ulrich Knapp).
- Bianchi, Grazia, *La coperta d'argento sbalzato e dorato*, in *L'Evangelario di Novara. Legatura d'argento dorato e manoscritto Cl. 22653 del Musée de Cluny a Parigi*, Novara 1990.
- Bloch, Peter, *Romanische Bronzekreuzfixe*, Berlin 1992 (Bronzegeräte des Mittelalters, 5).
- Bollati, Milvia, *La miniatura al tempo di Ariberto di Intimiano*, in *Ariberto da Intimiano. Fede, potere e cultura a Milano nel secolo XI*, a cura di Ettore Bianchi, Martina Basile Weatherhill, Miriam Rita Tessera, Manuela Beretta, Cinisello Balsamo 2007, pp. 259-267.
- Brizio, Anna Maria, *Catalogo delle cose d'arte e di antichità d'Italia. Vercelli*, Roma 1935.

- Brizio, Anna Maria, *Il tesoro della cattedrale di Vercelli*, in «L'Arte», n.s., VI (1935), pp. 48-57.
- Brusa, Gionata, *Iter Eusebianum*, in «Rivista Internazionale di Musica Sacra», 27/1 (2006), pp. 31-67.
- Brusa, Gionata – Dell'Oro, Ferdinando S.D.B., *Usus psallendi ecclesiae Vercellensis. (Vercelli, Biblioteca Capitolare, cod. LIII)*, Roma 2009 (Monumenta Italiae Liturgica, 4; Bibliotheca Ephemerides liturgicae. Subsidia, 149).
- Buckton, David, *Bogus Byzantine Enamels in Baltimore and Washington, D.C.*, in «The Journal of the Walters Art Gallery», 46 (1988), pp. 11-24.
- Buckton, David, *Byzantine Enamel and the West*, in «Byzantinische Forschungen», XIII (1988), pp. 235-244.
- Buckton, David, *The Enamel of Doge Ordelauffo Falier in the Pala d'Oro in Venice*, in «Gesta», 39 (2000), pp. 43-49.
- Buckton, David, *Enamelling on Gold. A historical perspective*, in «Gold Bulletin», 15 (1982), pp. 101-109.
- Buckton, David, *Theophilus and Enamel*, in *Studies in Medieval Art and Architecture Presented to Peter Lasko*, a cura di David Buckton e Thomas Alexander Heslop, London 1994, pp. 1-13.
- Burger, Willy, *Abendländische Schmelzarbeiten*, Berlin 1930.
- Bussagli, Marco, *L'Evangelario di Ariberto d'Intimiano. Percorsi iconologici*, in *Evangelario di Ariberto. Un capolavoro dell'oreficeria medievale lombarda*, a cura di Alessando Tomei, Milano 1999, pp. 81-105.
- Butini, Enrico – Aliprandi, Riccardo, *Le gemme di Oplontis: aspetto gemmologico*, in *Gli ori di Oplontis: gioielli romani dal suburbio pompeiano*, a cura di Antonio D'Ambrosio, Napoli 1987.
- Caffaro, Adriano, *Teofilo monaco. Le varie arti. De diversis artibus. Manuale di tecnica artistica medievale*, Salerno 2000.
- Calderoni Masetti, Anna Rosa, *Oreficerie in Lombardia nei secoli XI e XII: continuità e innovazione*, in *Medioevo: arte lombarda*, Atti del Convegno internazionale di studi, Parma, 26-29 settembre 2001 (*I Convegni di Parma*, 4), a cura di Arturo Carlo Quintavalle, Milano 2004, pp. 54-66.
- Calligaro, Thomas – Colinart Sylvie, Poirot Jean-Paul, Sudres Christel, *Combined external-beam PIXE and μ -Raman characterisation of garnets used in Merovingian jewelry*, in «Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B», 189 (2002), pp. 320-327.
- Calligaro, Thomas – Dran, Jean-Claude – Poirot, Jean-Paul – Querre, Guirec – Salomon, Joseph – Antoine, Eugene – Perea, Alicia, *Sourcing of Emeralds from the Visigothic Treasure of Guarrazar by Accelerator-Based Methods*, in *Proceedings of the 32nd International Symposium of Archaeometry*, Mexico City 2001.
- Caselgrandi, Giovanna, *Smalti medioevali cloisonnés (X-XIII). Uno sguardo al patrimonio italiano*, in «Venezia Arti», (2007), pp. 19-26.

- Castronovo, Simonetta, *Manoscritti romanici nella Biblioteca Capitolare di Vercelli*, in *Piemonte romanico*, a cura di Giovanni Romano, Torino 1994, pp. 316-333.
- Cellini, Benvenuto, *Due trattati. Uno intorno alle otto principali arti dell'oreficeria. L'altro in materia dell'arte della Scultura, etc.*, Firenze, Valente Panizzi e Marco Pero 1568.
- Cellini, Benvenuto (trad. Ashbee Charles), *The Treatises of Benvenuto Cellini on Goldsmithing and Sculpture*, Whitefish 2010.
- Cerutti Garlanda, Anna, *Legatura del Codice «A»*, in *Et Verbum caro factum est. La Bibbia oggi e la sua trasmissione nei secoli*, Catalogo della Mostra, a cura di Sofia Uggé e Gianmario Ferraris, Vercelli 2005, pp. 40-42.
- Clark, Robin – van der Weerd, Jaap, *Identification of Pigments and Gemstones on the Tours Gospel: The Early 9th Century Carolingian Palette*, in «Journal of Raman Spectroscopy», 35 (2004), pp. 279-283.
- Colombini, Maria Perla – Modugno, Francesca, *Organic materials in art and archaeology*, in *Organic mass spectrometry in art and archaeology*, a cura di Maria Perla Colombini e Francesca Modugno, Chichester 2009, p. 15.
- Crivello, Fabrizio, *La miniatura a Bobbio tra IX e X secolo e i suoi modelli carolingi*, Torino- London-Venezia 2001.
- Crivello, Fabrizio, «*Minima Bobiensia*»: nuove osservazioni sulla miniatura a Bobbio tra IX e X secolo, in *Nuove ricerche sui codici in scrittura latina dell'Ambrosiana*, Atti del Convegno (Milano, 6-7 ottobre 2005), a cura di Mirella Ferrari e Marco Navoni, Milano 2007, pp. 45-51.
- Crivello, Fabrizio, *Le «Omellerie sui Vangeli» di Gregorio Magno a Vercelli. Le miniature del MS. CXLVIII-8 della Biblioteca Capitolare*, Firenze 2005 (Archivum Gregorianum, 6).
- Cucchiara, Antonino – Mairani, Angelita – Mannoni, Tiziano, *Analisi dei granuli di stucco terroso*, in *La Corona Ferrea nell'Europa degli Imperi. Volume II: Alla scoperta del prezioso oggetto*, a cura di Graziella Buccellati, Milano 1998, pp. 52-60.
- De Bány-Oberschall, Magda, *Localization of the Enamels of the Upper Hemisphere of the Holy Crown of Hungary*, in «The Art Bulletin», 31 (1949), pp. 121-126.
- De Francovich, Géza, *Arte carolingia ed ottoniana in Lombardia*, in «Römisches Jahrbuch für Kunstgeschichte», VI (1942-1944), pp. 114-255.
- De Michele, Vincenzo, *Considerazioni gemmologiche*, in *Giornata di studi: La Pace di Chiavenna svelata. Umanisti e scienziati rileggono un capolavoro dell'oreficeria medioevale*, Chiavenna, 24 marzo 2012 [in corso di stampa].
- De Michele, Vincenzo – Manzini, Gualtiero, *Munera Imperialia. Analisi delle gemme del Duomo di Monza*, Milano 1993.
- Desrosiers, Sophie, *Le tissu employé dans la reliure*, in *L'Evangelario di Novara. Legatura d'argento dorato e manoscritto Cl. 22653 del Musée de Cluny a Parigi*, Novara 1990, pp. 118-121.
- Durand, Jannic, *L'orfèverie du Saint Empire à l'époque romane*, in *Louvre. Trésors du Moye Age*, Paris 1993-1994 («Dossier de l'Art», 169).

- Eckenfels-Kunst, Sibylle E., *Goldemails. Untersuchungen zu ottonischen und frühsalischen Goldzellenschmelz*, Berlin 2008.
- Eckenfels-Kunst, Sibylle E., *Kostbar wie Edelstein. Zur Verwendung ottonischer Emails*, in *Die Ottonen, Kunst – Architektur – Geschichte*, a cura di Klaus Gereon Beuckers, Johannes Cramer e Michael Imhof, Petersberg 2006, pp. 175-189.
- Effenberger Arne, *Byzantinische Kunstwerke im Besitz deutscher Kaiser; Bischöfe und Klöstern im Zeitalter der Ottonen*, in *Bernward von Hildesheim und das Zeitalter der Ottonen*, Catalogo della Mostra, a cura di Michael Brandt e Arne Eggenbrecht, Hildesheim- Mainz a. Rh. 1993, I, pp. 145-159.
- Ehrle, Franz, *Della conservazione e del restauro dei manoscritti antichi*, in «Rivista delle biblioteche e degli archivi», IX (1898), pp. 5-11 e 19-25.
- Elbern, Victor H., *Mailand – spätantike Kaiserstadt. Nachwirkungen in der Kunst des frühen Mittelalters*, in «Aachener Kunstblätter», 58 (1989/90), pp. 11-31 (riedito in: Id. *Fructus Operis. Kunstgeschichtliche Aufsätze aus fünf Jahrzehnten*, (Zum 80. Geburtstag des Verfassers), a cura di Piotr Skubiszewski, Regensburg 1998, pp. 262-282).
- Elbern, Victor H., *Über die Ornamentik am Goldaltar von Mailand*, in «Arte Medievale», N.S. 5 (2006), 1, pp. 9-20.
- Ferraris, Giuseppe, *Le chiese “stazionali” delle rogazioni minori a Vercelli dal sec. X al sec. XIV*, a cura di Giorgio Tibaldeschi, Vercelli 1995.
- Fillitz, Hermann, *Ottonische Goldschmiedekunst*, in *Bernward von Hildesheim und das Zeitalter der Ottonen*, Catalogo della Mostra, a cura di Michael Brandt e Arne Eggenbrecht, Hildesheim-Mainz a. Rh. 1993, I, pp. 173-190.
- Frazer, Margaret E., *Early Byzantine Silver Book Covers*, in *Ecclesiastical Silver Plate in Sixth-Century Byzantium*, a cura di Susan A. Boyd e Marlia Mundell Mango, Atti del Simposio (Baltimore, Walter Art Gallery, 16-18 maggio 1986), Washington D.C. 1992, pp. 71-76.
- Freestone, Ian – Jackson-Tal, Ruth – Tal, Oren, *Raw Glass and the Production of Glass Vessels at Late Byzantine Apolloni-Arsuf, Israel*, in «Journal of Glass», 50 (2008), pp. 67-80.
- Freestone, Ian – Ponting, Matthew – Hughes, Michael, *The Origin of Byzantine Glass from Maroni Petrera, Cyprus*, in «Archaeometry», 44 (2002), pp. 257-272.
- Gauthier, Marie-Madeleine, *Émaux du moyen âge*, Fribourg 1972.
- Gavinelli, Simona, *L'archivio e la biblioteca di San Giulio d'Orta*, in «Novarien», 27 (1997), pp. 19-93.
- Gavinelli, Simona, *Scheda IV.12. Legatura del codice “C”*, in *Matilde di Canossa. Il Papato, l'Impero. Storia, arte, cultura alle origini del romanico*, Catalogo della Mostra, a cura di Renata Salvarani e Liana Castelfranchi, Cinisello Balsamo 2008, pp. 333-334.
- Gavinelli, Simona, *Scheda IV. Evangelistario*, in *Et Verbum caro factum est. La Bibbia oggi e la sua trasmissione nei secoli*, Catalogo della Mostra, a cura di Sofia Uggé e Gianmario Ferraris, Vercelli 2005, pp. 45-47.
- Gavinelli, Simona, *Scheda V.13. Sacramentario ambrosiano iemale*, in *Matilde di Canossa. Il Papato, l'Impero. Storia, arte, cultura alle origini del romanico*,

- Catalogo della Mostra, a cura di Renata Salvarani e Liana Castelfranchi, Cinisello Balsamo 2008, pp. 334-335.
- Gavinelli, Simona, *Scheda V.14. Sacramentario gregoriano*, in *Matilde di Canossa. Il Papato, l'Impero. Storia, arte, cultura alle origini del romanico*, Catalogo della Mostra, a cura di Renata Salvarani e Liana Castelfranchi, Cinisello Balsamo 2008, pp. 335-336.
- Gavinelli, Simona, *Scheda V.17. Sacramentario iemale*, in *Matilde di Canossa. Il Papato, l'Impero. Storia, arte, cultura alle origini del romanico*, Catalogo della Mostra, a cura di Renata Salvarani e Liana Castelfranchi, Cinisello Balsamo 2008, pp. 337-338.
- Gavinelli, Simona, *Scheda VIII. Sacramentario*, in *Et Verbum caro factum est. La Bibbia oggi e la sua trasmissione nei secoli*, Catalogo della Mostra, a cura di Sofia Uggé e Gianmario Ferraris, Vercelli 2005, pp. 55-56.
- Georgius Agricola (trad. Herbert Hoover e Lou Henry Hoover), *De re metallica*, New York 1950.
- Ginnasi, Andrea, *La stauroteca di Limburg an-der-Lahn. Devozione e lusso nel mondo bizantino*, in «Acme», LXII, fasc. I (2009), pp. 97-130.
- Giostra, Caterina – Bruni, Silvia – Guglielmi, Vittoria – Rottoli, Mauro – Retto-re, Elena, *The Ostrogothic Buckle with Cloisonné Decoration from Tortona (Italy)*, in «Archäologisches Korrespondenzblatt», 38 (2008), pp. 577-596.
- Giuliani, Gaston – Chaussidon, Marc – Schubnel, Henri-Jean – Piat, Daniel – Rollion-Bard, Claire – France-Lanord, Christian – Giard, Didier – De Narvaez, Daniel – Rondeau, Benjamin, *Oxygen Isotopes and Emerald Trade Routes Since Antiquity*, in «Science», 287 (2000), pp. 631-633.
- Goll, Jürg, *Stuck in Müstair*, in *Die Zeit Karls des Grossen in der Schweiz*, a cura di Markus Riek, Jürg Goll, Georges Descœudres, Zürich 2013, pp. 154-157.
- Guerra, Maria Filomena – Calligaro, Thomas – Perea Alicia, *The Treasure of Guarrazar: Tracing the Gold Supplies in the Visigothic Iberian Peninsula*, in «Archaeometry», 49 (2007), pp. 53-74.
- Hackenbroch, Yvonne, *Italienisches Email des frühen Mittelalters*, Basel 1938.
- Hänni, Henry – Schubiger, Benno – Kiefert, Lore – Häberli, Sabine, *Raman Investigations on Two Historical Objects from Basel Cathedral: the Reliquary Cross and Dorothy Monstrance*, in «Gems & Gemology», 34 (1998), pp. 102-125.
- Haseloff, Günther, *Email im frühen Mittelalter*, Marburg 1990.
- Herm, Christoph, *La Châsse des Enfants de saint Sigismond de l'Abbaye de Saint-Maurice: analysis of the filler material using graphite-assisted laser desorption/ionisation mass spectrometry*, in *Medieval Reliquary Shrines and Precious Metal Objects*, a cura di Kilian Anheuser e Christine Werner, London 2006, pp. 17-24.
- Hernad, Béatrice, 36. *Perikopenbuch Heinrichs II. (Evangelistar)*, in *Pracht auf Pergament. Schätze der Buchmalerei von 780 bis 1180*, Catalogo della Mostra, München 2012, pp. 176-181.

- Ieni, Giulio, s.v. *Vercelli*, in *Enciclopedia dell'Arte Medievale*, vol. XI, Roma 2000, pp. 554-558.
- Iter Liturgicum Italicum*, a cura di Giacomo Baroffio, Padova 1999.
- Janssens, Koen, *Modern Methods for Analysing Archaeological and Historical Glass*, Chichester 2013.
- Jenkins, Ron – Gould, Robert – Gedcke, Dale, *Quantitative X-Ray Spectrometry*, New York 1995.
- Kaufmann, Daniela, *Das Otto-Mathilden-Kreuz*, in *Mathilde. Glanzzeit des Essener Frauenstifts*, a cura di Birgitta Falk e Andrea von Hülsen-Esch, Essen 2011, pp. 107-110.
- Kolesov, Boris – Geiger, Charles, *Raman Spectra of Silicate Garnets*, in «Physics and Chemistry of Minerals», 25 (1998), pp. 142-151.
- Kuder, Ulrich, 17. *Uta-Evangelistar*, in *Regensburger Buchmalerei: von frühkarolingischer Zeit bis zum Ausgang des Mittelalters*, Catalogo della Mostra, a cura di Florentine Mütterich e Karl Dachs, München 1987, pp. 33-34, tav. 9.
- Kuder, Ulrich, 20. *Evangelistar*, in *Regensburger Buchmalerei: von frühkarolingischer Zeit bis zum Ausgang des Mittelalters*, Catalogo della Mostra, a cura di Florentine Mütterich e Karl Dachs, München 1987.
- Lasko, Peter, *Ars Sacra. 800-1200 (second edition)*, New Haven and London 1994.
- László, Peter, *The Holy Crown of Hungary. Visible and Invisible*, in «The Slavonic and East European Review», 81, 3 (2003), pp. 421-510.
- Lepie, Herta, *Pala d'Oro. Der Goldaltar*, in *Pala d'Oro. Der Goldaltar im Aachener Dom. Ottonische Wandmalereien im Aachener Dom*, (Karlsverein-Dombauverein Schriftenreihe, Bd. 5), Aachen 2002, pp. 4-26.
- Lepie, Herta, *Pala d'Oro. Der Goldaltar im Dom zu Aachen*, Köln 1996.
- Lepie, Herta – Minkenbergh, Georg, *Die Schatzkammer des Aachener Domes*, Aachen 1995.
- Little, Charles T., *Avori milanesi del X secolo*, in *Il millennio ambrosiano. La città del vescovo dai Carolingi al Barbarossa*, a cura di Carlo Bertelli, Milano 1988, pp. 82-101.
- Little, Charles T., *Reliquary Crucifix*, in *The Art of Medieval Spain. A. D. 500—1200*, Catalogo della Mostra (New York, The Metropolitan Museum of Art, Novembre 1993 – Marzo 1994), New York 1993, pp. 271-272.
- Lomartire, Saverio, *La coperta del Liber Evangeliorum, Codice C, della Biblioteca Capitolare di Vercelli*, in *Il Nuovo Evangeliaro Ambrosiano. La bellezza nella Parola*, a cura di Umberto Bordoni e Norberto Valli, Cinisello Balsamo 2011, pp. 47-55.
- Lomartire, Saverio, *Miniature bobbiesi. Excursus*, in *La Pittura in Italia. L'altomedioevo*, a cura di Carlo Bertelli, Milano 1994, pp. 432-440.
- Lomartire, Saverio, «*Ut aula Domini resplendeat*». *Riflessioni su Ariberto di Intimiano committente*, in *Ariberto da Intimiano. Fede, potere e cultura a Milano nel secolo XI*, a cura di Ettore Bianchi, Martina Basile Weatherhill, Miriam Rita Tessera, Manuela Beretta, Cinisello Balsamo 2007, pp. 41-69.

- Lorenzoni, Giovanni, *La Pala d'Oro di San Marco*, Firenze 1965.
- Lowden, John, *The Word Made Visible: The Exterior of the Early Christian Book as Visual Argument*, in *The Early Christian Book*, a cura di William E. Klingshirn e Linda Safran, Washington D.C. 2007, pp. 13-47.
- Maggioni, Chiara, *Un capolavoro dell'oreficeria ottoniana milanese: la Pace di Chiavenna*, in «Arte lombarda», N.S. 116 (1996), p. 8-18.
- Maggioni, Chiara, *L'evangelario erratico ora a Chiavenna*, in *Il Nuovo Evangelario Ambrosiano. La bellezza nella Parola*, a cura di Umberto Bordoni e Norberto Valli, Cinisello Balsamo 2011, pp. 32-38.
- Maggioni, Chiara, «*Fulgeat ecclesie*»: *le committenze orafe di Ariberto*, in *Ariberto da Intimiano. Fede, potere e cultura a Milano nel secolo XI*, a cura di Ettore Bianchi, Martina Basile Weatherhill, Miriam Rita Tessera, Manuela Beretta, Cinisello Balsamo 2007, pp. 269-287.
- Malaguzzi, Francesco, *De libris compactis. Legature di pregio in Piemonte. Il Vercellese*, Torino 1998.
- Mallé, Luigi, *Antichi smalti cloisonnés e champlevés dei sec. XI-XIII in raccolte e Musei del Piemonte*, in «Bollettino della Società Piemontese di Archeologia e Belle Arti», N.S., III (1949), pp. 38-79.
- Mallé, Luigi, *Le Arti Figurative in Piemonte*, Torino 1962.
- Mallé, Luigi, *Cloisonnés bizantini, con una introduzione all'arte dello smalto medievale*, Torino, s.d. [1973].
- Marangoni, Guido, *Vercelli*, Bergamo 1931.
- Marcon, Susy, *La legatura bizantina del Messale marciano Lat. III, 111*, in *Splendore marciano. Il restauro della legatura già del codice lat. III, 111 (=2116) della Biblioteca Nazionale Marciana di Venezia*, a cura di Maria Letizia Sebastiani e Paolo Crisostomi, Verona 2012, pp. 45-60.
- Maryon, Herbert, *Metalwork and Enamelling*, New York 1971.
- Metz, Peter, *Das Kunstgewerbe von der Karolingerzeit bis zum Beginn der Gotik*, in *Geschichte des Kunstgeberbes aller Zeiten und Völker*, a cura di Helmuth Theodor Bossert, V, Berlin 1932.
- Meyohas, Marie-Emmanuelle, *Les deux plats de liure. Remarques sur la technique de mise en oeuvre. Traitement de conservation*, in *L'Evangelario di Novara. Legatura d'argento dorato e manoscritto Cl. 22653 del Musée de Cluny a Parigi*, Novara 1990, pp. 113-117.
- Mostra storica nazionale della miniatura: Palazzo di Venezia, Roma: catalogo*, Firenze 1954.
- Mundell Mango, Marlia, *Silver from Early Byzantium: The Kaper Koraon and Related Treasures*, (The Walters Art Gallery Publications in Art History), Baltimore 1986.
- Muthesius, Anna, *The Silk over the Spine of the Mondsee Gospel Lectionary*, in «The Journal of the Walters Art Gallery», 37 (1978), pp. 50-73.
- Needham, Paul, *Twelve Centuries of Bookbindings. 400-1600*, New York – London 1979.
- Nenna, Marie-Dominique – Picon, Maurice – Vichy, Michèle, *Ateliers primaires et secondaires en Egypt à l'époque greco-romaine*, in *La route du verre*,

- Ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.-C. au Moyen Âge*, a cura di Marie-Dominique Nenna, Lyon 2000, pp. 97-112.
- Nordenfalk, Carl, *Milano e l'arte ottoniana: problemi di fondo sinora poco osservati*, in *Il millennio ambrosiano. La città del vescovo dai Carolingi al Barbarossa*, a cura di Carlo Bertelli, Milano 1988, pp. 102-123.
- Pacini, Alessandro, *Appunti di bottega. Microsaldature nell'oreficeria antica*, I, San Quirico d'Orcia 2006.
- Pacini, Alessandro, *Studi ed esperimenti su preziosi policromi antichi*, Montepulciano 2004.
- Pagella, Enrica, *La croce di Vercelli. Prime osservazioni dal restauro in corso*, in *Il Classicismo. Medioevo, Rinascimento, Barocco*. Atti del Colloquio Cesare Gnudi svoltosi nell'aprile 1986 a Bologna, a cura di Elena de Luca, Bologna 1993, pp. 91-99.
- Panazza, Gaetano, *Il Tesoro delle Sante Croci nel Duomo Vecchio di Brescia*, Brescia 1987.
- Pasté, Romualdo, *Inventario dei manoscritti dell'Archivio Capitolare di Vercelli*, Firenze 1924.
- Peroni, Adriano, *La corona del Crocifisso "ottoniano" della Cattedrale di Vercelli*, in *Studi e ricerche di storia dell'arte in memoria di Luigi Mallé*, Torino 1981, pp. 33-48.
- Peroni, Adriano, *Il Crocifisso della badessa Raingarda a Pavia e il problema dell'arte ottoniana in Italia*, in *Kolloquium über spätantike und frühmittelalterliche Skulptur*, II (1970), Mainz 1971, pp. 75-109.
- Peroni, Adriano, *Effigi di culto in oreficeria: precedenti e paralleli delle croci dipinte su tavola del secolo XII*, in *La pittura su tavola del secolo XII. Riconsiderazioni e nuove acquisizioni a seguito del restauro della Croce di Rosano*, Firenze 2012, pp. 91-103.
- Peroni, Adriano, *Die Kunst Mailands und Oberitaliens im 10. Jahrhundert. Elfenbein, Plastik, Goldschmiedekunst*, in «Zeitschrift des Deutschen Vereins für Kunstwissenschaft», 58 (2004), pp. 197-223.
- Peroni, Adriano, *Le lamine minori del Crocifisso ottoniano di Vercelli*, in *Studi di storia dell'arte in memoria di Mario Rotili*, Napoli 1984, I, pp. 127-133.
- Peroni, Adriano, *L'oreficeria ottoniana in Lombardia e le testimonianze del crocifisso di proporzioni monumentali*, in *Milano e i Milanesi prima del Mille (VIII-X secolo)*, Atti del 10° Congresso internazionale di studi sull'alto medioevo (Milano, 26-30 settembre 1983), Spoleto 1986, pp. 317-332.
- Peroni, Adriano, *Teste a sé stanti nell'arte medievale. Tradizione e riuso*, in *Medioevo: il tempo degli antichi*, Atti del Convegno internazionale di studi, Parma, 24-28 settembre 2003 (*I Convegni di Parma*, 6), a cura di Arturo Carlo Quintavalle, Milano 2006, pp. 243-255.
- Petrassi, Mario, *Gli smalti in Italia*, Roma 1982.
- Pfändtner, Karl-Georg, *40. Uta-Codex (Evangelistar)*, in *Pracht auf Pergament. Schätze der Buchmalerei von 780 bis 1180*, Catalogo della Mostra, München 2012, pp. 194-197.

- Piglione, Cinzia, *Le grandi oreficerie*, in *Piemonte Romanico*, a cura di Giovanni Romano, Torino 1994, pp. 421-444.
- Pippal, Martina, *Einband des Codex Eusebianus*, in *Bernward von Hildesheim und das Zeitalter der Ottonen*, Catalogo della Mostra, a cura di Michael Brandt e Arne Eggenbrecht, Hildesheim – Mainz a. Rh. 1993, II, pp. 232-234.
- Polacco, Renato, *La Pala d'oro di San Marco dalla sua edizione bizantina a quella gotica*, in *Storia dell'arte marciana: sculture, tesoro, arazzi*, Atti del Convegno internazionale di studi (Venezia, 11-14 ottobre 1994), Venezia 1997, pp. 368-379.
- Pomarici, Francesca, *Gli smalti*, in *Evangelario di Ariberto. Un capolavoro dell'oreficeria medievale lombarda*, a cura di Alessandro Tomei, Cinisello Balsamo 1999, pp. 71-79.
- Quazza, Ada, *Miniature a Vercelli nel XIII e XIV secolo*, in *Le arti figurative a Biella e Vercelli. Il Duecento e il Trecento*, a cura di Vittorio Natale e Ada Quazza, Biella 2007, pp. 49-57.
- Raub, Christoph J., *Reaction Soldering with Copper on an Early Medieval Disc Brooch in Germany*, in «Gold Bulletin», 29 (1996), pp. 27-30.
- Reiche, Ina – Pages-Camagna, Sandrine – Lambacher, Lothar, *In Situ Raman Spectroscopic Investigations of the Adorning Gemstones on the Reliquary Heinrich's Cross from the Treasury of Basel Cathedral*, in «Journal of Raman Spectroscopy», 35 (2004), pp. 719-725.
- Ribechini, Erika – Orsini, Sibilla – Silvano, Flora – Colombini, Maria Perla, *Py-GC/MS, GC/MS and FTIR Investigations on Late Roman-Egyptian Adhesive from Opus Sectile: New Insights into Ancient Recipes and Technologies*, in «Analytica Chimica Acta», 638 (2009), pp. 79-87.
- Riganti, Vincenzo – Giaccio, Mario – Baldi, Marco, *Analisi materica sul Crocifisso del San Michele: il materiale di riempimento*, in «Quaderni di Scienza della Conservazione», IV (2004), pp. 267-276.
- Roberts, Philip M., *Gold Brazing in Antiquity. Technical Achievements in the Earliest Civilizations*, in «Gold Bulletin», 6 (1973), pp. 112-119.
- Rosa, Gilda, *Le arti minori nei secoli XI e XII. Oreficerie*, in *Storia di Milano*, III, Milano 1954, pp. 645-658.
- Rosa, Mario, s.v. *Bandini, Angelo Maria*, in *Dizionario biografico degli italiani*, 5, Roma 1963, pp. 696-706.
- Rosenberg, Marc, *Geschichte der Goldschmiedekunst auf technischer Grundlage. Zellenschmelz II. Technik*, Frankfurt a. M. 1921.
- Ruspi, Walther, *L'evangelario: libro e simbolo*, in *L'Evangelario di Novara. Legatura d'argento dorato e manoscritto Cl. 22653 del Musée de Cluny a Parigi*, Novara 1990, pp. 95-111.
- Schoch, Werner – Heller-Kellenberger, Iris – Schweingruber, Fritz – Kienast, Felix, *Wood anatomy of central European Species*, 2004, online version: www.woodanatomy.ch.
- Schulze-Dörrlamm, Mechthild, *Die Kaiserkrone Konrads II. (1024-1039). Eine Archäologische untersuchung zu Alter und Herkunft der Reichskrone*, Sigmaringen 1991.

- Schüppel, Katharina Christa, *Fede e iconografia: le croci di Ariberto*, in *Ariberto da Intimiano. Fede, potere e cultura a Milano nel secolo XI*, a cura di Ettore Bianchi, Martina Basile Weatherhill, Miriam Rita Tessera, Manuela Beretta, Cinisello Balsamo 2007.
- Schüppel, Katharina Christa, *Silberne und goldene monumentalcruzifixe. Ein Betrag zur mittelalterlichen Liturgie- und Kulturgeschichte*, Weimar 2005, pp. 75-103.
- Segre Montel, Costanza, s.v. *Vercelli. Miniatura*, in *Enciclopedia dell'Arte Medievale*, vol. XI, Roma 2000, pp. 559-560.
- Siede, Irmgard, *Zur Rezeption ottonischer Buchmalerei in Italien im 11. Und 12. Jahrhundert*, St. Ottilien 1997.
- Silvestri, Alberta – Molin, Gianmario – Salviulo, Gabriella, *Roman and Medieval Glass from the Italian Area: Bulk Characterization and Relationships with Production Technologies*, in «Archaeometry», 47 (2005), pp. 797-816.
- Smith, Cyril, *A history of metallography*, Chicago 1960.
- Sorbelli, Albano, *Inventari dei manoscritti delle Biblioteche d'Italia*, vol. XXXI, Firenze 1925.
- Steenbock, Frauke, *Der Kirchliche Prachteinband im frühen Mittelalter von den Anfängen bis zum Beginn der Gotik*, Berlin 1965.
- Stromberg, Constance, *A Technical Study of Three Cloisonné Enamels from the Botkin Collection*, in «The Journal of the Walters Art Gallery», 46 (1988), pp. 25-36.
- Suckale-Redlefsen, Gude, *Die goldene Altartafel und ihre kunsthistorische Einordnung*, in *Der Basler Münsterschatz*, a cura di Brigitte Meles, Basel 2001, pp. 293-303.
- Superchi, Margherita, *Le gemme dell'Arca di Volvino*, in *L'altare d'oro di Sant'Ambrogio*, a cura di Carlo Capponi, Cinisello Balsamo 1998, p. 191.
- Superchi, Margherita, *Le gemme dell'Evangelario di Ariberto*, in *Evangelario di Ariberto*, a cura di Alessandro Tomei, Cinisello Balsamo 1999, p. 152.
- Szirmai, Janos Alexander, *Archaeology of Medieval Bookbinding*, Aldershot – Brookfield 1999.
- Taroni, Jean, *Le arti sontuarie*, in Grodecki, Louis, – Mütherich, Florentine – Taroni, Jean – Wormald Francis, *Il secolo dell'anno Mille*, Milano 1974 (ed. italiana di *Le Siècle de l'an mil*, Paris 1973), pp. 259-359.
- Tasso, Francesca, *Scheda XII.13. Stauroteca*, in *Matilde di Canossa. Il Papato, l'Impero. Storia, arte, cultura alle origini del romanico*, Catalogo della Mostra, a cura di Renata Salvarani e Liana Castelfranchi, Cinisello Balsamo 2008, pp. 418-419.
- Teophilus, *De diversis artibus*, a cura di Charles Rufus Dodwell, London 1961.
- Teviotdale, Elizabeth C., *Das Sakramentar Von Beauvais: MS. Ludwig V I, J. Paul Getty Museum, Los Angeles. I. Kommentar*, Graz 2011.
- Theophilus (trad. Hawthorne, John – Smith, Cyril), *On Divers Arts*, New York 1979.

- Tibaldeschi, Giorgio, *I “misteriosi” quaderni*, in *Mons. Giuseppe Ferraris... a 10 anni dalla morte. Un sacerdote vercellese tra storia e pastorale*, Atti della giornata di studio (Vercelli, 7 novembre 2009), a cura di Timoty Leonardi, Vercelli 2010, pp. 57-88.
- Toesca, Pietro, *Il Medioevo*, Milano 1927, 2a ed. Torino 1965.
- Tornaquindici, Angela, *Analisi non invasive di oggetti di oreficeria medievale. Applicazione della tecnica XRF alla Pace di Chiavenna, alla Pace di Ariberto e alla legatura di Vercelli*, tesi di Laurea Magistrale in Scienza e Tecnologia per i Beni Culturali, Università degli Studi di Torino, a.a. 2009-2010.
- Tóth, Endre – Szelény, Károly, *Die heilige Krone von Ungarn. Könige und Krönungen*, Budapest 1999.
- Uggé, Sofia, *Scheda: XIX. Rotolo*, in *Et Verbum caro factum est. La Bibbia oggi e la sua trasmissione nei secoli*, Catalogo della Mostra, a cura di Sofia Uggé e Gianmario Ferraris, Vercelli 2005, pp. 77-80.
- Valenziano, Crispino, *Timios kai zoopoios Stauros kai agios Euangelioi. “...La preziosa e vivificante Croce e i santi Evangelii...”*, in *Il Crocifisso di Ariberto: un mistero millenario intorno al simbolo della cristianità*, a cura di Ernesto Brivio, Milano 1997, pp. 111-128.
- Venturelli, Paola, *“Senza mutare nulla all’antichità dell’opera”. L’evangelario di Ariberto di Intimiano*, in *Il Nuovo Evangelario Ambrosiano. La bellezza nella Parola*, a cura di Umberto Bordoni e Norberto Valli, Cinisello Balsamo 2011, pp. 39-46.
- Verità, Marco, *Gli smalti dell’altare d’oro di S. Ambrogio a Milano: indagini analitiche*, in *Studia Ambrosiana*. 3, Milano 2009, pp. 183-207, 223-224
- Verità, Marco – Renier, Alessandro – Zecchin, Sandro, *Chemical Analyses of Ancient Glass Findings Excavated in the Venetian Lagoon*, in «Journal of Cultural Heritage», 3 (2002), pp. 261-271.
- Viale, Vittorio, *Opere d’arte preromanica e romanica del Duomo di Vercelli*, Vercelli 1967.
- Volbach, Wolfgang Fritz, *Gli smalti della Pala d’Oro*, in *La Pala d’Oro*, a cura di Hans Robert Hahnloser, Firenze 1965, pp. 3-71.
- Von Schlosser, Julius, *Quellenbuch. Repertorio di fonti per la Storia dell’Arte del Medioevo occidentale (secoli IV-XIV)*, a cura di János Vég, Firenze 1992 (riedizione con aggiornamenti di Quellenbuch, *Quellenbuch zur Kunstgeschichte des abendlandischen Mittelalters: ausgewählte Texte des 4. bis 15. Jahrhunderts*, Wien 1896).
- Von Schlosser, Julius, *Schriftquellen zur Geschichte der Karolingische Kunst*, Wien 1890.
- Weiner, Andreas, *Katalog der Kunstwerke un Erzbischof Egbert*, in *Egbert, Erzbischof von Trier (977-993)*, a cura di Franz J. Ronig, Andreas Weiner e Rita Heyen, I, Trier 1993, pp. 17-48.
- Wessel, Klaus, *Byzantine Enamels*, Shannon 1969.

Referenze fotografiche

- 1-28, 33-36, 38, 40-53, 55-62, 65-78, 80-82, 85-87, 90-92, 95, 110, 112-134: Fondazione Museo del Tesoro del Duomo e Archivio Capitolare, Vercelli (Figg. 1-4, 110 e copertina foto di Davide Casazza, le restanti foto di Saverio Lomartire).
- 29, 31, 102: The Metropolitan Museum of Art, New York. Open Access for Scholarly Content (OASC). Permission acc. n. 17.190.673, acc. n. 17.190.1406, acc. n. 50.5.1.
- 31: The Cleveland Museum of Art, Purchase from the J. H. Wade Fund with the addition of a gift from Mrs. Edward B. Greene 1931.55. Courtesy of The Cleveland Museum of Art (Permission granted, October 16th, 2015).
- 37, 39, 54, 64: disegni ricostruttivi di Saverio Lomartire.
- 63, 105: da Beuckers, Klaus Gereon, *Farbiges Gold. Die ottonischen Kreuze in der Dom schatz kammer Essen und ihre Emails*, Essen 2006 (Fotografie di Ulrich Knapp).
- 79, 106: da Schulze-Dörrlamm, Mechthild, *Die Kaiserkrone Konrads II. (1024-1039). Eine Archäologische untersuchung zu Alter und Herkunft der Reichskrone*, Sigmaringen 1991.
- 83, 84, 88, 107-109: da Bandera, Sandrina, *L'Evangelario di Ariberto. Un messaggio salvifico offerto alla sua città*, in *Evangelario di Ariberto*, in *Evangelario di Ariberto. Un capolavoro dell'oreficeria medievale lombarda*, a cura di Alessando Tomei, Milano 1999, pp. 51-68.
- 89: Archivio della basilica di San Michele Maggiore, Pavia.
- 93: da Bandera, Sandrina, *Ariberto, tra vecchio e nuovo millennio*, in *Il Crocifisso di Ariberto: un mistero millenario intorno al simbolo della cristianità*, a cura di Ernesto Brivio, Milano 1997, pp. 57-88.
- 94: da Hernad, Béatrice, 36. *Perikopenbuch Heinrichs II. (Evangelistar)*, in *Pracht auf Pergament. Schätze der Buchmalerei von 780 bis 1180*, Catalogo della Mostra, München 2012, pp. 176-181.

- 96: Biblioteca Capitolare di Santa Maria, Novara.
- 97: da Bollati, Milvia, *La miniatura al tempo di Ariberto di Intimiano*, in *Ariberto da Intimiano. Fede, potere e cultura a Milano nel secolo XI*, a cura di Ettore Bianchi, Martina Basile Weatherhill, Miriam Rita Tessera, Manuela Beretta, Cinisello Balsamo 2007, pp. 259-267.
- 98, 104: da Weiner, Andreas, *Katalog der Kunstwerke un Erzbischof Egbert*, in *Egbert, Erzbischof von Trier (977-993)*, a cura di Franz J. Ronig, Andreas Weiner e Rita Heyen, I, Trier 1993, pp. 17-48.
- 99: The J. Paul Getty Museum, Los Angeles.
- 100: da Crivello, Fabrizio, *La miniatura a Bobbio tra IX e X secolo e i suoi modelli carolingi*, Torino-London-Venezia 2001.
- 101: da Pomarici, Francesca, *Gli smalti*, in *Evangelionario di Ariberto. Un capolavoro dell'oreficeria medievale lombarda*, a cura di Alessandro Tomei, Cinisello Balsamo 1999, pp. 71-79.
- 103: da Pfändtner, Karl-Georg, *40. Uta-Codex (Evangelistar)*, in *Pracht auf Pergament. Schätze der Buchmalerei von 780 bis 1180*, Catalogo della Mostra, München 2012, pp. 194-197.
- 135: da Schoch, Werner – Heller-Kellenberger, Iris – Schweingruber, Fritz – Kienast, Felix, *Wood anatomy of central European Species*, 2004, online version: www.woodanatomy.ch.

Finito di stampare
nel mese di dicembre 2015
dalla CDC Arti Grafiche s.r.l.
Città di Castello (PG)