



Falsari e tosatori ad Asti. II parte: catalogo delle monete (sec. XII - XV) e analisi archeometriche preliminari

di Luca Oddone e Dario Ferro

A corredo e completamento dell'articolo edito lo scorso anno su *Comunicazione*¹, pubblichiamo di seguito una selezione di monete: falsi d'epoca imitanti emissioni della zecca di Asti (1141-1559), alcuni esempi di monete autentiche forate e un *denaro* comunale fortemente tosato. Ve ne sarebbero molte altre, ma queste in particolare sono state scelte per essere sottoposte ad analisi archeometriche elementali. Le analisi XRF sono state condotte in parte privatamente con la collaborazione dell'azienda Technologies for Quality di Genova² e in parte presso il Museo Civico d'Arte Antica di Torino, in collaborazione con il dipartimento di chimica dell'Università degli Studi di Torino³. Alcune di esse, inoltre, sono state sottoposte anche ad analisi LIBS e ad analisi SR XRF (XRF a raggi X da sincrotrone) presso il CNR di Pisa⁴. In questo modo è stato possibile analizzare sia la superficie della moneta, sia gli strati più interni. È noto, infatti, che l'analisi superficiale XRF difficilmente corrisponde alla reale composizione elementale interna e che particolari processi di coniatura (imbianchimento superficiale) o fenomeni di arrichimento dovuti alla permanenza della moneta in determinati ambienti possono portare a risultati delle analisi nettamente contrastanti.

Analisi elementale: ED-XRF, LIBS e SR-XRF

Prima di parlare delle monete ci sembra quindi doveroso fornire qualche chiarimento circa l'impiego di queste analisi in campo numismatico. Alcune delle tecniche analitiche utilizzate in archeometria rientrano in quelle denominate spettroscopiche ovvero si tratta di tecniche che si basano sull'interazione tra la materia e le radiazioni elettromagnetiche. Esse vengono sfruttate sia a scopo qualitativo (si identificano gli elementi o i composti chimici presenti), sia a scopo quantitativo (si determina la concentrazione degli elementi nei campioni sottoposti ad analisi)⁵.

L'XRF o *X-Ray Fluorescence* (*Fluorescenza a Raggi X*) è una tecnica di analisi non distruttiva, utilizzata ormai da vari decenni, che non altera in nessun modo il materiale analizzato e permette di individuare gli elementi chimici costitutivi di un campione. Il nome del metodo deriva dal fenomeno ottico, di durata limitata, chiamato fluorescenza per il quale un materiale colpito da radiazioni elettromagnetiche (raggi primari) di certe lunghezze d'onda riemette radiazioni (raggi secondari) con lunghezze d'onda superiori a quelle della radiazione incidente. In particolari condizioni operative la fluorescenza può essere provocata utilizzando, quale radiazione incidente, per l'appunto i raggi X. Questi ultimi, che incidono sul campione, hanno tipicamente un'energia massima di qualche decina di KeV e l'informazione che si ottiene proviene dagli strati più superficiali del campione, cioè da quelli che la radiazione caratteristica riemessa riesce ad attraversare (50 µm circa).

Nelle analisi quantitative ED-XRF (Fluorescenza a raggi X a dispersione di energia), tipiche degli strumenti portatili, l'intensità della radiazione ad ogni frequenza viene misurata tramite un Silicon Drift Detector (SDD), un rivelatore a stato solido che rileva l'energia di ogni

¹ FERRO, ODDONE 2021, p. 38-47.

² Si ringrazia per la collaborazione il dr. Alberto Bianchi (TQ Technologies for Quality srl, Genova).

³ Si ringraziano per la collaborazione il dr. Angelo Agostino, la dr.ssa Maria Labate (Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Chimica) e la dr.ssa Tiziana Caserta (Museo Civico d'Arte Antica di Torino, Palazzo Madama).

⁴ Si ringraziano per la collaborazione il dr. Vincenzo Pallecchi (Istituto di Chimica dei composti organometallici, CNR

Pisa) e la dr.ssa Monica Baldassarri (Museo Civico di Montopoli in Val d'Arno). Il confronto dei risultati tra le diverse tipologie di analisi sarà oggetto di una pubblicazione dedicata. I risultati qui presentati sono da intendersi come dati preliminari, frutto di analisi effettuate privatamente dalla TQ srl di Genova.

⁵ Per approfondire si veda: SÁNDOR., TÖLGYESI, GRESITS, KAPLAN-JUHASZ 2000.

fotone che attraversa il semiconduttore, mostrando quindi le proporzioni quantitative tra i vari elementi presenti nel campione. La fluorescenza a raggi X può essere usata per caratterizzare **la superficie della moneta** (fig. 1), tuttavia, in presenza di superfici molto corrose (abbastanza comune nei *denari* in mistura) bisogna puntualizzare che tali informazioni quantitative possono non coincidere con la composizione della massa interna che, di principio, è quello che vorremmo conoscere. Nel caso di monete d'argento, l'uso delle informazioni della superficie per dedurre la composizione interna ha portato in passato a deduzioni inesatte, in particolare nel caso di monete suberate o sottoposte a trattamenti voluti di arricchimento dello strato superficiale d'argento. Teorie condivise sul processo per sviluppare l'arricchimento in argento della superficie delle monete, basate sui primi risultati XRF ottenuti negli anni '70, sono ora messe in dubbio da nuove analisi in profondità⁶.

Un'analisi precisa della massa interna può essere effettuata usando altre tecniche, quali la spettroscopia LIBS o *Laser Induced Breakdown Spectroscopy*, tuttavia, si tratta di una tecnica micro-distruttiva dato che una piccola quantità di materiale viene fusa dal laser. La LIBS si basa infatti sulla definizione della composizione del plasma indotto durante il processo di ablazione laser. Per effetto della versatilità del processo di ablazione, che consente di "vaporizzare" sotto forma di plasma qualsiasi materiale solido, non è richiesta alcuna preparazione del campione in analisi. Grazie alle dimensioni dello spot del laser incidente (10-100 μm) è possibile effettuare analisi compostionali con buona risoluzione spaziale sia laterale che verticale (**analisi stratigrafiche**).

L'energia del laser e il numero di colpi laser nello stesso punto sono stati scelti con l'obiettivo di ottenere uno spettro LIBS leggibile del tondello d'argento sotto la patina (200-250 μm) e, allo stesso tempo, evitare un danno visibile alla superficie della moneta. Si è così trovato che quattro impulsi, all'energia di 50 mJ l'uno erano sufficienti ad attraversare la patina con

un danno molto limitato della superficie della moneta⁷.

Infine, la tecnica **SR XRF** o *Synchrotron x-ray fluorescence* offre vantaggi addizionali rispetto alle altre tecniche a raggi X: l'energia fotonica sintonizzabile e l'alto flusso di fotoni forniti dai sincrotroni consentono di ottimizzare la sensibilità a un dato elemento mentre si spinge il limite di rilevamento fino a valori infinitesimali (ppm, *parti per milione*). Queste caratteristiche consentono di rilevare e quantificare elementi presenti solo in tracce nelle monete. Da tale quantificazione, si possono valutare ad esempio minime variazioni nella purezza di un certo elemento all'interno di una tipologia monetale. Tale variazione, analizzata in funzione del periodo di emissione, può fornire informazioni sulle dinamiche d'inflazione o svalutazione della monetazione stessa⁸. Ulteriori dettagli possono poi essere acquisiti dallo studio degli elementi contaminanti. Grazie all'elevata sensibilità della SR-XRF, una precisa quantificazione di tali elementi consente a storici e numismatici di trarre informazioni non solo sui processi di purificazione utilizzati, ma anche di risalire all'ubicazione delle miniere estrattive e, quindi, alla provenienza dei metalli usati in zecca e di avere indicazioni sui processi di coniazione⁹.

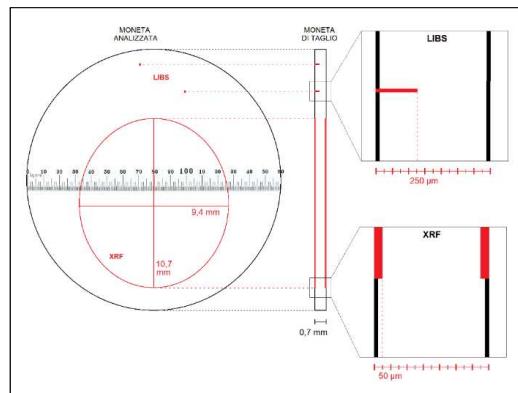


Fig. 1 - Nell'immagine sono messe in evidenza in rosso le aree e i volumi delle monete analizzate mediante LIBS e ED-XRF (LIBS area di 10x10 μm e profondità di circa 250 μm ; ED-XRF area di 10,7 mm x 9,4 mm e profondità di 50 μm).

⁶ Si vedano: MARTINS, MARTINS 2011; MANDAL, SANTRA, MITRA, SARKAR, BHATTACHARYA 2003 e NAVAS M.J., ASUERO, JIMÉNEZ 2016.

⁷ Per approfondire si veda: LINKE, SCHREINER 2000 e LINKE, SCHREINER, DEMORTIER 2006.

⁸ Si veda FERRO 2001.

⁹ Per approfondire si veda: LINKE, SCHREINER, DEMORTIER, ALRAM 2003, ma anche: LINKE, SCHREINER, DEMORTIER, ALRAM, WINTER 2004.



Le monete comunali (1141-1336)

Vengono presentate di seguito ventuno monete: le prime tredici sono di epoca comunale (1141-1336), di cui dodici *denari* e un *grosso tornese*, le restanti otto di epoca orleanese (1470-1498). Le tavole alternano monete autentiche e falsi coevi che riproducono quella determinata tipologia.

I primi tre *denari* (monete 1-2-3)¹⁰ appartengono ad una tipologia finora inedita. Come nei *denari* in stile genovese (MEC 12, tipo C), l'esemplare autentico (1) presenta un globetto al rovescio tra la crocetta e la legenda (• ✸ • ASTENSIS) accompagnato da una croce piccola nel campo, tipica dei *denari* della tipologia precedente (MEC 12, tipo B). Gli altri due *denari* (2-3) sono falsi coevi che sembrano ispirarsi a questo: il primo falso presenta entrambe le legende retrograde, nel secondo il dritto è stato inciso correttamente mentre per il rovescio è stato utilizzato lo stesso conio del primo falso (Tav. 1, fig. 2-3). Osservando le monete è possibile trarre alcune informazioni circa le tecniche utilizzate dai falsari. Il primo dei due falsi è infatti interamente realizzato in rame, è privo di mercurio¹¹ e manca completamente l'argentatura superficiale. Si può quindi ipotizzare che venne nascosto o disperso prima ancora di essere sottoposto ad imbianchitura (argentatura superficiale) mediante amalgama di mercurio. Il secondo presenta invece una superficie argentata con una incisione al centro, probabilmente il segno lasciato dalla punta di un coltello con cui si cercò di *incidere vel perforare* la moneta, come previsto dal capitolo IV degli Statuti contro le monete false e i falsari¹². Inoltre, su entrambe le monete è possibile osservare come i falsari - inesperti, analfabeti o entrambe le cose - abbiano reso il numerale II di CVN-RADVS come una I speculare, a conferma del fatto che chi realizzò i conii falsi probabilmente cercò di copiare nel modo più attendibile possibile una moneta autentica, incidendo quindi sui

conii le legende in senso orario, così come presenti sulla moneta.

L'analisi elementale ha evidenziato che il *denaro* autentico (1) presenta un titolo di 621 % e assenza di mercurio. I due falsi presentano titoli differenti: il primo è caratterizzato da un titolo d'argento estremamente basso (10 %) ed elevato di rame (972 %) in assenza di mercurio. Il secondo presenta un titolo superiore, pari a 115 % e di rame pari a 719 %, in presenza in questo caso di un'elevata quantità di mercurio (110 %).

I tre *denari* successivi (monete 4-5-6) appartengono ad una tipologia differente (MEC 12, tipo E). Anche in questo caso si mettono a confronto un *denaro* autentico e due falsi che cercano di copiare la tipologia autentica. Sono tutte contraddistinte da un trattino verticale nella traversa centrale della E e da due globetti ai lati della crocetta al rovescio (• ✸ • ASTENSIS). I due *denari* falsi provengono al dritto dallo stesso conio con legenda retrograda e differenti al rovescio (fig. 2). Inoltre, entrambe presentano un'anima in rame e sono state sottoposte ad argentatura superficiale. Su entrambi gli esemplari sono ben evidenti porzioni superficiali dove l'argento ha perso aderenza, mettendo in risalto il rame sottostante. L'analisi micro-distruttiva LIBS ha dimostrato una importante presenza di mercurio. Contrariamente ai primi due *denari* falsi presentati, qui i punzoni utilizzati per incidere i conii sembrano corrispondere a quelli ufficiali di zecca e la maggior precisione stilistica fa supporre che siano state realizzate se non da maestranze ufficiali, sicuramente non da falsari improvvisati, ma da qualcuno che doveva avere accesso ai materiali e agli strumenti di zecca. Non si può neanche escludere l'ipotesi che non si tratti del prodotto di un'attività fraudolenta, ma piuttosto che possono rappresentare prove di zecca relative ai processi chimici di imbianchimento o addirittura emissioni ufficiali in periodi di particolare carenza di metallo nobile. In mancanza però di

¹⁰ La numerazione tra parentesi si riferisce alle figure delle monete nelle tavole indicate e alle rispettive analisi nelle tavole.

¹¹ Il mercurio veniva ampiamente utilizzato dai falsari per facilitare l'adesione dell'amalgama d'argento sul tondello di rame. Consistente nell'applicare alla superficie da argentare un'amalgama di mercurio e di argento; scaldando poi il

tutto, il mercurio evaporava e l'argento aderiva alla superficie; per approfondire si veda: FINETTI 1987, p. 98; cfr. anche ARLES 2009, pp. 536-541, dove questa tecnica è analizzata non solo attraverso lo studio dei materiali archeologici rinvenuti in alcune zecche clandestine ma anche con una sperimentazione diretta del procedimento.

¹² Si veda FERRO, ODDONE 2021, p. 44.

documenti di zecca che possano supportare tale ipotesi, essa rimane tale. L'analisi elementale ha evidenziato che il *denaro* autentico (4) presenta un titolo di 529 ‰ e assenza di mercurio. I due falsi (5-6) presentano titoli leggermente differenti, ma tra loro coerenti. Il primo presenta un titolo d'argento pari a 196 ‰ e di rame pari a 518 ‰, il secondo di appena 39 ‰ d'argento e di rame pari a 834 ‰. In entrambi è anche presente un elevato titolo di mercurio, rispettivamente di 185 ‰ e di 58 ‰, sinonimo di una lavorazione simile per entrambe le monete. Il titolo d'argento più elevato nel primo falso (4) correla con una superficie meglio conservata.

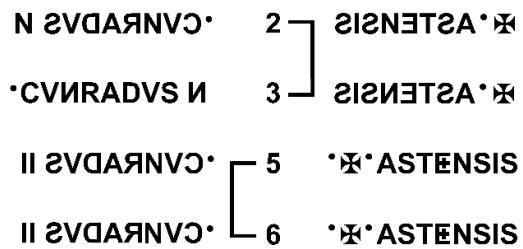


Fig. 2 - Illustrazione delle identità dei conii. La parentesi quadra viene utilizzata per indicare il conio condiviso. Viene riprodotto l'orientamento delle legende nel modo più fedele possibile. I numeri nella colonna centrale si riferiscono alle figure delle monete.

I tre *denari* successivi sono monete autentiche (monete 7-8-9). Le prime due appartengono rispettivamente ai tipi tipi C1 e C2 (MEC12), caratterizzate al rovescio da una croce grande nel campo tangente i bordi, distinguibili tra loro per la crocetta in legenda. Nel primo caso è separata dal bordo e graziata su ogni braccio, mentre nella seconda variante il braccio inferiore è unito al bordo. Il terzo *denaro* (9) proviene da un ritrovamento effettuato in Savoia (Francia) nei pressi del castello (ora chapelle) di Saint-Jacques de Pupim (Roc Puppin) nei pressi di Saint-Marcel en Tarentaise. La moneta è fortemente tosata e non è stato possibile sottoporla ad analisi elementale, né calcolare l'asse dei conii mancando la legenda esterna. Non è quindi

¹³ Tale caratteristica ben definita sui primi *denari grossi*, non è finora mai stata messa in evidenza sui *denari*, è quindi possibile ipotizzare l'esistenza di una nuova tipologia finora inedita, e spesso confusa e inclusa in un'unica tipologia, insieme ai *denari* che presentano un trattino verticale nella

possibile ricondurla ad una delle due varianti del tipo C, ma dimostra quanto la tosatura fosse una pratica diffusa, al punto da poter ipotizzare - nel caso specifico - che sia servita per ridurre la moneta al valore di un *mezzo denaro*. L'analisi elementale ha dimostrato l'autenticità dei *denari* analizzati nonostante il titolo d'argento calante rispetto alle varianti precedenti, rispettivamente di 373 e di 358 ‰.

Gli ultimi tre *denari* di epoca comunale (monete 10-11-12) sono falsi coevi di tre tipologie diverse, verosimilmente realizzati con tecniche differenti. Il primo *denaro* presenta caratteristiche che richiamano il tipo D (MEC 12), con due globetti ai lati della crocetta al rovescio (• ✚ • ASTENSIS) e privi di segni nella traversa centrale della E. Osservando la moneta essa presenta caratteristiche stilistiche ed epigrafiche differenti dalle monete autentiche. Presenta infatti spazi maggiori tra una lettera e l'altra, l'altezza delle lettere in legenda non è costante e le grazie sono più accentuate rispetto a quelle dei *denari* autentici dello stesso tipo. Queste caratteristiche lasciano addirittura supporre che alcune lettere siano state incise a mano libera - senza l'uso di punzoni - contrariamente a quanto avveniva nella produzione regolare. Il secondo *denaro* (11) presenta una superficie fortemente ossidata, sinonimo di un titolo d'argento basso. Le lettere N sono realizzate in modo speculare (N) sia al dritto che al rovescio. Presenta lettere E con un trattino verticale nella traversa centrale, cerca quindi di riprodurre *denari* di tipo E sensu MEC 12. Infine, l'ultimo *denaro* proviene al dritto da un conio di tipo D sensu MEC 12 mentre al rovescio presenta le lettere E caratterizzate nella traversa centrale da un globetto¹³. Se non fosse per le N speculari presenti in legenda e per le caratteristiche epigrafiche, sarebbe difficile catalogare come falsi d'epoca questi tre *denari*. Tali dettagli, però, difficilmente sarebbero passati inosservati ai rigidi controlli applicati dal personale di zecca. La conferma definitiva è arrivata dall'analisi elementale che oltre a rilevare un titolo d'argento particolarmente basso, ha rilevato per tutte e

traversa centrale (MEC 12, classe E). La seriazione cronotipologica dei *denari* e *mezzi denari* astensi e le considerazioni preliminari qui esposte su esemplari e tipologie inedite saranno oggetto di uno studio specifico. Si veda: Oddone L. 2023.



tre le monete la presenza di mercurio superficiale. Inoltre, il primo *denaro* (10) è l'unico falso, finora noto, realizzato con un tondello in lega di bronzo (Cu + Sn) argentato superficialmente mediante l'uso del mercurio.

A seguire viene presentato un *grosso tornese* (Tav. II, fig. 13) che presenta caratteri onciali-gotici sia al dritto che al rovescio, classificato come classe F3¹⁴. Il Biaggi ritiene che il foro sia stato praticato per motivazioni votive considerata la legenda con l'Ave Maria¹⁵. A nostro avviso l'usura regolare su entrambi i lati, la posizione del foro e, soprattutto, l'assenza di segni d'usura da contatto, sembrano non supportarne l'uso a tali fini. Il foro è stato praticato con un chiodo con bordo d'entrata al dritto e d'uscita al rovescio, per cui se inchiodata ad una tavola lignea il lato visibile sarebbe stato quello dell'autorità emittente. La moneta non è tosata ma il peso (3,51 g) è decisamente inferiore alla media di 3,98 g, motivo che a nostro avviso ha portato alla sua perforazione, per impedirne una ulteriore circolazione. La moneta proviene dallo stesso conio al dritto di uno dei tre *grossi tornesi* conservati presso la American Numismatic Society (inv. n. 1960.74.4)¹⁶. Quest'ultimo, leggermente più consumato presenta un peso di 3,82 g, pertanto, l'emissione di un *grosso tornese* così sottopeso - *outlier* - è da considerare un caso isolato, forse un errore di zecca nella preparazione del tondello¹⁷.

Le monete emesse a nome di Ludovico II duca D'Orléans (1470-1498)

Proseguono la serie delle monete forate, un *soldino* (14) e un *gran bianco* (15) emessi a nome di Ludovico II duca d'Orléans. Le monete presentano, rispettivamente, due e un foro, e nonostante sia stato possibile effettuare le analisi elementali solo su una sola moneta (14), a nostro avviso sono entrambe autentiche. L'unica

moneta che presenta un foro in posizione assiale e che potrebbe essere stata utilizzata come monile è il *gran bianco* (15). Il soggetto rappresentato al dritto, lo scudo del duca d'Orléans, inquartato con i gigli di Francia e i biscioni di Milano, avrebbe potuto essere motivo di ostensione da parte di un sostenitore della fazione francese, che avrebbe potuto fare bella mostra dello stemma reale. Per contro, l'immagine di San Secondo al rovescio, possibile oggetto di venerazione - oltre a non essere perfettamente in asse - risulterebbe ribaltata sotto sopra se si utilizzasse il foro presente per ottenerne un ciondolo. Non si può, però, neanche escludere che possa essere stata appesa e tenuta al collo, magari sotto il vestito e pronta da esibire in caso di bisogno. Nel qual caso, il ribaltamento dell'immagine consente al portatore di averla dritta quando volesse portarla alla bocca, per baciarla, o davanti al viso per pregare. I due fori del *soldino*, invece, indicano con buona probabilità che fu cucito da qualche parte. Forse su un vestito oppure su un cappello.

Vengono poi presentati due *soldini*¹⁸ (monete 16-17) del terzo periodo, emissione tarda con lettere romane (1491-1498 c.). Sono entrambi caratterizzati al dritto dall'impresa del porcospino¹⁹, emblema di Luigi XII, sormontato da un giglio, simbolo della Casa reale di Francia. Al rovescio nel campo è presente una croce gigliata. Nell'esemplare falso (17) il porcospino è realizzato in modo insicuro, il giglio sovrastante è inclinato verso sinistra, al rovescio la croce è imprecisa. L'analisi elementale ha permesso di effettuare un confronto tra le due monete. Quella autentica (16), nonostante abbia un titolo d'argento relativamente basso (183 %) non presenta tracce di mercurio. Per contro nel falso, oltre ad una evidente differenza stilistica ed epigrafica, l'analisi ha messo in evidenza la presenza di zinco (168 %), lasciando ipotizzare la fusione da parte dei falsari di oggetti in lega di ottone (Cu + Zn) per ottenere il metallo necessario a realizzare l'attività fraudolenta, con la

¹⁴ Per approfondire la classificazione e le varianti dei *grossi tornesi* emessi dalla zecca di Asti si veda: ODDONE 2020.

¹⁵ Si veda: BIAGGI 2004, vol. 2, p. 748.

¹⁶ Moneta esitata dalla casa d'aste P.&P. Santamaria, listino n. 11, gennaio-giugno 1960.

¹⁷ La presente nota corregge un refuso edito in BIAGGI & DHÉNIN relativo a questo grosso tornese: in legenda sono presenti tre globetti sovrapposti tra ASTE e NITET, così come tra CVSTODE (non CVSTORE) e SECVNDO.

¹⁸ CNI II, pp. 31-32, nn. 39-41. Si veda anche MEC 12, p. 131, tav. 10.

¹⁹ L'Ordine del porcospino (Ordre du Porc-Epic) venne istituito da Luigi di Valois, duca d'Orléans nel 1394, come ordine cavalleresco. Venne soppresso nel 1498 da suo nipote, Luigi XII di Francia (figlio del duca Carlo d'Orléans) che decise tuttavia di recuperare ed usare come stemma personale il porcospino, sia sul suo scudo che sulle monete.



quasi totale assenza di argento e tracce di mercurio. Segue un *gran bianco* autentico (Tav. 2, fig. 18) che presenta un titolo d'argento decisamente elevato (875 %).

Restando nella produzione monetaria a nome di Ludovico II duca d'Orléans, vengono infine illustrati tre *gran bianchi*²⁰ (primo periodo, lettere gotiche, 1470 c.) falsi coevi (monete 19-20-21). Nel primo esemplare, soprattutto al dritto, sono chiaramente visibili le aree in cui è ancora presente la lamina superficiale argentata, mentre nelle aree limitrofe questa si è staccata mettendo in luce la frode e il vile metallo sottostante. Nella moneta (19), inoltre, l'analisi elementale ha messo in evidenza la presenza di zinco (Cu + Zn), lasciando ipotizzare, come per il *soldino* precedente (17), la fusione da parte dei falsari - chissà che non si sia trattato addirittura dei medesimi individui - di oggetti in ottone per realizzare i tondelli falsi.

Bibliografia

- ARLES A., 2009, *Entre monnayage officiel et faux-monnayage: la fabrication de la monnaie au marteau en France (XIIIe - XVIIe siècles): approche physico-chimique, expérimentale et historique*. Université d'Orléans. Dip. Histoire (Tesi).
- BALDASSARI M., CHIARENZA N., PALLESCHI V., PAGNOTTA S. 2018, *Il Castello di Godano (SP) e la sua zecca clandestina: i risultati delle prime indagini storiche, archeologiche e archeometriche*, "Archeologia Medievale" XLV, pp. 335-356.
- BIAGGI E. 2004, *Dalla dracma gallo-celtica al marengo napoleonico*, Vol. 1-3, Monaco (MC).
- BIAGGI E., DHÉNIN M. 2007, *Monnaies d'Italie*, Bibliothèque nationale de France, Départements des Monnaies, Médailles et Antiques. Editions Gadoury, Monaco.
- FERRO D., ODDONE L., 2021, *Falsari e tosari di monete ad Asti. I parte: gli Statuti del Codice Catenato (sec. XII-XV)*. Comunicazione, Bollettino della Società Numismatica Italiana, 78 (XXXIV), pp. 38-47.
- FERRO W., 2001, *Storia di Savona e delle sue monete*. Ed. Liguria, Savona, pp. 210-221.
- FINETTI A., 1987, *Numismatica e tecnologia*, Roma.
- CNI = *Corpus Nummorum Italicorum. Primo tentativo di un catalogo generale delle monete medievali e moderne coniate in Italia o da italiani in altri paesi: - II (1911), Piemonte, Sardegna e zecche d'oltremondi di Casa Savoia*, Roma.
- LINEK R., SCHREINER M. 2000, *Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Analysis and X-Ray Microanalysis of Medieval Silver Coins. An Analytical Approach for Non-Destructive Investigation of Corroded Metallic Artifacts*. Mikrochim. Acta. 133(1-4): 165-170.
- LINEK R., SCHREINER M., DEMORTIER G., ALRAM M. 2003, *Determination of the Provenance of Medieval Silver Coins: Potential and Limitations of X-Ray Analysis Using Photons, Electrons or Protons*. X-Ray Spectrom. 32 (5): 373-380.
- LINEK R., SCHREINER M., DEMORTIER G., ALRAM M., WINTER H., 2004. *The Provenance of Medieval Silver Coins: Analysis with EDXRF, SEM/EDX and PIXE*. Compr. Anal. Chem. 42 (Chap. 13): 605-633.
- LINEK R., SCHREINER M., DEMORTIER G. 2006 *Photon, Electron and Proton Induced-X-Rays: Powerful Tools for the Identification and the Characterisation of Medieval Silver Coins*. In: DENKER A., ADRIAENS A., DOWSETT M., GIULIA-MAIR A. (eds). Cost Action G8: Non-Destructive Testing and Analysis of Museum Objects. Stuttgart, Germany: Fraunhofer IRB Verlag, 2006, pp. 66-72.
- MANDAL A.C., SANTRA S., MITRA D., SARKAR M., BHATTACHARYA D. 2003, *EDXRF as a Routine Tool for Numismatic Studies*. Curr. Sci. 85(2): 134-135.
- MARTINS C.M.B., MARTINS J.I., 2011, *Identification of Corrosion Products on a Medieval Copper-Silver Coin*. Prot. Met. Phys. Chem. Surf. 47(1): 128-132.
- MEC = *Medieval European Coinage. With a catalogue of the Coins in the Fitzwilliam Museum, Cambridge*: - DAY W.R. JR., MATZKE M., SACCOCCI A., 2016, 12 Italy (I). Northern Italy, Cambridge.
- NAVAS M.J., ASUERO A.G., JIMÉNEZ A.M. 2016, *A Review of Energy Dispersive X-Ray Fluorescence (EDXRF) as an Analytical Tool in Numismatic Studies*, Applied Spectroscopy, 70 (1) <https://doi.org/10.1177/0003702815616594>
- ODDONE L. 2023 (c.d.s.), *Denari della zecca di Asti e loro frazionari tra il XII e il XIV secolo: seriazione cronologica, varianti inedite e ambiti di circolazione, Numismatica e Antichità Classiche* - Quaderni Ticinesi (NAC) 51, pp. 1-37.
- ODDONE L. 2017, *Monete anomale della zecca di Asti o falsi cigolani?* in Deputazione di Storia Patria per le Venezie, "Moneta e Storia, supplemento ad Archivio Veneto" 13 VI serie, pp. 73-87.
- SÁNDOR Z., TÖLGYESI S., GRESITS I., KAPLAN-JUHASZ M., 2000. *Qualitative and Quantitative Analysis of Medieval Silver Coins by Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Method*. J. Radioanal. Nucl. Chem. 246 (2): 385-389

²⁰ CNI II, p. 28, nn. 7-12. Si veda anche MEC 12, p. 131, tav. 10.

TAV. 1



Fig. 1. Denaro autentico, Museo Civico d'Arte Antica di Torino, n. inv. 14123/N, Oddone tipo III, pre-genovese (1220-1230), (Mi, 0,68 g, 16 mm, 250°).

Fig. 2. Denaro falso coevo in rame, imitazione del tipo III, (Cu, 0,670 g, 15,5 mm, 265°, C.P.).

Fig. 3. Denaro falso coevo suberato, imitazione del tipo III, (Cu argentato, 0,594 g, 14,5 mm, 155°).

Fig. 4. Denaro autentico, Oddone tipo VIII b, E crozata (1280-1290) ex coll. A. Kimelova, Praha, Czech Republic, (Mi, 0,725 g, 16 mm, 295°, C.P.).

Fig. 5. Denaro falso coevo suberato, imitazione del tipo VIII, (Cu argentato, 0,522 g, 14,5 mm, 315°, C.P.).

Fig. 6. Denaro falso coevo suberato, imitazione del tipo VIII, (Cu argentato, 0,477 g, 15 mm, 350°, C.P.).

Fig. 7. Denaro autentico, Oddone tipo IV.a genovese, (Mi, 0,685 g, 16,5 mm, 15°, C.P.).

Fig. 8. Denaro autentico, Oddone tipo IV.b, ex Varesi 65, lotto 294, 29 ottobre 2014, qFDC, (Mi, 0,687 g).

Fig. 9. Denaro autentico fortemente tosato, immagini su gentile concessione di Pierre Canova, (Mi, 0,35 g, 8 mm, assi n.c.).

Fig. 10. Denaro falso coevo, imitazione tipo VI, (Lega di bronzo Cu+Sn, 0,725 g, 16 mm, 295°, C.P.).

Fig. 11. Denaro falso coevo, ex coll. S. Gagliardo (SV), (Cu argentato, 0,522 g, 14,5 mm, 315°).

Fig. 12. Denaro falso coevo suberato (Cu argentato, 0,477 g, 15 mm, 350°, C.P.).

ANALISI ELEMENTALE CON FLUORESCENZA A RAGGI X (XRF)

	Cu	Hg	Ag	Sn	Zn	Fe	Pb	As	Sb	W	Ni	Re	Co	Mn	Cr	Bi	Hf
Mon. 1 D/	36,87	-	61,80	0,20	0,07	0,14	0,97	-	0,19	0,08	-	-	-	-	-	0,16	-
Mon. 1 R/	34,93	-	62,54	0,20	0,09	0,18	1,11	-	0,20	0,08	-	-	-	-	-	0,18	-
Media	35,90	-	62,17	0,20	0,08	0,16	1,04	-	0,20	0,08	-	-	-	-	-	0,17	-
Mon. 2 D/	96,63	-	1,45	0,97	0,11	0,21	0,09	0,11	0,28	0,02	0,13	-	-	-	-	-	-
Mon. 2 R/	97,83	-	0,69	0,76	0,06	0,16	0,06	0,10	0,23	0,02	0,09	-	-	-	-	-	-
Media	97,23	-	1,07	0,87	0,09	0,19	0,08	0,11	0,26	0,02	0,11	-	-	-	-	-	-
Mon. 3 D/	73,50	10,82	10,45	3,00	0,13	0,95	0,22	0,13	0,43	0,13	0,03	0,17	0,01	0,03	-	-	-
Mon. 3 R/	70,30	11,23	12,61	2,59	0,22	2,12	0,26	0,10	0,40	0,12	0,03	0,00	0,02	0,03	-	-	-
Media	71,90	11,03	11,53	2,80	0,18	1,54	0,24	0,12	0,42	0,13	0,03	0,09	0,02	0,03	-	-	-

	Cu	Hg	Ag	Sn	Zn	Fe	Pb	As	Sb	W	Ni	Re	Co	Mn	Cr	Bi	Hf
Mon. 4 D/	43,55	-	51,14	0,09	0,07	2,97	1,60	0,20	0,61	-	-	-	-	0,14	-	0,08	-
Mon. 4 R/	39,21	-	54,64	0,12	0,07	2,91	1,48	0,21	0,55	-	-	-	-	0,15	-	0,10	-
Media	41,38	-	52,89	0,11	0,07	2,94	1,54	0,21	0,58	-	-	-	-	0,14	-	0,09	-
Mon. 5 D/	47,10	19,88	22,80	5,45	1,84	1,23	0,48	0,19	0,43	0,09	0,00	0,50	0,02	-	-	-	-
Mon. 5 R/	56,45	17,25	16,35	4,37	2,82	1,08	0,58	0,17	0,32	0,11	0,04	0,44	0,02	-	-	-	-
Media	51,78	18,57	19,58	4,91	2,33	1,16	0,53	0,18	0,38	0,10	0,02	0,47	0,02	-	-	-	-
Mon. 6 D/	84,16	5,58	3,46	2,15	2,10	0,80	0,74	0,42	0,36	0,12	0,06	0,04	0,00	-	-	-	-
Mon. 6 R/	82,69	6,12	4,39	2,27	1,89	0,83	0,71	0,45	0,32	0,06	0,05	0,20	0,01	-	-	-	-
Media	83,43	5,85	3,93	2,21	2,00	0,82	0,73	0,44	0,34	0,09	0,06	0,12	0,01	-	-	-	-

	Cu	Hg	Ag	Sn	Zn	Fe	Pb	As	Sb	W	Ni	Re	Co	Mn	Cr	Bi	Hf
Mon. 7 D/	58,84	0,04	37,10	-	0,06	-	2,21	0,11	-	0,07	-	-	-	-	-	0,15	-
Mon. 7 R/	61,00	0,05	37,62	-	0,07	-	2,33	0,15	-	0,09	-	-	-	-	-	0,14	-
Media	59,92	0,04	37,36	-	0,07	-	2,27	0,13	-	0,08	-	-	-	-	-	0,15	-
Mon. 8 D/	63,29	-	35,66	0,09	-	-	0,81	0,11		0,12	0,02	-	-	-	-	0,05	-
Mon. 8 R/	62,57	-	36,00	0,07	-	-	0,95	0,01		0,13	0,02	-	-	-	-	0,08	-
Media	62,93	-	35,83	0,08	-	-	0,88	0,06		0,13	0,02	-	-	-	-	0,07	-
Mon. 9 D/																	
Mon. 9 R/																	
Media																	

	Cu	Hg	Ag	Sn	Zn	Fe	Pb	As	Sb	W	Ni	Re	Co	Mn	Cr	Bi	Au
Mon. 10 D/	68,21	2,99	13,98	12,35	-	0,29	0,51	-	0,08	-	0,35	-	-	-	-	0,02	0,88
Mon. 10 D/	69,19	2,91	14,02	12,21	-	0,32	0,49	-	0,09	-	0,34	-	-	-	-	0,02	0,84
Media	68,70	2,95	14,00	12,28	-	0,31	0,50	-	0,09	-	0,35	-	-	-	-	0,02	0,86
Mon. 11 D/	92,50	4,02	1,85	0,27	0,00	0,52	0,29	0,05	0,19	0,05	0,12	-	-	-	0,11	-	-
Mon. 11 R/	83,86	5,63	3,97	2,32	1,74	0,78	0,64	0,44	0,37	0,07	0,05	-	-	-	0,00	-	-
Media	88,18	4,83	2,91	1,30	0,87	0,65	0,47	0,25	0,28	0,06	0,09	-	-	-	0,06	-	-
Mon. 12 D/	85,50	7,18	4,41	0,44	0,1	0,83	0,25	0,06	0,26	0,06	0,13	-	-	-	0,14	-	-
Mon. 12 R/	86,50	8,19	3,48	0,50	0,03	0,75	0,31	0,07	0,34	0,08	0,19	-	-	-	0,20	-	-
Media	86,00	7,69	3,95	0,47	0,07	0,79	0,28	0,05	0,30	0,07	0,16	-	-	-	0,17	-	-

Valori percentuali della composizione elementale ottenuti dalle analisi XRF. Tutti i dati sono riportati in percentuale in peso. Il valore di concentrazione 0,0 va interpretato come 'al di sotto del limite di rilevabilità dello strumento'. Vengono riportati i seguenti elementi: Cu rame; Hg mercurio; Ag argento; Sn stagno; Zn zinco; Fe ferro; Pb piombo; As arsenico; Sb antimonio, W tungsteno; Ni nichel, Re renio; Co cobalto; Mn manganese; Cr cromo; Bi bismuto; Au oro, Hf afnio.

TAV. 2

Grosso tornese forato



Fig. 13

Soldino forato



Fig. 14

Gran bianco forato



Fig. 15

Soldino autentico



Fig. 16

Soldino falso coevo



Fig. 17

Gran bianco autentico



Fig. 18

Gran bianchi falsi coevi o suberati di zecca



Fig. 19



Fig. 20



Fig. 21

Fig. 13. Grosso tornese sottopeso forato, su gentile concessione Bibliothèque Nationale Française (BnF), inv. n. A.F. 3067, Oddone tipo F3 (Ag, 3,51 g, 27 mm, 320°).

Fig. 14. Ludovico II duca d'Orléans, soldino, Palazzo Madama, Museo Civico d'Arte Antica, inv. n. 14397/N, (Mi, 0,902 g).

Fig. 15. Ludovico II duca d'Orléans, gran bianco, su gentile concessione Bibliothèque Nationale Française (BnF), inv. n. AF.ITL.3074.

Fig. 16. Ludovico II duca d'Orléans, soldino autentico, Palazzo Madama, Museo Civico d'Arte Antica inv. n. 14309/N, ex coll. Rasero, (Mi, 1,191 g).

Fig. 17. Ludovico II duca d'Orléans, soldino falso, Palazzo Madama, Museo Civico d'Arte Antica inv. n. 14317/N, ex coll. Rasero, (Lega di ottone, Cu+Zn, 2,535 g).

Fig. 18. Ludovico II duca d'Orléans, Gran bianco autentico, Palazzo Madama, Museo Civico d'Arte Antica inv. n. 14275/N, ex coll. Rasero, già coll. Paul Bordeaux, Parigi 1927, (Ag, 2,714 g).

Fig. 19. Ludovico II duca d'Orléans, Gran bianco falso coevo, (Lega di ottone, Cu+Zn, 3,46 g, C.P.).

Fig. 20. Ludovico XII, Gran bianco suberato, Palazzo Madama, Museo Civico d'Arte Antica, inv. n. 14272/N, ex coll. Maggiora-Vergano 1942, (Cu argentato, 2,642 g).

Fig. 21. Ludovico II duca d'Orléans, Gran bianco suberato, su gentile concessione Bibliothèque Nationale Française (BnF), inv. n. C3952, (Mi, peso n.d., 27 mm).

ANALISI ELEMENTALE CON FLUORESCENZA A RAGGI X (XRF)

	Cu	Hg	Ag	Sn	Zn	Fe	Pb	Au	Sb	W	Ni	Re	Co	Mn	Cr	Bi	Hf
Mon. 13 D/																	
Mon. 13 R/			<i>non disponibile</i>														
Media																	
Mon. 14 D/	77,30	-	21,60	0,18	-	0,08	0,21	-	0,22	-	-	-	-	-	0,02	-	
Mon. 14 R/	79,50	-	19,80	0,19	-	0,08	0,19	-	0,23	-	-	-	-	-	0,02	-	
Media	78,40	-	20,70	0,19	-	0,08	0,20	-	0,22	-	-	-	-	-	0,02	-	
Mon. 15 D/																	
Mon. 15 R/			<i>non disponibile</i>														
Media																	

	Cu	Hg	Ag	Sn	Zn	Fe	Pb	Au	Sb	W	Ni	Re	Co	Mn	Cr	Bi	Hf
Mon. 16 D/	81,70	-	17,80	0,09	-	0,01	0,93	0,09	0,33	-	-	-	-	-	-	-	-
Mon. 16 R/	78,30	-	18,80	0,07	-	0,01	1,27	0,13	0,41	-	-	-	-	-	-	-	-
Media	80,00	-	18,30	0,08	-	0,01	1,10	0,11	0,37	-	-	-	-	-	-	-	-
Mon. 17 D/	74,00	0,58	0,17	0,06	1,62	0,02	0,32	0,21	0,17	-	0,29	-	-	-	-	-	-
Mon. 17 R/	72,60	0,64	0,21	0,07	1,74	0,04	0,48	0,17	0,18	-	0,32	-	-	-	-	-	-
Media	73,30	0,61	0,19	0,07	1,68	0,03	0,40	0,19	0,17	-	0,31	-	-	-	-	-	-
Mon. 18 D/	9,6	-	88,9	-	-	0,11	1,9	0,3	0,4	-	-	-	-	-	0,05	-	
Mon. 18 R/	10,2	-	86,1	-	-	0,12	1,5	0,4	0,4	-	-	-	-	-	0,06	-	
Media	9,9	-	87,5	-	-	0,12	1,7	0,4	0,4	-	-	-	-	-	0,05	-	

	Cu	Hg	Ag	Sn	Zn	Fe	Pb	Au	Sb	W	Ni	Re	Co	Mn	Cr	Bi	Hf
Mon. 19 D/	91,20	2,55	3,27	0,81	2,37	0,03	0,21	0,88	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-
Mon. 19 R/	87,60	2,09	3,83	0,87	2,61	0,03	0,19	0,98	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-
Media	89,40	2,32	3,55	0,84	2,49	0,03	0,20	0,93	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-
Mon. 20 D/	49,83	-	45,70	0,21	-	0,21	0,89	0,18	0,25	-	0,12	-	-	-	-	0,04	-
Mon. 20 R/	53,17	-	47,30	0,31	-	0,25	0,91	0,17	0,33	-	0,13	-	-	-	-	0,03	-
Media	51,50	-	46,50	0,26	-	0,23	0,90	0,18	0,29	-	0,13	-	-	-	-	0,04	-
Mon. 21 D/																	
Mon. 21 R/			<i>non disponibile</i>														
Media																	