

Un approccio archeometrico per determinare l'origine dei manufatti in pietra ollare

Un'analisi delle potenzialità, criticità e sviluppi futuri

Elisa Maccadanza

Università degli Studi di Verona, Italia

Fabio Brugnara

Università di Trento, Italia

Fabio Saggioro

Università degli Studi di Verona, Italia

Marco Zanatta

Università di Trento, Italia

Abstract *Pietra ollare* identified a raw material mined in the Alps that was used for the widespread production of cookware and dishware in the Early Middle Ages. One of its distinctive characteristics is a close association between mineralogy and provenance that can be exploited to determine the origin of archaeological specimens. Consequently, *pietra ollare* appears as a proxy for reconstructing the ancient trading networks. To this aim, we did an in-depth census of the Early Middle Ages *pietra ollare* findings in Northern Italy, and we elaborated an archaeometric approach to determine the origin of the artefacts. This contribution presents the protocol and discusses its potentialities, criticalities, and future developments.

Keywords Pietra Ollare. Early Middle Ages economy. Mineralogical analysis. Machine learning. Raman spectroscopy. X-ray fluorescence.

Sommario 1 La scelta delle tecniche. – 2 Campioni dalle aree estrattive. – 3 Validazione. – 4 Errori di determinazione e affidabilità del metodo. – 5 Utilizzo di altri dati. – 6 Conclusioni.

Il termine 'pietra ollare' definisce la materia prima usata per la produzione di manufatti d'uso domestico, principalmente pentole, recipienti e stoviglie, che ebbe il suo apice produttivo tra l'epoca Tardoantica e il periodo Medioevale (Lusuardi Siena, Sannazaro 1994). Dal punto di vista geologico, il termine individua un insieme di rocce metamorfiche che sono diffuse dalle Alpi Marittime alla Stiria e che, pur avendo diversa composizione mineralogica, hanno proprietà di lavorabilità e resistenza al calore simili, tali da giustificare una comune denominazione (Mannoni, Messiga 1980; Pfeifer, Serneels 1986).

Considerando il solo Alto Medioevo e analizzando i ritrovamenti archeologici ad oggi editi è evidente come la distribuzione della pietra ollare abbia sfruttato una rete commerciale complessa che dalle vallate alpine si estendeva nella vicina pianura per poi proseguire lungo le coste della penisola arrivando fin sulle sponde dell'Adriatico orientale. L'idea di un materiale d'uso quotidiano con una diffusione a lungo raggio ha favorito lo studio della pietra ollare come indicatore per ricostruire le interconnessioni commerciali. Alla definizione di questo paradigma ha contribuito il lavoro di Mannoni, Pfeifer e Serneels (Mannoni, Pfeifer, Serneels 1987) che, negli anni Ottanta del secolo scorso, evidenziarono lo stretto legame tra mineralogia e aree estrattive. Infatti, lo studio di oltre quattrocento tra cave e affioramenti sulle Alpi¹ portò a una classificazione basata su 11 litotipi che, recentemente integrata con tre ulteriori gruppi da parte di Castello e De Leo (Castello, De Leo 2007), rappresenta il termine di paragone per definire l'origine dei manufatti in pietra ollare.

La possibilità di stabilire una connessione tra aree produttive e siti d'uso ha stimolato un numero crescente di studi con un sempre maggior supporto di tecniche archeometriche.² Un tratto comune a molti di questi lavori è il numero limitato di reperti considerati. Infatti, a fronte di siti in cui sono stati ritrovati anche centinaia di frammenti, l'ordine di grandezza dei campioni analizzati è della decina e, sebbene ciò sia giustificato dai tempi e dai costi delle analisi, i risultati ottenuti restano parziali e potenzialmente influenzati dai

1 Questo primo censimento degli affioramenti e delle cave di pietra ollare è stato aggiornato da lavori più recenti di natura più limitata e relativi alle aree estrattive alpine. La gran parte degli studi relativi al territorio alpino italiano sono stati raggruppati nel volume curato da Fantoni, Cerri, De Vingo (2018) a cui si aggiungono i contributi relativi all'area alpina svizzera di Schenker, Scapozza 2019; Pfeifer et al. 2011; Kissling, Delaloye, Pfeifer 2016.

2 Un'analisi sistematica dei ritrovamenti di pietra ollare e degli studi editi è presentata da Maccadanza 2025. Esempi di studi recenti che si avvalgono del supporto di tecniche archeometriche per determinare la mineralogia delle aree estrattive e la provenienza della pietra ollare ritrovata archeologicamente sono i lavori di Bonazza, Lazzarini, Vaccaro 1999; Santi, Antonelli, Renzulli 2005; Santi et al. 2009; Baita et al. 2013; Appolonia 2012-13; Da Pra et al. 2018; Mini et al. 2016; Santi, Riccardi, Renzulli 2018; Mini, Santi, Renzulli 2021; Monaco et al. 2023; Santi et al. 2025.

criteri di selezione usati.³ Inoltre, la determinazione dell'origine usando la classificazione di Mannoni è per sua stessa natura un approccio mediato che sfrutta gli elementi comuni ma non permette di evidenziare peculiarità delle singole aree estrattive.

Per superare questi problemi è stato sviluppato un nuovo approccio che, sfruttando diverse tecniche analitiche, permette di determinare l'origine della pietra ollare. La metodologia proposta si basa su due assunzioni:

- lo studio della pietra ollare proveniente da un singolo sito deve poter comprendere tutti i frammenti ritrovati, evitando così selezioni arbitrarie;
- l'origine della pietra ollare può essere determinata correlando la mineralogia dei reperti archeologici con quella delle aree produttive.

Il protocollo elaborato è rappresentato in figura 1 ed è articolato in due step. Nel primo viene determinata la composizione elementale attraverso la spettroscopia a fluorescenza di raggi-X⁴ (XRF, *X-ray fluorescence*), mentre il secondo step è dedicato allo studio della mineralogia mediante spettroscopia Raman.⁵ L'origine del materiale è quindi ottenuta dal confronto tra i dati misurati sui reperti e quelli delle aree estrattive ed è basato su due algoritmi di *machine learning*: la *Principal Component Analysis* (PCA) e il *k-means* (si veda ad esempio Mehta et al. 2019). In particolare, la PCA permette di ridurre la dimensionalità del problema massimizzando l'informazione mantenuta mentre il *k-means* da modo di evidenziare dei *clusters*, ovvero gruppi di campioni con caratteristiche simili. In figura 1 è riportato il risultato dell'analisi PCA sulle aree estrattive per l'analisi elementale, pannello (a), e per la mineralogia, pannello (b).

3 L'unico studio che ha preso in considerazione l'intero *set* di frammenti rinvenuti in un sito è stato eseguito sul materiale rinvenuto presso Saint Martin de Corléans (AO) (Appolonia et al. 2012-13; Da Pra et al. 2018).

4 Le analisi sono state eseguite presso il laboratorio di Archeometria Bernardo Bagolini (Dipartimento di Lettere, Università di Trento) usando uno spettrometro XRF Hitachi XMET-8000 in modalità *mining*. Per ogni campione sono state acquisite misure in diversi punti, ciascuna con acquisizione di 60 secondi. La composizione elementale è stata quindi ottenuta come media delle concentrazioni calcolate con un'analisi *fundamental parameters* delle diverse misure di ogni campione.

5 Le analisi sono state svolte presso il laboratorio di Struttura e Dinamica dei Sistemi Complessi (Dipartimento di Fisica, Università di Trento) con uno spettrometro micro-Raman Horiba Jobin-Yvon Aramis usando un laser He-Ne a 632,8 nm e un reticolo da 300 linee/mm. Le misure sono state acquisite su polveri e per ogni campione sono stati raccolti 100 spettri nel range 100-4000 cm⁻¹. L'analisi è stata fatta usando l'approccio descritto in Brugnara 2022 con gli spettri del database RRUFF (Lafuente et al. 2015). La quantificazione delle abbondanze delle diverse fasi è data in termini statistici.

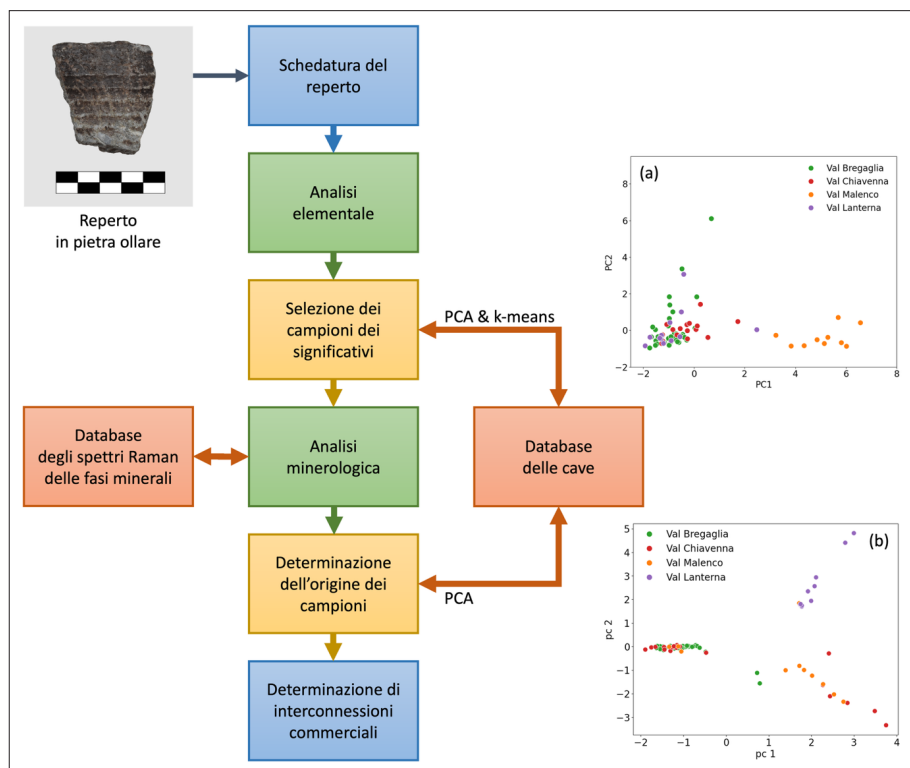


Figura 1 Schema del protocollo proposto per lo studio della pietra ollare. (a) PCA sulla composizione elementare ottenuta dagli spettri XRF per i campioni delle cave. (b) PCA sulla mineralogia ottenuta dagli spettri Raman per i campioni delle cave

Se l'analisi elementare può essere svolta rapidamente e quindi fatta su tutti i reperti, la mineralogia richiede più tempo, rendendo necessaria la selezione dei campioni. Il primo step rappresenta così un *pre-screening* da cui l'algoritmo *k-means* può evidenziare l'esistenza di *cluster* su cui selezionare in modo *random* dei campioni rappresentativi su cui si procederà allo studio spettroscopico per determinare la mineralogia. Questa informazione, una volta proiettata nello spazio PCA calcolato a partire dei dati sulle aree estrattive, permetterà di inferire la provenienza del singolo reperto, risultato che sarà poi esteso a tutti i reperti appartenenti al relativo *cluster*.

1 La scelta delle tecniche

Il cuore del protocollo è rappresentato dalle due tecniche sperimentali. Tuttavia, è importante notare che l'aspetto cruciale non è la scelta della singola tecnica quanto il tipo d'informazione che può essere ottenuta.

Nel caso del *pre-screening*, è necessario che la misura sia veloce e che il risultato permetta di raggruppare i campioni in modo da individuare quelli rappresentativi rispetto all'intero gruppo. La scelta della spettroscopia XRF permette di ottenere questo con misure rapide, ciascuna con tempo di acquisizione di circa 60 s.⁶

La seconda tecnica ha l'obiettivo di determinare la mineralogia del campione e, tra le varie possibilità, è stata scelta la spettroscopia Raman. Questa permette misure non distruttive o con limitata preparazione del campione⁷ e garantisce la possibilità di rivelare anche fasi minoritarie, che potrebbero essere peculiari di singole zone estrattive. A questo fine è particolarmente efficace l'approccio micro-Raman che, sfruttando un microscopio per illuminare il campione e raccogliere la luce diffusa, conferisce alla tecnica una risoluzione spaziale dell'ordine del micrometro. Ovviamente, l'informazione mineralogica potrebbe essere estratta in altri modi, ad esempio mediante diffrazione di raggi-X (XRD, *X-ray diffraction*) con il vantaggio di poter usare approcci tipo *full profile search match* che permettono di identificare le fasi e di quantificarne l'abbondanza in percentuali in massa o in volume, anche in combinazione con analisi XRF (Lutterotti et al. 2019).

2 Campioni dalle aree estrattive

Come già menzionato, un aspetto fondamentale e innovativo di questo lavoro è il confronto diretto tra i reperti e le aree estrattive. Metodologicamente, questo passaggio è sostanzialmente diverso dalla classificazione proposta da Mannoni (Mannoni, Pfeifer, Serneels 1987). Come già menzionato, la suddivisione in litotipi è basata

6 Dal momento che l'area di misura è limitata (pari a 3 mm di diametro), per poter acquisire un dato composizionale che corrisponda il più possibile alla realtà, ogni campione è stato sottoposto a due misure effettuate con collimatore. In più, per garantire un controllo sulla qualità del dato, ogni 10 misure acquisite si è scelto di analizzare un campione con 4 misure effettuate sia con che senza collimatore.

7 In generale, la tecnica micro-Raman può essere usata in modo non distruttivo per fare misure su campioni in assenza di preparazione. Tuttavia, per questa specifica applicazione si è scelto di lavorare su polveri per avere un campione in cui le fasi minerali si possano assumere omogeneamente distribuite. Le polveri sono state quindi preparate macinando finemente circa 1 cm³ di roccia, senza controllo di granulometria.

sull'idea che esista una mineralogia *media* relativa a una determinata area geografica. Invece, il confronto diretto permette di ottenere lo stesso risultato considerando tutte le informazioni, in particolare quelle relative alle fasi minoritarie che potrebbero essere decisive per un'attribuzione più dettagliata. Inoltre, l'approccio proposto è *dinamico* e ogni nuova informazione acquisita contribuisce a raffinare l'analisi e aggiunge un ulteriore tassello.

Un elemento chiave per un'analisi affidabile è la disponibilità di un database con sufficienti campioni provenienti dalle varie aree estrattive per i quali devono essere accuratamente determinati sia la composizione elementare che la mineralogia. In questa prima fase, questo database è composto da 81 campioni di riferimento provenienti dalla zona della Val Chiavenna, Val Bregaglia, Val Malenco e Val Lanterna.

L'analisi PCA della composizione elementare e della mineralogia ottenuta sui campioni di riferimento è mostrata nei pannelli (a) e (b) di figura 1. La stessa informazione, relativa alla sola mineralogia è mostrata in figura 2. È da notare che i dati dei reperti, una volta proiettati sullo spazio delle cave, evidenziano degli elementi non classificabili. Questo è verosimilmente legato alla necessaria incompletezza dell'insieme dei campioni di riferimento e rappresenta una possibile limitazione della metodologia proposta.

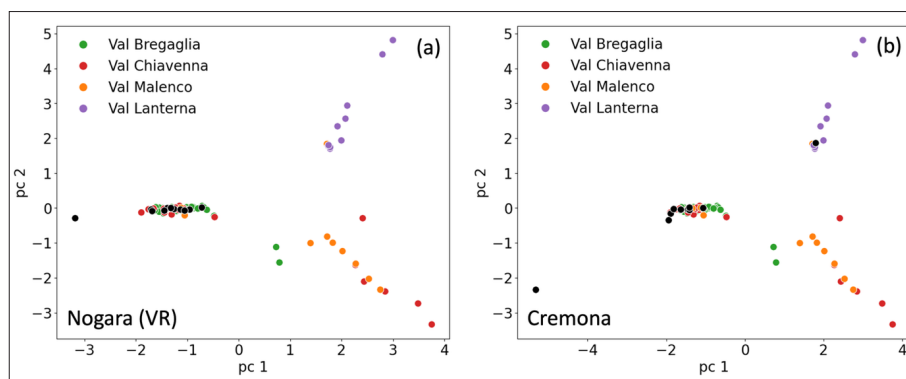


Figura 2 Confronto tra la PCA sulla mineralogia delle cave e sui dati relativi ai reperti (punti neri) per i siti di (a) Nogara (VR) e (b) Cremona

3 Validazione

Una volta definito il protocollo di misura, è necessario procedere alla sua validazione usando un opportuno insieme di campioni con origine nota. Per fare questo sono stati scelti dei reperti in pietra ollare, frammenti e scarti di lavorazioni, provenienti dal sito archeologico di Piuro (SO) in Val Bregaglia (Saggioro 2025). Considerando l'importanza storica di questo centro per l'estrazione e la lavorazione della pietra ollare, si può ragionevolmente ipotizzare che i reperti ivi trovati provengano dalle cave locali. Questo è confermato anche dalle analisi archeometriche che hanno restituito il risultato atteso evidenziando la compatibilità dei campioni con le cave della Val Chiavenna e Val Bregaglia.

4 Errori di determinazione e affidabilità del metodo

Considerando un numero relativamente grande di reperti, i risultati delle identificazioni devono essere interpretati in senso statistico. Questo significa che l'eventuale errore di classificazione di singoli frammenti ha un peso relativamente basso rispetto al totale delle classificazioni. In effetti, è prevedibile che un certo numero di frammenti non siano esattamente collocabili per errori di misura o mancanza di opportuni riferimenti nel database delle cave. Sulla base delle analisi fatte, questa erraticità è stimata intorno al 10%, valore decisamente contenuto che consente di usare i risultati come base per effettuare considerazioni fondate sulla rete di distribuzione della pietra ollare.

5 Utilizzo di altri dati

Come già menzionato, la PCA permette di lavorare su dati ad elevata dimensionalità. Quindi, oltre a composizione o mineralogia, si potrebbero considerare anche informazioni di natura cronologica, tipologica o tecnologica. Un'analisi così estesa potrebbe essere usata per definire l'evoluzione e la diffusione delle diverse produzioni di pietra ollare nel tempo, contemperando lo studio della materia prima con quello del prodotto finito nelle sue caratteristiche merceologiche.

6 Conclusioni

Il lavoro svolto fornisce un nuovo punto di partenza per lo studio della pietra ollare e la ricostruzione attraverso questo *proxy* dei percorsi commerciali in epoca medievale. Tuttavia, non si può ancora dire che

il risultato ottenuto sia risolutivo. In particolare, i punti evidenziati in questo lavoro rappresentano contemporaneamente punti di forza e potenziali debolezze dell'approccio. Infatti, proprio per la sua peculiare struttura, questo strumento è in grado di perfezionarsi con l'aumentare dei dati, sia sui reperti sia sulle cave.

L'avanzamento rispetto allo stato dell'arte è molteplice. Per prima cosa, lo studio delle aree estrattive assume un valore uguale se non superiore rispetto allo studio dei reperti. Questo permette di passare da una classificazione 'statica', sia pur estendibile e integrabile, a una classificazione 'dinamica', che si aggiorna e migliora all'aumentare delle informazioni disponibili. In secondo luogo, diventa possibile gestire in maniera efficace un grande numero di frammenti. Quindi non sono più necessarie scelte a priori ma è possibile lavorare sull'intero insieme dei reperti, mantenendo lo stesso approccio e criteri di scelta senza *bias* da parte dell'utente. Infine, il criterio base del lavoro passa dalle diverse tecniche sperimentali all'informazione ottenuta. In questo modo è possibile usare analisi combinate, beneficiando delle informazioni complementari per rafforzare l'identificazione.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano il Laboratorio Bagolini Archeologia, Archeometria, Fotografia (LaBAAF) del Dipartimento di Lettere dell'Università di Trento. Un ringraziamento va anche al Dr. Fabio Santaniello (Dipartimento di Lettere, Università di Trento) per l'assistenza durante le misure XRF e al Prof. Luca Tubiana (Dipartimento di Fisica, Università di Trento) per le preziose discussioni nell'impostare la *pipeline* per l'analisi dati.

Bibliografia

- Appolonia, L.; Da Pra, V.; Framarin, P.; Santarossa, M. (2012-13). «Reperti in pietra ollare dall'insediamento romano di Saint-Martin-de-Corléans ad Aosta». *Bollettino della Soprintendenza Archeologica della Valle d'Aosta*, 9, 46-7.
- Baita, C.; Lottici, P.P.; Salvioli-Mariani, P.; Vandenabeele, Librenti, M.; Antonelli, F.; Bersani, D. (2013). «An Integrated Raman and Petrographic Characterization of Italian Mediaeval Artifacts in Pietra Ollare (Soapstone)». *Journal of Raman Spectroscopy*, 45, 114-22. <https://doi.org/10.1002/jrs.4414>.
- Bonazza, A.; Lazzarini, L.; Vaccaro, C. (1999). «Nuovo contributo archeometrico allo studio della 'pietra ollare' padana». D'Amico, C.; Tampellini, C. (a cura di), 6° Giornata «Le scienze della terra e l'archeometria». Este, 171-80.
- Brugnara, F. (2022). *Physical Methods for the Investigation of Medieval Trade Networks: The Case of Pietra Ollare* [tesi di laurea magistrale]. Trento: Università degli Studi di Trento.

- Castello, P.; De Leo, S. (2007). «Pietra ollare della Valle d'Aosta: caratterizzazione petrografica di una serie di campioni ed inventario degli affioramenti, cave e laboratori». *Bullettin d'Études Préhistoriques et Archéologiques Alpines*, 28, 53-75.
- Da Pra, V.; Borghi, A.; Appolonia, L.; Framarin, P. (2018). «Studio minero-petrografico di reperti archeologici in pietra ollare del sito di Saint Martin de Corléans (AO)». Fantoni, R.; Cerri, R.; De Vingo, P. (a cura di), *La pietra ollare nelle Alpi. Coltivazione e utilizzo nelle zone di provenienza = Atti dei convegni e guida all'escursione* (Carcoforo, 11 agosto; Varallo, 8 ottobre; Ossola, 9 ottobre 2016). Sesto Fiorentino (FI): All'Insegna del Giglio, 117-27.
- Fantoni, R.; Cerri, R.; De Vingo, P. (a cura di) (2018). *La pietra ollare nelle Alpi. Coltivazione e utilizzo nelle zone di provenienza = Atti dei convegni e guida all'escursione* (Carcoforo, 11 agosto; Varallo, 8 ottobre; Ossola, 9 ottobre 2016). Sesto Fiorentino (FI): All'Insegna del Giglio.
- Kissling, D.A.; Delaloye, M.F.; Pfeifer, H.-R. (2016). *Roches et carrieres du Valais*. Sierre: Editions Monographic.
- Lafuente, B.; Downs, R.T.; Yang, H.; Stone, N. (2015). «The Power of Databases: the RRUFF Project». Armbruster, T.; Danisi, R.M. (eds), *Highlights in Mineralogical Crystallography*. Berlin: W. De Gruyter, 1-30. <https://rruff.info/>.
- Lusuardi Siena, S.; Sannazaro, M. (1994). «La pietra ollare». Lusuardi Siena, S. (a cura di) (1994). «*Ad mensam*». *Manufatti d'uso da contesti archeologici tra tarda antichità e medioevo*. Udine: Del Bianco Editore, 157-88.
- Lutterotti, L.; Pillière, H.; Fontugne, C.; Boullay, P.; Chateigner, D. (2019). «Full-profile Search-match by the Rietveld Method». *Journal of Applied Crystallography*, 52, 587-8.
- Maccadanza, E. (2025). «Il paesaggio della pietra ollare». Saggioro, F. (a cura di), *Archeologia a Piuro. Scavi e ricerche su un paesaggio alpino di età medievale*. Sesto Fiorentino (FI): All'insegna del Giglio, 175-84.
- Mannoni, T.; Messiga, B. (1980). «La produzione e la diffusione dei recipienti di pietra ollare nell'alto medioevo». *Atti del VI Congresso Internazionale di Studi sull'Alto Medioevo. II* (Milano, 21-25 ottobre 1978). Spoleto: CISAM - Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo, 501-22.
- Mannoni, T.; Pfeifer, H.R.; Serneels, V.; (1987). «Giacimenti e cave di pietra ollare nelle Alpi». *La pietra ollare dalla preistoria all'età moderna = Atti del Convegno* (Como, 16-17 ottobre 1982). Como, 7-45.
- Mehta, P.; Bukov, M.; Wang, C.-H.; Day, A.G.R.; Richardson, C.; Fisher, C.K.; Schwab, D.J. (2019). «A High-bias, Low-variance Introduction to Machine Learning for Physicists». *Physics Reports*, 810, 1-124.
- Mini, M.F.; Santi, P.; Renzulli, A. (2021). «La pietra ollare a Comacchio: caratterizzazione e provenienza». Gelichi, S.; Negrelli, C.; Grandi, E. (a cura di), *Un emporio e la sua cattedrale. Gli scavi di piazza XX Settembre e Villaggio San Francesco a Comacchio*. Sesto Fiorentino (FI): All'Insegna del Giglio, 345-52.
- Mini, M.F.; Santi, P.; Renzulli, A.; Riccardi, M.P.; Antonelli, F.; Alberti, A. (2016). «Representative Archaeological Finds of Pietra Ollare from Comacchio (Italy): Identifying Provenance and High-T Mineral Breakdown Reactions Hindering Lithotype Classification». *Archaeology and Anthropology Sciences*, 8, 135-48. <https://doi.org/10.1007/s12520-014-0220-5>.
- Monaco, D.; Saggioro, F.; Marrocchino, E.; Vaccaro, C.; Marchesini, M. (2023). «Archaeometric Analysis of Encrustations Adhering to Pietra Ollare Fragments from the Medieval Village of Nogara». *Heritage*, 16, 3365-84. <https://doi.org/10.3390/heritage6040178>.

- Pfeifer, H.R.; Favre, O.; Kunz, P.; Lanterno, J.; Anzévui, F.; Maître, G. (2011). «Répartition et utilisation de la pierre ollaire dans la région d'Evolène, Valais». Reynard, E.; Laigre, L.; Kramar, N. (éds), *Les géosciences au service de la société = Actes du colloque en l'honneur du Professeur Michel Marthaler* (24-26 juin 2010). Lausanne (Géovisions n. 37), 39-53.
- Pfeifer, H.R.; Serneels, V. (1986). «Inventaire des gisements de pierre ollarie au Tessin et dans les régions voisines: aspects mineralogiques et miniers». Lepori, M.; Donati, B.; Gaggioni, A.; Donati, PA.; Pfeifer, H.R.; Serneels, V. (1986) *2000 anni di pietra ollare. Quaderni di Informazione*, 11, 147-228.
- Saggioro, F. (a cura di) (2025). *Archeologia a Piuro. Scavi e ricerche su un paesaggio alpino di età medievale*. Sesto Fiorentino (FI): All'insegna del Giglio.
- Saggioro, F.; Maccadanza, E.; Mancassola, N.; Zoni, F. (2022). «Storia di un villaggio alpino: gli scavi presso il sito di Piuro (SO)». Milanese, M. (a cura di), *IX congresso nazionale di Archeologia Medievale*, vol. 2. Sesto Fiorentino (FI): All'insegna del Giglio, 133-8;
- Santi, P.; Antonelli, F.; Renzulli, A. (2005). «Provenance of Medieval Pietra Ollare Artifacts Found in Archaeological Sites of Central-Eastern Italy: Insights Into The Alpine Soapstone Trade». *Archeometry*, 47, 2, 253-64. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2005.00200.x>.
- Santi, P.; Renzulli, A.; Antonelli, F.; Alberti, A.; (2009). «Classification and Provenance of Soapstones and Garnet Chlorite Schist Artifacts from Medieval Sites of Tuscany (Central Italy): Insights into the Tyrrhenian and Adriatic Trade ». *Journal of Archaeological Science*, 36, 2493-2501. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.05.006>.
- Santi, P.; Renzulli, A.; Sacco, D.; Ermeti, A.L.; Valli, E. (2025). «The Pietra Ollare of the Medieval Archaeological Site of Monte Giove (Fano, Marche Region, Central Italy) Unveils Further Constraints for the Alpine Valchiavenna Soapstone Trade». *Archaeological and Anthropological Sciences*, 17, 204. <https://doi.org/10.1007/s12520-025-02315-2>.
- Santi, P.; Riccardi, M.P.; Renzulli, A. (2018). «Manufatti in pietra ollare di provenienza alpina a sud della Pianura Padana: evidenze da siti archeologici dell'Italia centrale dal IV al XV secolo». Fantoni, R.; Cerri, R.; De Vingo, P. (a cura di), *La pietra ollare nelle Alpi. Coltivazione e utilizzo nelle zone di provenienza = Atti dei convegni e guida all'escursione* (Carcoforo, 11 agosto; Varallo, 8 ottobre; Ossola, 9 ottobre 2016). Sesto Fiorentino (FI): All'insegna del Giglio, 307-9.
- Schenker, F.L.; Scapozza, C.; (2019) «La pietra ollare: giacimenti e laboratori di produzione – Speckstein: Lager-und Werkstätten». *Archeologia Svizzera*, 42, 28-33.