



PREISTORIA DEL CIBO

50^{ma} Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria
Manipolare e conservare - Sessione 3

24. Analisi delle tracce e interpretazione funzionale: l'utilizzo dei contenitori ceramici di Tor Pagnotta e Osteria del Curato-Via Cinquefrondi per la trasformazione del cibo

VANESSA FORTE¹ - STELLA NUNZIANTE CESARO² - LAURA MEDEGHINI³

SUMMARY- TRACEOLOGICAL ANALYSES AND FUNCTIONAL INTERPRETATION: VESSELS USED FOR FOOD PROCESSING FROM TOR PAGNOTTA AND OSTERIA DEL CURATO-VIA CINQUEFRONDI- This work presents the results derived from the application of traceological investigation, spettroscopic analyses (FTIR-Fourier Transform Infrared Spectroscopy) and experimentation, to define the function of pottery vessels coming from the Copper Age settlements of the Rome Area. The research aims to interpret the nature of the vessels' content, integrating the data derived from the residue analyses, traceological analyses and experimental protocols with the information on the economy and alimentary resources of the prehistoric groups. The investigated vessels were unearthed from the Copper Age settlements of Tor Pagnotta (*facies del Gaudio*) and Osteria del Curato-Via Cinquefrondi (*facies di Ortucchio*), located south of Tiber river. The ceramic materials come all from the settlements. Only in one case (Osteria del Curato-Via Cinquefrondi) the pots were located in a firing structure providing data useful for interpretation.

The traceological study aimed to analyse features of removal or additional traces to hypothesise alteration processes and define the principal variables useful in the designing experimental protocols. Spectroscopic analyses were applied on both the residue and the pottery in order to define the composition of the content.

Moreover, the data obtained through the FTIR application permitted to accurately choose the materials used during the experimental food cooking. The experimental protocols were significant in order to understand the functional alterations and obtain a sample of comparison spectra useful for future studies focused on food processing.

Key words: functional analyses, use-wear, FTIR, experimental archaeology, copper age pottery

Parole chiave: analisi funzionale, tracce d'uso, FTIR, archeologia sperimentale, ceramica eneolitica.

1 Dipartimento di Scienze dell'Antichità, Dipartimento Scienze dell'Antichità, Sapienza Università di Roma, Piazzale A. Moro, 5, 00185 Roma; vanessa.forte@uniroma1.it

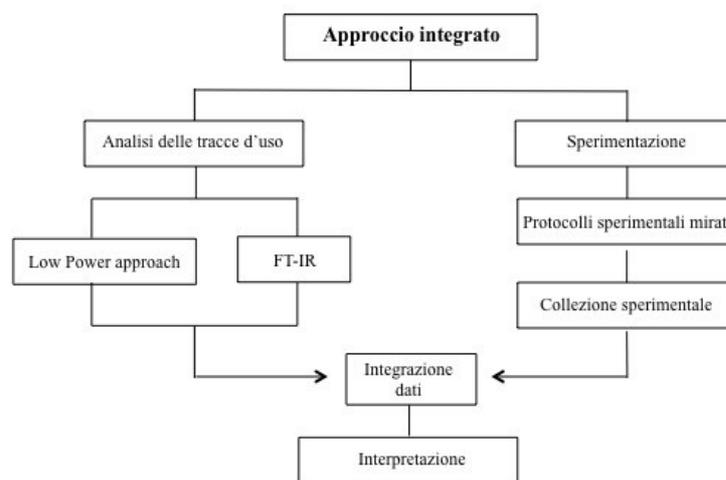
2 Scientific Methodologies Applied to Cultural Heritage (SMATCH), ISMN-CNR; stella.nunziante@libero.it

3 Dipartimento di Scienze della Terra, Sapienza Università di Roma, Piazzale A. Moro, 5, 00185 Roma; laura.medeghini@uniroma1.it

INTRODUZIONE E OBIETTIVI

Questo contributo si focalizza sulle potenzialità dell'approccio traceologico allo studio funzionale della ceramica.

Diversamente dall'ambito dell'industria litica o delle materie dure animali in cui si è ormai affermata una metodica di indagine associata all'analisi delle tracce prodotte sull'oggetto durante il suo utilizzo (Semenov 1964; Tringham 1974; Vaughan 1985), lo studio della ceramica si è difficilmente discostato da un approccio morfologico e stilistico. Nonostante i primi studi archeologici, etnoarcheologici e sperimentali relativi alle tracce prodotte dall'utilizzo di contenitori in ceramica risalgano agli anni '70 ed '80 (Hally 1983; Griffith 1978; Skibo *et alii* 1997; Skibo 1992), attualmente questo tipo di indagine non vanta un'applicazione sistematica in campo archeologico.



Tab. I. Metodologia applicata durante la ricerca

Questo contributo si focalizza su un duplice obiettivo di carattere interpretativo e metodologico. Dal punto di vista interpretativo, l'analisi funzionale punta a definire gli aspetti relativi alla manipolazione del cibo in ambito domestico come le tecniche di cottura, il modo in cui i contenitori venivano

impiegati e dove possibile la natura del contenuto, mediante lo studio analitico di alcuni vasi in ceramica provenienti dagli abitati eneolitici dell'area di Roma (Anzidei e Carboni 2011; Anzidei *et alii* 2011; Anzidei *et alii* 2007; Carboni e Anzidei 2013).

Dal punto di vista metodologico, si intende contribuire allo sviluppo dell'analisi funzionale dei contenitori ceramici fornendo una collezione di tracce archeologiche e sperimentali e spettri di confronto.

METODOLOGIA

L'utilizzo di un contenitore causa spesso modificazioni più o meno evidenti delle superfici. L'analisi della morfologia in relazione alla localizzazione, all'estensione e alla natura di ogni traccia consente di risalire ai procedimenti e/o alle azioni che le hanno causate, ricostruendo le principali scelte funzionali.

In questa ricerca è stato applicato un approccio integrato di analisi delle macrotracce, analisi spettroscopica e sperimentazione (Tab.I).

Analisi delle macrotracce d'uso

Lo studio delle macrotracce è stato effettuato mediante un *low power approach* (analisi a bassi ingrandimenti) affiancando ad un'osservazione ad occhio nudo delle superfici un'analisi ad uno stereomicroscopio SMZ (Nikon) a luce riflessa, con obiettivo 0,5x, oculari 10x e range di ingrandimento da 0,75x a 7x (van Gijn 2010; Tringham *et alii* 1974; Lemorini *et alii* 2014). Questa fase di analisi costituisce il primo step dell'indagine funzionale ed è finalizzata ad identificare le alterazioni delle superfici ricollegabili all'uso, registrando le variabili sulla morfologia e la localizzazione delle tracce funzionali all'interno di un database appositamente strutturato. I criteri di descrizione della traccia sono stati elaborati durante una prima fase di analisi in base alla nomenclatura utilizzata in studi funzionali (Skibo 1992, Vieugué 2014) e tecnologici sulla ceramica (Forte 2015).

L'identificazione delle tracce è stata applicata partendo dalla definizione del tipo di alterazione della superficie che distingue le tracce da *asporto* da quelle da *apporto* (Griffith 1978; Hally 1983; Vidale 1990; Skibo 1992). Nel primo caso rientrano tutte le modificazioni causate da processi che determinano l'asporto di porzioni più o meno estese di una superficie (*strie, picchiettature, abrasioni, erosioni, scheggiature*) causate da un attrito meccanico o non meccanico (Hally 1983, Skibo 1992, Vieugué 2014). Nel secondo caso rientrano tutte le alterazioni prodotte da accumuli di materiale sulle superfici come residui di natura organica o inorganica (Vidale 1990, Kobajashi 1994). Le variabili utilizzate per la descrizione delle singole tracce comprendono: *localizzazione, forma, tessitura, frequenza, profondità, direzione, ampiezza e morfologia dei margini*.

Durante questa fase di analisi sono stati registrati anche dati tecnologici come la composizione dell'impasto ed i trattamenti di superficie in quanto determinanti nell'impostazione dei protocolli sperimentali e nella comprensione dei processi di alterazioni dovuti all'uso (Skibo *et alii* 1987, Skibo 1992).

Analisi spettroscopica infrarossa a Trasformata di Fourier (FTIR)

La spettroscopia infrarossa a trasformata di Fourier (FTIR) è una tecnica che permette di osservare le vibrazioni dei gruppi funzionali delle specie chimiche presenti nel campione in analisi allo scopo di individuarne la composizione.

In questo lavoro sono stati studiati spettroscopicamente sia campioni del materiale ceramico prelevato da punti che non presentavano né residui né alterazioni sia residui carboniosi identificati sulla superficie ceramica. Il confronto degli spettri ottenuti ha permesso di individuare gli assorbimenti appartenenti al residuo carbonioso.

Le analisi sono state eseguite mediante un interferometro Alpha (Bruker) utilizzando il modulo per Riflettanza Diffusa (DRIFT). A tale scopo microquantità del campione sono state mescolate con bromuro di potassio (KBr) trasparente all'infrarosso (rapporto campione : KBr ~1: 1000). Gli spettri si sono ottenuti nell'intervallo 4000 – 375 cm^{-1} con risoluzione 4 cm^{-1} accumulando almeno 200 scans.

Sperimentazione

La sperimentazione consiste nella riproduzione secondo parametri controllati di procedimenti e/o azioni per comprendere gli aspetti di cui non sempre rimane traccia (Coles 1979; Tringham 1978). L'applicazione di protocolli sperimentali allo studio delle tracce d'uso presenti sui contenitori vascolari favorisce la comprensione dei processi di alterazione delle superfici e consente di stabilire quali alterazioni possono essere ricondotte all'uso e quali sono attribuibili a procedimenti post-deposizionali evitando un'interpretazione errata delle tracce funzionali (Skibo 1992).

La sperimentazione utilizzata in questo studio è stata appositamente strutturata con lo scopo di comprendere gli effetti che alcune tecniche di manipolazione del cibo, come l'esposizione più o meno prolungata a fonti di calore, possono avere sulle superfici di contenitori ceramici e ottenere al contempo spettri di residui sperimentali utili all'interpretazione dei residui di contenuto.

ANALISI E RISULTATI

Analisi delle tracce d'uso archeologiche

Le tracce funzionali identificate sul materiale archeologico sono state classificate come tracce di asporto e tracce di apporto (fig.1 A, B, C).

Tracce di asporto

Abrasioni del fondo esterno

Le tracce di asporto identificate rientrano nella morfologia delle abrasioni, ricorrenti in letteratura come alterazioni delle superfici ceramiche dovute ad un processo meccanico quale lo scorrimento di due superfici dure l'una sull'altra (Shiffer e Skibo 1989; Skibo 1994; Vieugué 2014).

Dall'analisi dei fondi integri dei contenitori studiati è stato possibile localizzare e caratterizzare modificazioni riconducibili a fenomeni abrasivi. La traccia concentrata lungo la superficie inferiore del fondo si distribuisce in modo più o meno omogeneo lungo tutta la superficie (fig. 1 A, B, C). Dalle osservazioni archeologiche dei contenitori è stato possibile definire come la traccia si estenda su superfici tendenzialmente regolarizzate e in un solo caso irregolari. Inoltre, in un caso l'alterazione è particolarmente localizzata lungo la circonferenza esterna del fondo piano (fig. 1 B). La localizzazione

e l'intensità delle tracce suggeriscono una concentrazione di fenomeni di attrito meccanico che hanno interessato la base dei contenitori causando l'asporto della superficie (fig. 4 D).

Tracce di apporto:

I contenitori analizzati in questa ricerca presentano in tutti i casi tracce particolarmente evidenti di apporto localizzate lungo le superfici interne ed esterne del vaso (fig.1 A, B, C). Le alterazioni, sotto forma di aloni o concentrazioni di residuo scuro, spesso consistente e polveroso al tatto, sono distribuite lungo la fascia media o medio bassa delle pareti, coincidendo in quest'ultimo caso con l'attacco parete/fondo (fig. 1 A).

Lungo le superfici vascolari interne ed esterne la disposizione della traccia di apporto identificata è presente in due variazioni principali distinte in base alla localizzazione e all'estensione. In tre casi il residuo interno è localizzato in punti ben precisi (fig.1 A, C) e non distribuito su tutta la parete interna; in quasi tutti i vasi la traccia si estende in direzione dell'articolazione parete/fondo. Un contenitore in particolare (fig.1 A) presenta invece la concentrazione del residuo lungo una fascia che si estende nella porzione medio-bassa del vaso.

In tutti i casi analizzati, all'interno della focatura sono stati identificati alcuni punti con concentrazioni più scure di residuo. In un caso la traccia si estende in modo uniforme lungo tutte le pareti e sul fondo interno con concentrazioni localizzate di residuo nero (fig.1 B). Dopo aver appurato che le aree più scure coincidevano con concentrazioni di residuo carbonizzato, sono stati prelevati diversi campioni (provenienti da 7 vasi diversi) da sottoporre ad analisi spettroscopiche per individuare la composizione chimica.

Le superfici vascolari dei fondi risultano ossidate sia all'interno sia all'esterno (fig.1 A, C).

Le tracce di apporto lungo la superficie esterna sono visibili solo in due casi che differiscono tra loro per la localizzazione della traccia: nel primo la traccia appare più labile e si presenta come un alone irregolare distribuito lungo la porzione di superficie esterna che coincide con la traccia di apporto interna; il fondo del vaso risulta ossidato (fig. 1 A). Nel secondo caso la traccia è distribuita lungo tutto il fondo esterno e su una fascia che corre lungo la parte bassa della parete in connessione con il fondo. L'alterazione coincide con la porzione interna alterata, contrariamente al resto della superficie vascolare esterna che risulta ossidata (fig.1 C).

Spettroscopia

Gli spettri FTIR della ceramica e del residuo sono stati analizzati e comparati con lo scopo di verificare quali picchi identificativi appartenessero esclusivamente al residuo carbonioso (fig. 5).

Gli spettri relativi al materiale ceramico mostrano il picco dovuto allo stretching Si-O ($1030-1060\text{ cm}^{-1}$) ma non è stata osservata la banda di vibrazione del gruppo CO_3^{2-} . Questo mette in luce la natura fortemente silicatica delle ceramiche analizzate che risultano costituite da poco o nessun composto carbonatico. La presenza di quarzo è identificata dalla presenza della banda silicatica (stretching Si-O) e dal distintivo doppietto a 797 cm^{-1} (Si-O bending) e 778 cm^{-1} (Si-O-Si stretching) (Farmer, 1974; Legodi e de Waal 2007). Inoltre, gli spettri effettuati sul materiale ceramico hanno mostrato la

presenza di picchi attribuiti all'illite (1030 cm^{-1} , 905 cm^{-1} , 490 cm^{-1} , 460 cm^{-1}) (De Benedetto et al., 2002).

La banda allargata attorno a $1600\text{-}1650\text{ cm}^{-1}$ è dovuta al bending H-O-H, mentre la banda attorno a 3300 cm^{-1} è connessa allo stretching O-H (Legodi e de Waal 2007) entrambe attribuibili all'acqua. La presenza di minerali argillosi, quali l'illite, contribuiscono ad innalzare l'intensità della banda a 3300 cm^{-1} , tuttavia risulta impossibile distinguere il contributo dell'acqua o dei minerali argillosi.

I risultati delle analisi effettuate mostrano come i picchi attribuibili esclusivamente al residuo si trovino nel range compreso tra $1300\text{-}1400\text{ cm}^{-1}$ compatibili con le vibrazioni dei cereali (Gholizadeh *et alii* 2014). Gli altri picchi caratteristici risultano sovrapposti alle vibrazioni più intense dovute al materiale ceramico e discusso in precedenza. Per questo motivo è stato necessario effettuare misure di campioni sperimentali in modo da creare un database che potesse essere utilizzato per la comparazione in studi successivi (fig. 5). Sono stati, quindi, effettuati spettri sui residui sperimentali dovuti alla cottura di orzo e farro. Gli spettri mostrano le vibrazioni tipiche dei carboidrati che comprendono i picchi nei ranges: $820\text{-}880\text{ cm}^{-1}$, $880\text{-}950\text{ cm}^{-1}$, $950\text{-}1180\text{ cm}^{-1}$ e dei componenti cellulose nel range $1180\text{-}1300\text{ cm}^{-1}$ (Mathlouthi e Koenig 1987; Wetzel *et alii* 1998). La banda attorno ai 1550 cm^{-1} è assegnata alla vibrazione del gruppo amide II, mentre attorno a 1650 cm^{-1} si osserva la vibrazione del gruppo amide I. Le bande a circa 2800 e 2900 cm^{-1} sono attribuite allo stretching C-H; l'ampia banda centrata attorno ai 3300 cm^{-1} è attribuita allo stretching N-H e O-H (Gholizadeh *et alii* 2014).

Sperimentazione

La sperimentazione ha previsto l'uso di contenitori in ceramica riprodotti in base alle considerazioni tecnologiche (Forte 2015; Forte e Medeghini 2015) e stilistiche (Anzidei et alii 2007; Anzidei e Carboni 2011a; Anzidei *et alii* 2011b) sulla produzione ceramica eneolitica dell'area di Roma.

I contenitori di forma aperta, con base piana sono stati modellati con la tecnica a colombino, utilizzando un impasto a grana grossolana e semifine cotti ad una temperatura di $800\text{-}900\text{ °C}$. Le superfici interne ed esterne sono state trattate mediante tecniche di regolarizzazione e lucidatura coprente o parziale (Forte 2015).

In base ai risultati dell'analisi funzionale sono stati avviati esperimenti relativi alla formazione di depositi carboniosi, utilizzando le repliche vascolari per realizzare cotture in umido (zuppe) (fig. 2, 4) o a secco (tostatura) (fig. 3) di diversi alimenti (cereali, legume). Considerata la forma piana dei fondi vascolari, la localizzazione delle tracce esterne di apporto e l'alterazione delle superfici inferiori dei fondi, gli esperimenti sono stati condotti posizionando i contenitori lateralmente alla fonte di calore a distanze variabili (figg. 2 A, 3 A, 4 A). La manipolazione del cibo è stata effettuata esponendo il contenuto a temperature variabili registrate mediante l'uso di una termocoppia, procurando intenzionalmente la carbonizzazione del contenuto per poter monitorare l'alterazione delle superfici a contatto con la fiamma o attraverso un'esposizione prolungata al calore.

Ogni esperimento è stato ripetuto più volte all'interno di uno stesso contenitore per un totale di 11 esperimenti.

I protocolli sperimentali hanno permesso di ottenere una collezione di alterazioni della superficie provocate dall'esposizione prolungata ad una fonte di calore. Indipendentemente dalla natura del contenuto è stato possibile estrapolare alcune osservazioni sull'alterazione dei contenitori durante la manipolazione di contenuti a secco (tostatura) e in umido (zuppe). Come noto in letteratura (Skibo 1992), l'esposizione a temperature elevate provoca una carbonizzazione del cibo che fa seguito alla totale evaporazione dell'acqua di cottura e dell'umidità presente nel contenuto (figg. 2 B, 3 B, C). La formazione di residuo carbonizzato ha inizio nel punto di temperature massima del vaso. Generalmente la formazione di residuo interno corrisponde al punto della parete vascolare in corrispondenza con la fiamma o, in assenza della fiamma, coincide il punto prossimo alla fonte di calore. In presenza di acqua da contenuto (zuppe) (figg. 2, 4) la formazione del residuo carbonizzato corrisponde alla fascia immediatamente superiore al livello dell'acqua in quanto punto più caldo della parete (Kobajashi 1994). La deposizione della componenti organica di contenuto in questa zona di massimo calore provoca la carbonizzazione delle particelle e la formazione di residuo più o meno evidente (fig. 4 B, C).

In caso di assenza di acqua (tostatura o evaporazione quasi complete dell'acqua del contenuto), la formazione del residuo può variare a seconda della posizione del vaso rispetto al punto di massimo calore: se il vaso è posto lateralmente alla fiamma, la concentrazione del residuo si verifica lungo la fascia bassa (a volte in prossimità dell'articolazione parete/fondo) o medio bassa del contenitore (fig. 3 C); diversamente, la carbonizzazione avviene sul fondo quando la fonte di calore proviene dal basso.

La deposizione del residuo in presenza di un contenuto liquido rappresenta una prima discriminante nell'interpretazione delle tracce da cottura in umido o a secco ma prevede che nel primo caso non sia avvenuta una carbonizzazione anche accidentale del contenuto.

Un elemento che su base sperimentale può aiutare nella ricostruzione della tecnica di cottura consiste nella consistenza del residuo in seguito ad un processo di carbonizzazione: infatti, la carbonizzazione in assenza di acqua da contenuto produce una traccia più labile e farinosa (fig. 3C) in quanto i cereali, in seguito a disidratazione, tendono a polverizzarsi. Il residuo di carbonizzazione da cottura in umido è maggiormente compatto e consistente ed è spesso accompagnato da una traccia evidente (fig. 2 B).

La formazione di tracce esterne di apporto, conosciute come *Sooting* (Skibo 1992; Kobajashi 1994), consiste nel deposito di fuliggine variabile in base alla distanza del vaso dalla fonte di calore e dalla prevalenza di fumo al momento della cottura (figg. 2 A, 3 A, 4 A). I contenitori sperimentali posti lateralmente rispetto al fuoco hanno riportato tracce differenti in base alla posizione e alla distanza dal fuoco. Sono state identificate due principali variabili: aloni di colore nero e consistenza polverosa, più o meno estesi lungo la parete rivolta verso il fuoco (fig. 4 A). La forma è variabile a seconda del modo in cui la fiamma non ossigenata viene a contatto con il vaso (per la distanza o la presenza di vento che influisce sulla direzione della fonte di calore). La consistenza dipende dalla quantità di fumo prodotto dal focolare o dal contatto con una fiamma non bene ossigenata. Un'alterazione difficile da definire consiste nelle modificazioni che le tracce di fuliggine possono subire durante una stessa cottura o in più cotture. Infatti, la fiamma ossigenata che impatta su una superficie annerita causa una dissoluzione del deposito carbonioso eliminando completamente il residuo di sooting (figg. 2 C, 3 C).

Altre tracce di asporto (fig. 4 D) sono state identificate lungo il fondo inferiore di uno dei vasi sperimentali ed interpretate come abrasione meccanica da spostamento del contenitore.

I dati derivanti dalla sperimentazione suggeriscono che una serie di variabili tra cui le dimensioni del contenitore, la tecnica di cottura (in umido/ a secco), gli eventi casuali (carbonizzazione involontaria), la distanza dal punto di massimo calore, la posizione del contenitore, il riutilizzo nel tempo e la polifunzionalità del vaso possano aver determinato, in diversa misura, l'alterazione e probabilmente la rottura del contenitore.

OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

L'applicazione di un approccio integrato di analisi traceologica, analisi spettroscopica e sperimentazione, ha permesso di delineare diversi aspetti dell'utilizzo di contenitori ceramici di forma aperta (olle) rinvenuti in ambito domestico definendo una loro diretta connessione con la trasformazione del cibo. Le alterazioni delle superfici, in termini di tracce di asporto e tracce di apporto sono state definite attraverso un programma sistematico di analisi spettroscopiche dei residui carboniosi che hanno individuato la presenza di cereali (farro e orzo), trovando ampio riscontro con i resti vegetali rinvenuti all'interno di uno dei siti coinvolti (Anzidei *et alii* 2007).

L'applicazione di protocolli sperimentali mirati alla comprensione delle tracce d'uso connesse con la trasformazione dei cibi, hanno permesso invece di contestualizzare i residui di cereali associandoli a cotture in umido durante le quali i contenitori, posti lateralmente rispetto al focolare erano esposti ad alterazioni termiche tali da causare carbonizzazioni non intenzionali del cibo. La consistenza e la localizzazione delle tracce di carbonizzazione suggeriscono che eventi simili potevano interessare più volte lo stesso contenitore riutilizzato nel tempo e sottoposto ad una sovrapposizione di alterazioni da stress termico tali da causare l'indebolimento e la frattura del vaso.

Questo contributo suggerisce come, attraverso un'attenta analisi della ceramica, sia possibile isolare tracce riconducibili all'utilizzo effettivo del contenitore ed ottenere maggiori dati sull'interpretazione funzionale integrando i risultati ottenuti da metodiche diverse tra loro. Inoltre, l'applicazione della spettroscopia ha fornito una collezione di spettri archeologici e sperimentali di confronto utile agli studi sulla trasformazione del cibo.

Bibliografia

ANZIDEI A.P., CARBONI G. 2011, *La facies del Gaudio nel territorio di Roma nel quadro delle manifestazioni culturali eneolitiche del versante tirrenico*. Aurino P. (a cura di) Tra le rocce nascoste agli dei. Incontro di studi in ricordo di Giancarlo Bailo Modesti, Napoli 2011, cds.

ANZIDEI A.P., CARBONI G., CARBONI L., CATALANO P., CELANT A., CEREGHINO R., CERILLI E., GUERRINI S., LEMORINI C., MIELI G., MUSCO S., RAMBELLI C., PIZZUTI F. 2011, *Il Gaudio a Sud del Tevere: abitati e necropoli dall'area romana*. In *L'Età del Rame in Italia*, Atti IIPP XLIII, Firenze, pp. 309-321.

ANZIDEI A.P., CARBONI G., CASTAGNA M.A., CELANT A., CIANCA M., EGIDI R., FAVORITO S., FUNICIELLO R., GIORDANO G., MALVONE M., TAGLIACOZZO A. 2007, *L'abitato eneolitico di Osteria del Curato-Via Cinquefrondi: nuovi dati sulle facies archeologiche di Laterza e Ortucchio nel territorio di Roma*, Atti IIPP XL, Firenze, I, pp. 477-508.

CARBONI G., ANZIDEI A.P. 2013, *L'eneolitico recente e finale del Lazio centro-meridionale: una puntualizzazione sullo sviluppo e la durata di alcuni aspetti culturali sulla base delle più recenti datazioni radiometriche*. In: Cocchi Genik D (a cura di) Cronologia assoluta e relative dell'età del rame in Italia, Atti dell'Incontro di Studi, Università di Verona, 25 giugno 2013, Qui Edit Verona, pp 91-118.

- COLES J. 1979, *Experimental Archaeology*. Academic Press, New York.
- FARMER V.C. 1974, *Infrared spectra of minerals*. Mineralogical society.
- FORTE V., MEDEGHINI L. 2015, *A preliminary Study of Ceramic pastes in the Copper Age Pottery Production of the Rome Area*. Archaeological and Anthropological Sciences. DOI: 10.1007/s12520-015-0261-4
- FORTE V. 2015, *Tecnologia e funzione nella produzione ceramica eneolitica del territorio di Roma: casi studio, problemi e potenzialità della ricerca*. Tesi di Dottorato in Archeologia, XXVI Ciclo Sapienza Università di Roma, a.a. 2014. Pubblicazioni Aperte Digitali della Sapienza. <http://hdl.handle.net/10805/2653>.
- GHOLIZADEH H., NASERIAN A.A., XIN H., VALIZADEH R., TAHMASBI A.M., YU P. 2014, *Detecting carbohydrate molecular structural makeup in different types of cereal grains and different cultivars within each type of grain grown in semi-arid area using FTIR spectroscopy with uni-and multi-variate molecular spectral analyses*. Animal Feed Science and Technology, 194, pp.136-144.
- GIJN, A. van. 2010, *Flint in Focus; Lithic Biographies in the Neolithic and Bronze Age*. Leiden: Sidestone Press.
- GRIFFITH D.M. 1978, *Use-marks on historic ceramics: A preliminary study*. Historical Archaeology 12, pp. 68-81.
- HALLY D. 1983. *Use alteration of pottery vessel surfaces. An important source of evidence in the identification of vessel function*. North American Archeologist 4 (1), pp. 3-26. Hamon.
- KOBAJASHI M. 1994. *A study of cooking behavior: An ethnoarchaeological perspective*. In Longacre W.A. and Skibo J. (edited by) *Kalinga ethnoarchaeology*, Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- LEGODI M.A., DE WAAL D. 2007, *Raman spectroscopic study of ancient South African domestic clay pottery*. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy 66.1, pp.135-142.
- LEMORINI C., NUNZIANTE CESARO S., CELANT A., NUCARA A., MASELLI P., SKAKUN N., ABBO S., GOPHER A. 2014, *The function of prehistoric lithic tools: a combined study of use-wear analysis and ftir microspectroscopy. results and open problems, 63-76*, In Lemorini C., Nunziante Cesaro S. (edited by) *An Integration of the Use-Wear and Residue Analysis for the Identification of the Function of Archaeological Stone Tools*, Proceedings of the International Workshop, Rome, March 5th-7th, 2012.
- MATHLOUTHI M., KOENIG J.L. 1986, *Vibrational spectra of carbohydrates*. Advances in carbohydrate chemistry and biochemistry, 44, pp. 7-89.
- SEMENOV S. A. 1964, *Prehistoric technology* (translated by M.W. Thompson). Cory, Adams and McKay, London.
- SCHIFFER M.B., SKIBO J.-M. 1989, *A provisional theory of ceramic abrasion*. American Anthropologist 9, pp.102-116.
- SKIBO J.-M. 1992, *Pottery Function. A Use-alteration Perspective*. New-York.
- SKIBO J.M., BUTTS T.C., SCHIFFER, M.B., 1997, *Ceramic surface treatment and abrasion resistance: an experimental study*. Journal of Archaeological Science 24 (4), pp. 311-317.
- TRINGHAM R.1978. *Experimentation, ethnoarchaeology and leapfrogs in archaeological methodology*. Exploration in ethnoarchaeology. Gould R.A. (edited by) University of New Mexico Press, Albuquerque, pp. 169-199.
- TRINGHAM R., COOPER G., ODELLG., VOYTEK B., WHITMAN A. 1974. *Experimentation in the formation of edge damage: A new approach to lithic analysis*. Journal of Field Archaeology 1, pp. 171-196.

VAUGHAN P. 1985. Use-wear Analysis of flaked stone tools. University of Arizona Press, Tucson.

VIDALE M. 1990. *Ceramica: I segni dell'uso*. Acta Geoarcheologica Urbica 3, pp. 4-10.

VIEUGUÉ J. 2014. Use-wear analysis of prehistoric pottery: methodological contributions from the study of the earliest ceramic vessels in Bulgaria (6100–5500 BC), *Journal of Archaeological Science*, 41, pp. 622-630.

WETZEL D.L. EILERT A.J., PIETRZAK L.N., MILLER S.S., SWEAT J.A. 1998. *Ultraspatially-resolved synchrotron infrared microspectroscopy of plant tissue in situ*. *Cellular and molecular biology* (Noisy-le-Grand, France) 44(1), pp. 145-168.

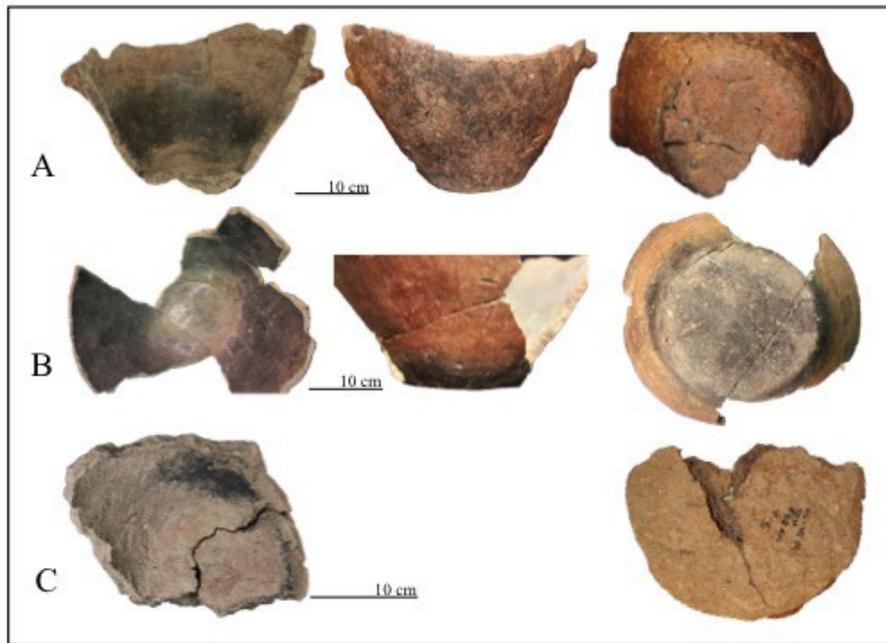


Fig.1



Fig.2



Fig.3



Fig.4

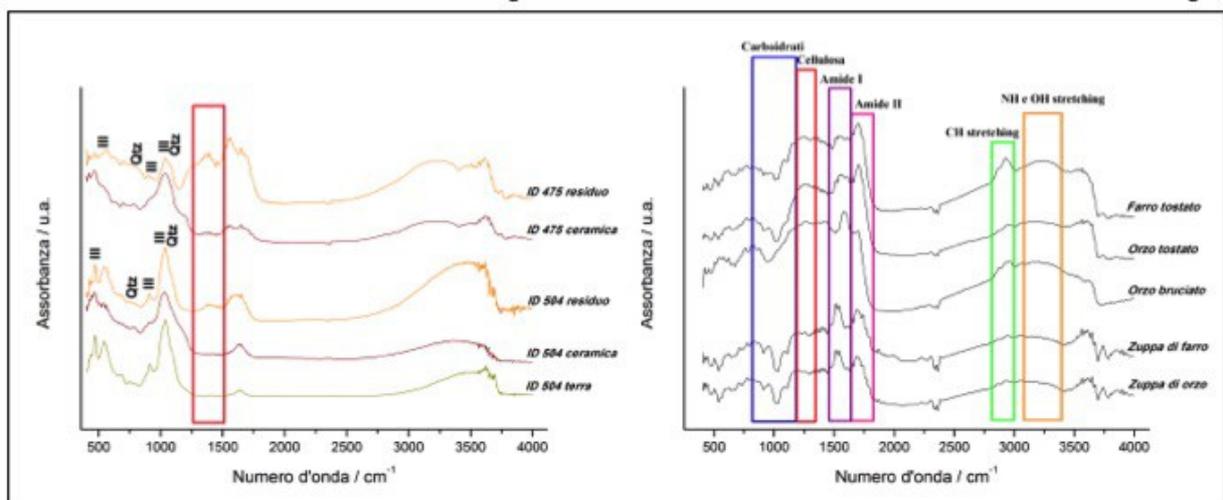


Fig. 1 – A-C. Contenitori ceramici con tracce d'uso di asporto (abrasioni) e apporto (residui carboniosi e fuliggine).

Fig. 1 – A-C. Pottery vessels with removal (abrasions) and additional (carbon deposit and sooting) use-wear.

Fig. 2 – A-C. Cottura sperimentale di cereali in umido.

Fig. 2 – A-C. Experimental cooking of cereals stew.

Fig. 3 – A-D. Tostatura sperimentale di cereali.

Fig. 3 – A-D. Experimental toasting of cereals.

Fig. 4 – A-D. Cottura sperimentale di legumi in umido.

Fig. 4 – A-D. Experimental cooking of legumes stew.

Fig. 5 – Analisi FTIR di campioni di residui archeologici rappresentativi e campioni di residui sperimentali.

Fig. 5 – Representative FTIR analyses of archeological residue samples and experimental residue samples.