

**FOCOLARI, FORNI E FORNACI TRA NEOLITICO ED ETÀ DEL FERRO**  
**COMPRENDERE LE ATTIVITÀ DOMESTICHE E ARTIGIANALI ATTRAVERSO LO STUDIO DELLE INSTALLAZIONI**  
**PIROTECNOLOGICHE E DEI RESIDUI DI COMBUSTIONE.**  
**IIPP INCONTRI ANNUALI DI PREISTORIA E PROTOSTORIA 6**  
**DIPARTIMENTO DI STORIA CULTURE CIVILTÀ, UNIVERSITÀ DI BOLOGNA, 29 MARZO 2019**

**LE STRUTTURE DI COMBUSTIONE: È TUTTA UNA QUESTIONE DI RELAZIONI?**

**Cosimo D'Oronzo<sup>1</sup>**

**PAROLE CHIAVE:** focolare; piastra di cottura; esperimento; approccio sistemico; età del Bronzo.

**KEYWORDS:** hearth; cooking platform; experiment; systemic approach; Bronze Age.

**RIASSUNTO**

La struttura di combustione è un manufatto fra i più frequenti di un deposito archeologico e può definirsi *“come un'evidenza antropica connessa con l'uso del fuoco”*. L'identificazione delle strutture di combustione può essere un'operazione piuttosto semplice, se questa appare come un'installazione discretizzabile (un focolare, un forno, etc.), ma in alcuni casi la comprensione della loro funzione può risultare problematica.

Data la loro natura polifunzionale, è possibile ridurre il *range* delle funzioni possibili, o comprenderne l'ultima fase di utilizzo, valutando la presenza di alcuni *“accessori”* e indagando le relazioni con altri elementi del contesto attraverso un approccio sistemico.

Lungi dal fornire informazioni coerenti e non contraddittorie saranno esposte alcune considerazioni frutto di ricerche sperimentali, condotte su focolari e piastre di cottura focalizzate su:

- i) combustibili utilizzati nelle comunità preistoriche,
- ii) alterazioni termiche dei supporti,
- iii) formazione dei depositi.

Tali considerazioni potrebbero dare un contributo alla classificazione delle strutture, suggerire metodi e strumenti di indagine dei contesti connessi con l'uso del fuoco. Saranno esposti i risultati delle ricerche condotte in contesti dell'età del Bronzo dell'Italia meridionale, caratterizzati dalla presenza di strutture di combustione semplici che documentano alcune delle attività quotidiane connesse con l'uso del fuoco.

**ABSTRACT**

The hearth structure is one of the most frequent artefact of an archaeological deposit and it can be defined as *“an evidence connected to the fire use”*.

The identification of these structures in the archaeological deposit can therefore be simple, if this appears as a discreditable installation (a hearth, an oven etc.), but in some cases the understanding of their function can be problematic.

The same structure can have uses or it can perform different functions at the same time, so considering their multi-functional nature, often it is possible to reduce the range of functions evaluating the presence of some *“accessories”* and investigating the relationships with other elements of the context, through a systemic approach.

Far from providing coherent and non-contradictory information, some considerations will be presented on the basis of some experimental research conducted, focused on hearths and cooking platforms:

- i) fuels used in prehistoric communities;
- ii) thermal alterations of the supports;
- iii) the formation of deposits;

These results could contribute to the structures classification and provide ideas about methods and tools to analyse some contexts of Southern Italy characterized by the structures connected with the use of fire.

---

<sup>1</sup> Sapienza – Università di Roma, [cosimo.doronzo1980@gmail.com](mailto:cosimo.doronzo1980@gmail.com)

## INTRODUZIONE

La struttura di combustione è un manufatto fra i più frequenti in un deposito archeologico e può definirsi "semplicemente" *come un'evidenza antropica connessa con l'uso del fuoco* (LEROI-GOURHAN, BRÉZILLION 1972).

Questa tipologia di evidenza è stata al centro di alcuni dibattiti tematici teorici che hanno coinvolto studiosi del Paleolitico, da un punto di vista teorico per questioni legate alla classificazione e ricostruzione delle attività (LEROI-GOURHAN 1973; OLIVE, TABORIN 1989), soprattutto in relazione alle prime evidenze di focolari nel periodo dell'ominazione (OAKLEY 1955; ISAAC 1984; PERLÈS 1977). In ambito peninsulare i paleontologi si sono frequentemente dedicati a studi di carattere tipologico di alcune strutture come forni e fornelli (DELPINO 1969), incentrati in particolare sulle strutture coinvolte nelle produzioni ceramiche, come le fornaci, con una prospettiva estesa da alcuni studiosi anche per periodi più recenti (CUOMO DI CAPRIO 1971-1972).

In anni più recenti la comunità scientifica ha evidenziato un nuovo interesse verso tale evidenza, coinvolgendo una più ampia platea di esperti, orientata ad un approccio multidisciplinare, oltre che ad aspetti più classici di carattere tipologico (THÉRY-PARISOT, CHABAL, COSTAMAGNO 2009; SOLER MAYOR 2003).

Studi di tipo etnoarcheologico, sperimentale e archeometrico hanno ulteriormente espanso il potenziale informativo di tali strutture nella ricostruzione del comportamento delle società del passato.

## UN APPROCCIO ALLO STUDIO DELLE STRUTTURE DI COMBUSTIONE

Le strutture di combustione possono essere un tema di ricerca utile per la ricostruzione di alcuni aspetti del comportamento delle società del passato. Una via perseguibile per esplicitare il loro contenuto informativo è quella di usare un approccio sistemico, applicato a tanti settori di ricerca, come ad esempio l'ecologia (ODUM 1988).

Nello specifico, sulla suggestione dei lavori dello psicologo Urie Bronfenbrenner, che organizza i rapporti sociali all'interno di sistemi "concentrici"<sup>2</sup> (BRONFENBRENNER 2002), si potrebbe ipotizzare che la struttura di combustione possa essere considerata con un "piccolo" sistema, che ha delle relazioni con altri sistemi esterni, le cui proprietà cambiano al mutare delle configurazioni possibili dei suoi elementi strutturali. Possiamo pensare che esista un microsistema, tendenzialmente invariabile, che è regolato dagli elementi indispensabili al processo fisico-chimico che ne è alla base, ovvero energia iniziale, combustibile e comburente. Questo microsistema, relazionandosi con il supporto, ovvero la forma e la tipologia del piano di combustione, da origine ad un "sistema", che può essere un focolare, una piastra di cottura, un fornello. Il "sistema" così configurato, può essere la base di partenza per una tipologia delle strutture di combustione basata:

- i) sulla presenza/assenza di un supporto,
- ii) sul tipo di supporto (terreno, fango, impasti, frammenti ceramici e/o litici),
- iii) sul grado di separazione fra il combustibile ed elemento da sottoporre a combustione.

Sulla base di questi parametri è possibile individuare otto tipi di strutture fisse (Fig.1).

A questi tipi così generati non corrisponde una funzione univoca, bensì un ventaglio di funzioni potenziali. Infatti alcune strutture, come i focolari, senza alcuna relazione specifica con altri elementi, forniscono calore ed illuminano un ambiente, ma qualora venissero addossati ad una parete si assisterebbe, ad esempio, a una maggiore intensità dell'irraggiamento termico, che può essere sfruttato per riscaldare un ambiente come una grotta. In questo caso è la relazione spaziale con un elemento verticale, a suggerire un uso specifico della struttura. Tuttavia senza nessuna relazione fisica con elementi strutturali il focolare piano può essere utilizzato per diverse lavorazioni come l'indurimento del legno, la rottura di elementi litici, oltre che una vasta gamma di cotture di alimenti di origine animale e vegetale.

In altri casi è la relazione con alcuni accessori<sup>3</sup> ad indicare invece la funzione. Ad esempio con i tripodi è possibile cuocere mediante un contatto con la fiamma gli alimenti in un contenitore chiuso, con i telai si può invece approntare l'affumicatura.

Tutte queste relazioni tra il sistema e gli accessori permettono di configurare una funzione specifica all'interno di un'attività. Infatti questi tipi o "sistemi" se messi in relazione con le funzioni potenziali e gli eventuali "accessori", darebbero vita ad un "meso-sistema", in cui il singolo operatore o un gruppo ristretto ha un'influenza preponderante nella definizione di un'attività, ricostruibile tramite l'analisi delle relazioni spaziali sincroniche. I "meso-sistemi" si inserirebbero poi in "macro-sistemi", nei quali gli attori sarebbero rappresentati da una collettività inserita a sua volta in un territorio (Fig.2).

---

<sup>2</sup> L'autore considera un micro-sistema che rappresenta la più piccola unità (individuo e/o una famiglia nucleare), che relazionandosi con altre unità può formare un meso-sistema. Questi insiemi vengono inseriti in anelli concentrici denominati meso-sistema ed infine in un macro-sistema, che include le relazioni di comunità complesse in un territorio, in genere uno stato nazionale.

<sup>3</sup> Per accessori si intendono dei manufatti come tripodi, alari, mantici, ugelli, elementi che riducono la variabilità funzionale della struttura e consentono di ricostruirne l'uso.

<b>Tipo struttura</b>	<b>Supporto</b>	<b>Combustione/cottura</b>	<b>Morfologia</b>	<b>Delimitazione</b>	<b>Copertura</b>
<i>Focolare piano</i>	Terreno	Nessuna separazione	Circolare, ovale, quadrangolare, rettangolare, irregolare	Assente	Assente
				Naturale: roccia	
				Strutturale: cordolo di terra, pietre irregolari, ciottoli, lastre orizzontali e/o verticali	
<i>Focolare in fossa</i>	Terreno	Nessuna separazione	Circolare, ovale, quadrangolare, rettangolare	Assente	Assente
				Naturale: roccia	
				Strutturale: cordolo di terra, pietre irregolari, ciottoli, lastre orizzontali e/o verticali	
<i>Focolare piano con supporto stratificato</i>	Fango, argilla, ciottoli, pietre irregolari, ceramica lastra lapidea	Nessuna separazione	Circolare, ovale, quadrangolare, rettangolare, irregolare	Assente	Assente
				Naturale: roccia	
				Strutturale: cordolo di terra, pietre irregolari, ciottoli, lastre orizzontali e/o verticali	
<i>Focolare in fossa con supporto stratificato</i>	Fango, argilla, ciottoli, pietre irregolari, ceramica lastra lapidea	Nessuna separazione	Circolare, ovale, quadrangolare, rettangolare, irregolare	Assente	Assente
				Naturale: roccia	
				Strutturale: cordolo di terra, pietre irregolari, ciottoli, lastre orizzontali e/o verticali	
<i>Forno</i>	Base in argilla, pietre e cocci	Nessuna separazione	Base circolare, ellittica, a ferro di cavallo, rettangolare (?)	Pareti in argilla, blocchetti di pietra, lastre	Presente
	Pareti in argilla, blocchetti di pietra, lastre	Camera unica			
<i>Forno a camera distinta</i>	Base/piedistallo in argilla, pietre e cocci	Camera di combustione e camera di cottura separate	Base circolare, ellittica, a ferro di cavallo	Pareti in argilla, mattoni	Presente
	Pareti in argilla				
<i>Fornello</i>	Base/piedistallo in argilla	Camera di combustione e camera di cottura separate	Base circolare, ellittica, a ferro di cavallo	Pareti in argilla	Presente
	Pareti in argilla				Assente
<i>Fornace verticale/ orizzontale</i>	Base/piedistallo in argilla	Camera di combustione e camera di cottura separate	Base circolare, ellittica, quadrata/rettangolare	Naturale: margini di una collina, terreni argillosi	Presente
	Pareti in argilla, blocchi di pietra, mattoni, vasi			Strutturale: muratura	

Fig.1. Tipologia delle strutture di combustione.  
Types of combustion structure.

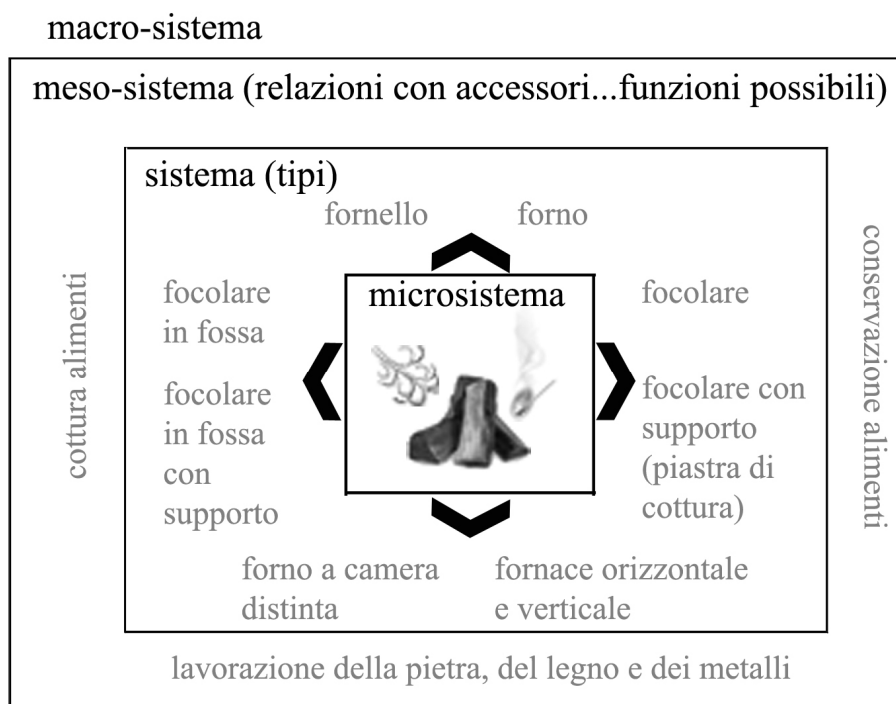


Fig.2. Approccio sistemico applicato alle strutture di combustione.  
*Systemic approach applied to combustion structure.*

Generalmente in un sito archeologico le strutture di combustione (micro-sistemi) possono essere ricondotte ad alcuni tipi (sistemi) per i quali è possibile individuare una funzione specifica e le attività ad esse legati (meso-sistemi), qualora si considerino le relazioni spaziali con altri fattori del contesto. In tal senso l'analisi dei resti bioarcheologici e l'analisi della funzione del manufatto in relazione spaziale con la struttura di combustione può essere utile nella formulazione di ipotesi circa le funzioni cui la struttura stessa era destinata e restringere il campo delle attività da riferire almeno alla sua ultima fase d'uso.

Tale approccio è alla base delle ricerche condotte in alcuni contesti dell'età del Bronzo, in Italia meridionale, caratterizzati dalla presenza di focolari e piastre di cottura. Ad esempio i focolari piani rinvenuti nel sito di Coppa Nevigata sembrano essere coinvolti in diverse tipologie di attività, mentre quelli del sito di Monteroduni loc. Paradiso erano utilizzati per la cottura e preparazione di cibi a base di legumi e cereali (D'ORONZO 2014). Il medesimo approccio utilizzato nel sito di Oratino ha permesso di individuare aree connesse con la manipolazione, preparazione oltre che con la cottura ed il consumo di cibi di origine vegetale ed animale (D'ORONZO, FIORENTINO 2008).

Più frequenti in questi siti sono le piastre di cottura, coinvolte in attività diversificate che includono la cottura di impasti farinacei e di carne, nonché la tostatura dei cereali. Tali strutture sono l'esempio di come al mutare del supporto, otteniamo un altro sistema, in cui sembrano delinearsi nuovi tipi di attività, che in alcuni casi lasciano sottintendere dei "meso-sistemi" che spesso prevedevano il coinvolgimento di più individui per attività più complesse.

Le evidenze di Coppa Nevigata (Protoappenninico recente) e di Oratino (Subappenninico recente), nei quali è ricorrente l'associazione tra piastre di cottura e depositi di cenere ricchi di forchette, sembrerebbero suggerire che la tostatura dei cereali faccia riferimento ad un "meso-sistema" ovvero un'attività protratta nel tempo da un gruppo più allargato di persone (CAZZELLA *et alii* 2012).

Questo approccio "sistemico" applicato allo studio delle strutture di combustione può dare inoltre un contributo alla lettura delle relazioni tra comunità e territorio, ovvero ricostruire alcuni aspetti di un "macro-sistema". In particolare lo studio dei combustibili delle comunità preistoriche sembra sottolineare una costante relazione con il territorio per l'approvvigionamento di combustibile, che sulla base delle analisi archeobotaniche, prevedeva la raccolta di legno dall'ambiente circostante l'insediamento. Tale apparente omogeneità sembra tuttavia discostarsi dall'ampia gamma di potenziali combustibili documentati dalle ricerche etnografiche ed etnoarcheologiche (PERLÉS 1977; BRAADBAART *et alii* 2017), che denotano l'impiego di combustibili "alternativi" anche in contesti caratterizzati da ambienti dalla spiccata copertura arborea. Testimonianze scritte ed alcune evidenze archeologiche suggeriscono che in passato, e ancora oggi, erano anche ampiamente impiegati lo sterco, sotto forma di *dung-cake* (Fig.9 c-d), l'osso ed il grasso animale (HEIZER 1963; GOUDSBLOM 2008).

Le *dung cakes* (MILLER 1984; MILLER, SMART 1984), sono dei dischi di diametro variabile realizzati con gli escrementi di erbivori di grossa taglia (SALIM 1962) e di equidi (cavalli, cammelli), raccolti nelle stalle o nei campi per essere temporaneamente stoccati e poi utilizzati, oppure mescolati insieme ai derivati della raccolta del grano (ERTUĞ 2000). Tale operazione sembra coinvolgere solitamente il nucleo famigliare o dei membri specifici all'interno di esso (SAKSENA *et alii* 1995), o talvolta gruppi più allargati (DAVIDSON *et alii* 1981).

Un altro combustibile solido utilizzato è l'osso (Fig.9b), usato singolarmente o in associazione con il legno, data la sua minore infiammabilità e la necessità di mantenere costante il flusso di calore (MORIN 2010), anche se recenti ricerche sembrano ridimensionarne l'intenzionalità del suo uso come combustibile (COSTAMAGNO *et alii* 2005; VATÉ, BEYRIES 2007). Tra i combustibili semisolidi/liquidi potrebbero essere inclusi anche l'olio ed il grasso animale, ma allo stato attuale non vi sono evidenze certe, almeno nei contesti della penisola italiana. Non vi sono prove certe neanche dell'uso delle *dung cakes*, non sono infatti chiari gli indicatori che testimonierebbero il loro utilizzo.

Nel tentativo di ricostruire il "macro-sistema" un valido contributo è dato dallo studio del combustibile legnoso, che, come accennato, rappresenta il combustibile maggiormente impiegato dalle comunità preistoriche. In questo caso dai contributi dei ricercatori emerge la presenza di indicatori puntuali, rintracciabili nell'anatomia del legno leggibile nei frammenti di carbone (Fig.9a), che consente di riconoscere l'uso di diversi tipi di legno.

L'osservazione microscopica dei tessuti vegetali, conservati mediante la carbonizzazione parziale, permette di ricostruirne la tafonomia e di rintracciare gli indicatori utili a riconoscere l'uso del *legno verde*<sup>4</sup>, secco o stoccato, del legno morto<sup>5</sup> e delle volte riconoscere l'impiego del *driftwood*<sup>6</sup> (D'ORONZO *et alii* 2013).

Il *legno verde*, ad esempio, se combusto, tende a produrre delle fratture fusiformi visibili in sezione trasversale, mentre il legno secco può essere privo di fratture o presentarne con profilo a "V" ed apice orientato presso il midollo (THÉRY-PARISOT, HENRY 2012). Tale fattore tuttavia può avere una certa variabilità se si considera l'ampia gamma di tessuti eterogenei, caratterizzati da piani preferenziali di frattura legati alla grandezza dei vasi conduttori, alla loro distribuzione ed al grado di omogeneità dei tessuti (D'ORONZO 2012). Il *legno morto* può presentare invece le ife fungine<sup>7</sup> (SCOTT *et alii* 2000), che possono formarsi sia durante la fase di marcescenza nel sottobosco sia durante lo stoccaggio (GIORDANO 1981).

Il *driftwood*, detto anche legno spiaggiato (Fig.9 e-f) e ad esempio ampiamente utilizzato nelle comunità Eskimo, quindi in ambienti estremamente freddi (MCGHEE 1996). Può essere riconosciuto mediante alcuni indicatori quali le parti anatomiche e le escrezioni dei *marine borers*<sup>8</sup> (Fig.9 g-h) ed alcuni elementi chimici tipici dell'ambiente marino isolati tramite microscopia ESEM (D'ORONZO, FIORENTINO 2014).

L'impiego di queste particolari categorie di legno, da una parte sembra indicare determinate condizioni ambientali (vedi il *driftwood*), dall'altra consente di individuare un "macro-sistema", la sola identificazione tassonomica offre infatti un'immagine della vegetazione potenziale presso l'insediamento (BADAL *et alii* 1991, CHABAL 1991; VERNET 1997), mentre lo studio della tafonomia del combustibile legnoso, potrebbe fornire indicazione sul "meso-sistema", ovvero la presenza di attività complesse che prevedono il coinvolgimento di comunità nella risoluzione di una necessità (approvvigionamento del combustibile). L'approvvigionamento del legno mediante la raccolta di rami dal sottobosco (legno morto, schianti, etc.), infatti, o il taglio occasionale o selettivo (cui seguiva una fase di trasporto e di stoccaggio sia esso per un breve che un lungo periodo) doveva essere piuttosto frequente e poteva impegnare quotidianamente un gruppo ristretto della comunità o coinvolgere un gruppo esteso in particolari momenti dell'anno.

I risultati delle ricerche di alcuni contesti dell'età del Bronzo e la lettura delle strutture di combustione mediante un approccio sistemico, basato sulle relazioni con più categorie di evidenze, può fornire una possibile via per la ricostruzione dei comportamenti umani, realizzata attraverso la scomposizione di azioni, gesti, attività, in elementi costitutivi, di cui sia possibile trovare una traccia, seppur labile, nei contesti archeologici. Tali elementi producono inferenze che possono essere generate, riconfigurate e testate mediante degli esperimenti mirati.

---

<sup>4</sup> Per legno verde si intendono i rami secondari o elementi del tronco che hanno un tasso di umidità maggiore del 15%.

<sup>5</sup> Il *legno morto* è quello degradato a livello strutturale dai microrganismi.

<sup>6</sup> Questo tipo di legno degradato rappresenta l'esito finale del trasporto di alberi ed arbusti nel mezzo acquatico ed appare sovente sottoforma di rami o tronchi privi di corteccia e rinvenuto lungo le rive dei fiumi o le spiagge (ALIX 2005). Durante la permanenza nel mezzo acquatico, il legno interagisce con diverse tipologie di microrganismi (UNGER *et alii* 2001), che ne producono trasformazioni del tessuto legnoso (GARETH JONES *et alii* 2001).

<sup>7</sup> Sono i filamenti unicellulari o pluricellulari, di forma cilindrica, che disposti uno sull'altro formano il micelio, ovvero il corpo vegetativo dei funghi.

<sup>8</sup> I "marine borers" sono degli organismi marini che attaccano il legno. Si tratta di invertebrati che vivono all'interno di tane dentro il legno danneggiandolo, in mare aperto o in acque salmastre. I due *phyla* maggiormente coinvolti sono Mollusca e Crustacea. Al primo *phylum* appartengono i generi *Teredo*, *Bankia* e *Martesia*, mentre fra i Crustacea possiamo citare il genere *Limnoria* e *Balanus*. Tutti questi organismi masticano e scavano gallerie nel legno per proteggersi o per trovare un punto di ancoraggio (D'ORONZO, FIORENTINO 2007).

A tal proposito sono stati realizzati degli esperimenti destinati a valutare le trasformazioni delle strutture di combustione e le tracce lasciate da alcune attività connesse con la manipolazione dei cibi, allo scopo di fornire elementi utili all'interpretazione di alcuni contesti archeologici.

## **IDENTIFICAZIONE ED EVIDENZE**

L'evidenza prodotta dall'uso del fuoco è costituita, il più delle volte, da elementi alterati dal calore, residui di combustibile (ceneri e carboni), con distribuzioni estese o puntiformi, ed è normalmente presente in buona parte dei contesti archeologici.

La loro identificazione nel deposito può essere pertanto un'operazione piuttosto semplice, se questa appare come un'installazione discretizzabile (un focolare, una piastra di cottura, un forno etc.), ma in alcuni casi la comprensione della loro funzione può risultare problematica. La medesima struttura può essere utilizzata per svolgere attività completamente differenti, in contemporaneità o in momenti diversi della sua fase di utilizzo (SPURLING, HAYDEN 1984; SOLARI 1992) e subire delle trasformazioni morfologiche. Per tale ragione in alcuni casi ci si trova di fronte a strutture non immediatamente ascrivibili ad una tipologia standard.

A tal proposito può risultare utile ricordare che ciascuna struttura è composta da alcuni elementi imprescindibili, strettamente dipendenti dal processo fisico-chimico che ne è alla base: la combustione. Questa è una reazione di ossido-riduzione molto complessa che alterna fasi endotermiche ed esotermiche fra due sostanze<sup>9</sup>, il combustibile ed il comburente. Tale reazione che coinvolge reagenti allo stato gassoso, nella fase iniziale richiede un'energia di innesco per avviare la reazione (fase endotermica) che di seguito si autoalimenta<sup>10</sup>. Nel caso di un combustibile solido, come il legno, l'apporto termico iniziale (fornito mediante una scintilla o la frizione), in concomitanza con il comburente (l'ossigeno dell'aria) provoca una degradazione delle macromolecole che costituiscono il tessuto legnoso (cellulosa, emicellulosa, resine, etc.) in una miscela eterogenea composta da anidride carbonica, metano, acido acetico, acido formico ed ossigeno (GOTTARDI 1982; ESCUDIE 1989). Raggiunta una temperatura tra i 200°- 300°C, il legno, passata una fase di essiccazione (100°C) e di torrefazione (200°- 280°C), se c'è energia sufficiente, segue la fase esotermica (275°- 500°C), che coincide con la produzione di fumi, gas di varia natura e fiamme (KLASON, BAI 2007; SENNECA 2007). Pertanto se al sistema si forniscono combustibile e comburente, la reazione non si interrompe fino alla fase in cui il legno si trasforma in cenere, a meno che intervenga un fattore esterno che destabilizzi il sistema. Ne consegue che l'uomo nel tempo ha imparato a gestire il fuoco modulando il combustibile e l'apporto di aria, acquisizione che probabilmente sta alla base di buona parte delle soluzioni morfologiche di alcune strutture apparentemente più complesse come fornelli, forni e fornaci.

Nota la reazione e gli elementi basilari, potrebbe essere utile comprendere i meccanismi di diffusione dell'energia liberata e le possibili tracce lasciate sull'area interessata dalla combustione<sup>11</sup> e come l'uomo abbia utilizzato tale energia.

La comprensione del processo di combustione permette quindi di valutare da una parte le relazioni che legano gli elementi che sono alla base di un piccolo sistema rappresentato da un focolare, dall'altra le principali vie di diffusione dell'energia ed i suoi effetti sui materiali, fattori che sono di fondamentale importanza per agevolare l'individuazione nel contesto archeologico.

A tale scopo saranno ora illustrate le trasformazioni di alcuni supporti e materiali esposti al calore, allo scopo di poter vedere il potenziale informativo dei residui di combustione e dei depositi associati ai focolari e alle piastre di cottura.

## **IL CONTRIBUTO DEGLI ESPERIMENTI**

Lungi dal fornire informazioni coerenti e non contraddittorie saranno espone alcune considerazioni frutto di ricerche di tipo sperimentale (D'ORONZO 2012, 2017), condotte su alcuni "tipi" di strutture (focolari, piastre di cottura) realizzate sulla base di informazioni raccolte in contesti della preistoria dell'Italia meridionale, ed in particolare in Puglia e in Molise.

Gli esperimenti sono stati condotti per valutare le trasformazioni delle strutture di combustione, la formazione dei depositi cinerosi e la tracciabilità delle attività di cottura degli alimenti.

In merito alle trasformazioni delle strutture si è voluta indagare la comparsa delle alterazioni termiche, mettendone in evidenza caratteristiche e relazioni con attività di ripuliture e non, la correlazione con le temperature ed i combustibili (FIORENTINO, D'ORONZO 2010b). Si è cercato di ricostruire le dinamiche di formazione dei depositi di

---

<sup>9</sup> Gli studi sulla combustione dei solidi e liquidi fanno riferimento ad una reazione di ossidazione fra elementi allo stato gassoso. Per avviare la reazione il sistema ha bisogno di energia (fase endotermica), cui segue una fase in cui l'energia, o almeno una sua parte, viene liberata (fase esotermica).

<sup>10</sup> Durante la combustione, una volta avviata, l'energia complessiva viene utilizzata per soddisfare il bisogno energetico di una nuova fase endotermica, mentre un'altra parte viene diffusa per induzione ed irraggiamento.

<sup>11</sup> Lo spazio sul quale avviene la combustione può essere indicato con il termine generico di supporto, piano di combustione o nel caso delle strutture chiuse, si preferisce l'espressione camera di combustione.

cenere, la loro stratigrafia, la rintracciabilità delle cariche di combustibile, il tasso di produzione di alcune specie vegetali utilizzate come combustibili, ed altre considerazioni legate alla tafonomia del combustibile, confutata attraverso degli esperimenti in ambiente controllato (Tab.1, Tab.2).

Esperimento EXP-C ed EXP-D	
Struttura di combustione	Focolare piano delimitato, diametro 50 cm
Episodi di combustione	5 fasi ad intervalli di 24 ore
Combustibile	Legno semi-arido di: <i>Prunus armeniaca</i> , <i>Pinus halepensis</i> , <i>Olea europaea</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Quercus cerris</i> Massa totale di 16 kg ripartita in 8 cariche
Parametri	Temperatura della fiamma Temperatura del suolo a quattro profondità (-2, -7, -12, -18 cm) Temperatura atmosferica presso il focolare (distanza 1 m e 4 m) Tasso d'umidità (distanza 1 m e 5 m) Intensità del vento (a 2 e 10 m di altezza) Direzione del vento (a 2 e 10 m di altezza)
Strumenti	Termocoppie di tipo N e K Centralina multicanale TC-08 Picologger Stazione meteo Anemometro Cronometro
Intervallo di tempo per le misurazioni	Temperatura delle fiamme e del suolo: 30 secondi Parametri atmosferici: 5 minuti Misura altezza deposito di cenere: 15 minuti
Tempo di ricarica del combustibile	2 kg ogni 15 minuti
Procedura	Caricamento combustibile – accensione – registrazione parametri – ricarica combustibile - registrazione parametri...Il focolare è stato monitorato per 4 ore. Al termine delle due ore iniziali è stato monitorato il deposito. Dopo 24 ore il deposito è stato asportato per strati.
Comparsa alterazioni termiche	Prima dell'accensione il piano è di colore marrone scuro Combustione 1: parte centrale grigia, parte esterna marrone Combustione 2: colore nero e margini arancione e marrone Combustione 3: estensione della parte arancione dal centro alla periferia, comparsa di aree nere Combustione 4-5: colore arancione diffuso sulla maggior parte del piano, aree periferiche di colore nero sotto la delimitazione
Deposito di cenere	Il deposito ha una forma circolare con spessore massimo nella parte centrale e degradante verso la periferia. In genere si distinguono tre strati: strato 1 composto da cenere di colore grigio chiaro o bianco; strato 2 composto da cenere grigia contenente carboni; strato 3 composto da cenere di colore grigio scuro, frammenti di substrato alterato e carboni.
Esperimento EXP-E	
Struttura di combustione	Focolare piano delimitato, diametro 75 cm
Episodi di combustione	6 fasi ad intervalli di 24 ore
Combustibile	Legno semi-arido di: <i>Cupressus sempervirens</i> , <i>Ficus carica</i> , <i>Pinus halepensis</i> , <i>Vitis vinifera</i> , <i>Quercus coccifera</i> e <i>Quercus cerris</i> Massa totale di 9 kg ripartita in 3 cariche
Parametri	Temperatura della fiamma Temperatura del suolo a quattro profondità (-2 cm) Temperatura atmosferica presso il focolare (distanza 1 m e 4 m) Tasso d'umidità (distanza 1 m e 5 m) Intensità del vento (a 2 e 10 m di altezza) Direzione del vento (a 2 e 10 m di altezza)
Strumenti	Come in EXP-C e D
Intervallo di tempo per le misurazioni	Come in EXP-C e D
Intervallo di tempo per le misurazioni	Come in EXP-C e D
Tempo di ricarica del combustibile	3 kg ogni 15 minuti
Procedura	Caricamento combustibile – accensione – registrazione parametri – ricarica combustibile - registrazione parametri...Il focolare è stato monitorato per 4 ore. Al termine delle due ore iniziali è stato monitorato il deposito. Dopo 24 è stato ripetuto il ciclo. Il deposito è stato scavato dopo 30 giorni.
Comparsa alterazioni termiche	Lo scavo ha evidenziato un substrato di colore arancione molto esiguo.
Deposito di cenere	La morfologia è simile a quella degli esperimenti EXP-C e D. Sono presenti 5 strati: strato 1 di colore bianco, compatto con carboni, strato 2,3,4,5 composti da cenere grigia contenente carboni.

Tab. 1: Protocollo sperimentale e risultati EXP-C, EXP-D, EXP-E.  
*Experimental design and results EXP-C, EXP-D, EXP-E.*

Esperimento EXP-H	
Struttura di combustione	Piastra di cottura, diametro 40 cm
Supporto	H1 argilla grigio-verde su uno strato di pietre in calcare H2 argilla rosso-marrone su uno strato di pietre in calcare H3 argilla verde-beige su uno strato di frammenti ceramici H4 argilla grigio-verde su una lastra di calcare H5 argilla di colore grigio-verde ricca di frammenti di calcare su uno strato di frammenti ceramici
Episodi di combustione	3 fasi ad intervalli di 24 ore.
Combustibile	Legno semi-arido di: <i>Cupressus sempervirens</i> e <i>Abies alba</i> , <i>Olea europaea</i> , <i>Quercus robur</i> Massa totale di 9 kg ripartita in 3 cariche
Parametri	Temperatura della fiamma Temperatura atmosferica press il focolare (distanza 1 m e 4 m) Tasso d'umidità (distanza 1 m e 5 m) Intensità del vento (a 2 e 10 m di altezza) Direzione del vento (a 2 e 10 m di altezza)
Strumenti	Termocoppie di tipo N e K Centralina multicanale Stazione meteo Anemometro Cronometro
Intervallo di tempo per le misurazioni	Temperatura delle fiamme: 1 minuto Parametri atmosferici: 5 minuti Misura altezza deposito di cenere: 15 minuti
Tempo di ricarica del combustibile	3 kg ogni 30 minuti
Procedura	Caricamento combustibile – accensione – registrazione parametri – ricarica combustibile - registrazione parametri... Il focolare è stato monitorato per 3,5 ore. Dopo 1,5 ore è stato monitorato il deposito. Dopo 24 ore il deposito è stato asportato per strati.
Comparsa alterazioni termiche	Variabilità nella comparsa delle alterazioni termiche
Deposito di cenere	Il deposito ha una forma circolare, con spessore massimo nella parte centrale e degradante verso la periferia. Si distingue un solo strato composto da cenere e carboni.

Tab. 2: Protocollo sperimentale e risultati EXP-H.  
*Experimental design and results EXP-H.*

## ALTERAZIONI TERMICHE

Il processo di combustione, come accennato, avviene su un supporto di natura variabile, costituito il più delle volte dal terreno o da una preparazione, almeno nel caso delle due tipologie di strutture qui indagate, ovvero il focolare e la piastra di cottura.

I suoli sui quali si realizzano i focolari possono essere di varia natura, cioè appartenere a formazioni geologiche con sedimenti a tessitura differenziata e con minerali e composizione chimica diversa. Tale diversità potrebbe, per ipotesi, determinare una diversa visibilità dell'alterazione termica, almeno ad un esame autoptico.

In altri casi, il supporto è rappresentato da una stratificazione artificiale realizzata con frammenti di ceramica, laterizi e materiali lapidei o da roccia affiorante<sup>12</sup>.

L'energia diffusa dalla struttura sotto forma di calore avviene per irradiazione o per contatto, e comporta diversi tipi di effetti sul supporto. Le più evidenti tracce di un'esposizione al fuoco sono l'alterazione cromatica, come la rubefazione, l'aumento della durezza, spesso associata ad una maggiore fragilità ed un aumento della porosità, ed infine, almeno nei suoli, si verifica una variazione del pH e degli ossidi.

Nel caso dei focolari piani, la cui tipologia può includere strutture con delimitazione in pietra, in terra o piccole depressioni (GASCÒ 1986), le evidenze archeologiche includono aree di forma circolare o irregolare, di colore nero o con tonalità dall'arancione al rosso, associate spesso a piccole dispersioni di carbone e cenere. Gli esperimenti

<sup>12</sup> Fra i litotipi osservati in alcuni contesti dell'età del Bronzo e del Ferro dell'Italia meridionale si possono ricordare: l'arenaria utilizzata frequentemente nel sito dell'età del ferro di Campomarino, il basalto nei siti dell'età del Bronzo delle Isole Eolie, il calcare nel sito di Oratino-La Rocca, il travertino nel sito di Monteroduni- Loc. Paradiso; l'argilla in buona parte dei siti dell'età del Bronzo in Puglia e Molise.



condotti sulla base di un protocollo sperimentale, denominati EXP\_C ed EXP\_D<sup>13</sup> (Fig.3), hanno permesso di indagare la comparsa e l'evoluzione delle alterazioni termiche, da un punto di vista cromatico, in un focolare piano delimitato.

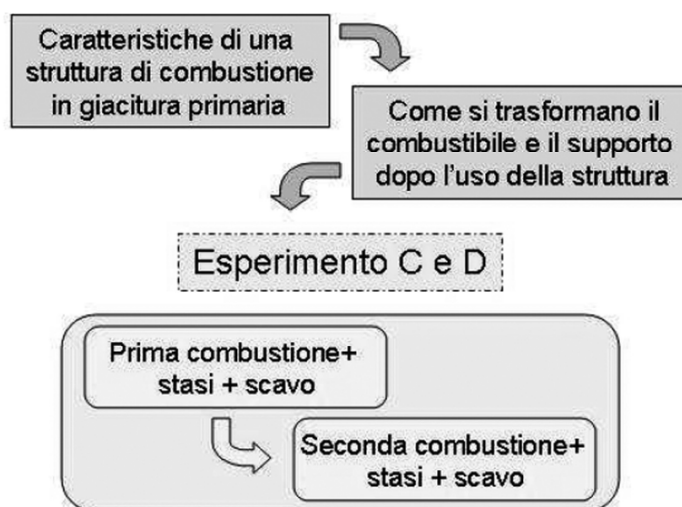


Fig.3. Protocollo sperimentale per la verifica delle evidenze archeologiche.  
*Experimental design for verifying archaeological evidences.*

Questo doppio ciclo di esperimenti ha avuto come obiettivo quello di verificare delle ipotesi di lavoro, come il rapporto tra morfologia della struttura ed estensione dell'alterazione termica e valutare l'evoluzione delle alterazioni in strutture sottoposte a ripulitura del deposito dopo la fase di combustione (D'ORONZO, FIORENTINO 2010b). L'esperimento EXP\_E<sup>14</sup>, ha permesso invece di valutare la comparsa e l'evoluzione delle alterazioni termiche in una struttura non sottoposta a ripulitura del deposito, nonché di indagare le trasformazioni del deposito di cenere a seguito di combustioni in successione.

Per documentare questi fattori, al termine di ogni combustione e dopo lo scavo stratigrafico del deposito di cenere, mediante la "Sols Cailleux Color Chart" e foto digitali zenitali, sono state mappate le varie regioni cromatiche del supporto.

Il sedimento, prima dell'accensione dei focolari, era di colore marrone (P51), con matrice formata da frammenti in calcarenite compresi fra i 4 mm ed i 10 mm di lunghezza, con elementi ferrosi, molto compatto a causa anche dei numerosi apparati radicali.

Dopo la prima combustione (Fig.4a), realizzata su una superficie circolare di 50 cm di diametro, il piano di combustione appariva di colore grigio scuro (T73) e alcune parti di colore grigio chiaro (R31); mentre le aree marginali avevano mantenuto la loro colorazione originaria. Con la seconda combustione la base del focolare è diventata di colore nero (S92) lungo tutta la superficie, mentre nell'area centrale e in un settore (Sud Est) si presentava di colore marrone arancione (P60). Con la terza fase d'uso, si è assistito ad una maggiore estensione della parte arancione (M57) dal centro verso il margine, associata ai margini a campiture di colore nero (T92) ed aree grigie (L31) dovute alla dispersione di ceneri ed alla loro inclusione nel supporto. Al termine dell'esperimento, la

<sup>13</sup>Il "protocollo" adottato ha la funzione di esplicitare il fenomeno che si intende indagare, le modalità, i parametri e la strumentazione da utilizzare per le misurazioni, in modo da rendere possibile la riproduzione dell'esperimento a qualsiasi fruitore. Questi due cicli di esperimenti, EXP\_C e D, sono esattamente identici, ed hanno come obiettivo quello di indagare le alterazioni termiche e la formazione dei depositi di cenere. Per tale motivo si è cercato di standardizzare le procedure di gestione del fuoco, ovvero ogni combustione ha previsto 8 cariche di combustibile da 2kg, ogni 15 minuti, appartenente al medesimo taxon. Le temperature sono state registrate mediante 5 termocoppie, gestite da una centralina multicanale. Con intervalli di misurazione di 1 minuto è stata misurata la temperatura ad 1m e 5 m dal focolare, mediante una stazione meteo, nonché direzione ed intensità del vento mediante un anemometro. Al termine di ogni combustione è stato scavato il deposito, analizzato mediante setacciatura a secco, e indagate le trasformazioni cromatiche del suolo. La setacciatura dei depositi ha permesso uno studio analitico di tipo quantitativo e qualitativo dei resti di carbone (quantificazione, grado di arrotondamento, classi dimensionali, identificazione tassonomica, analisi delle distorsioni dei tessuti anatomici).

<sup>14</sup>Il "protocollo" adottato per l'esperimento EXP\_E, aveva come obiettivo, quello di valutare la formazione del deposito di cenere e l'evoluzione della cromia del supporto, in un focolare delimitato di diametro maggiore (75 cm) non sottoposto a ripuliture del deposito. Gli intervalli e la tipologia delle misurazioni dei parametri fisici ed atmosferici, nonché delle analisi del deposito è identica a quella degli esperimenti EXP\_C ed EXP\_D, mentre è stata variata la quantità di combustibile (3 kg per 3 cariche), il numero delle combustioni (6 episodi) ed i taxon impiegati.

superficie era per l'80% di colore arancione (N60), mentre lungo le parti marginali, sotto la delimitazione in pietra, si presentava di colore nero (T92).

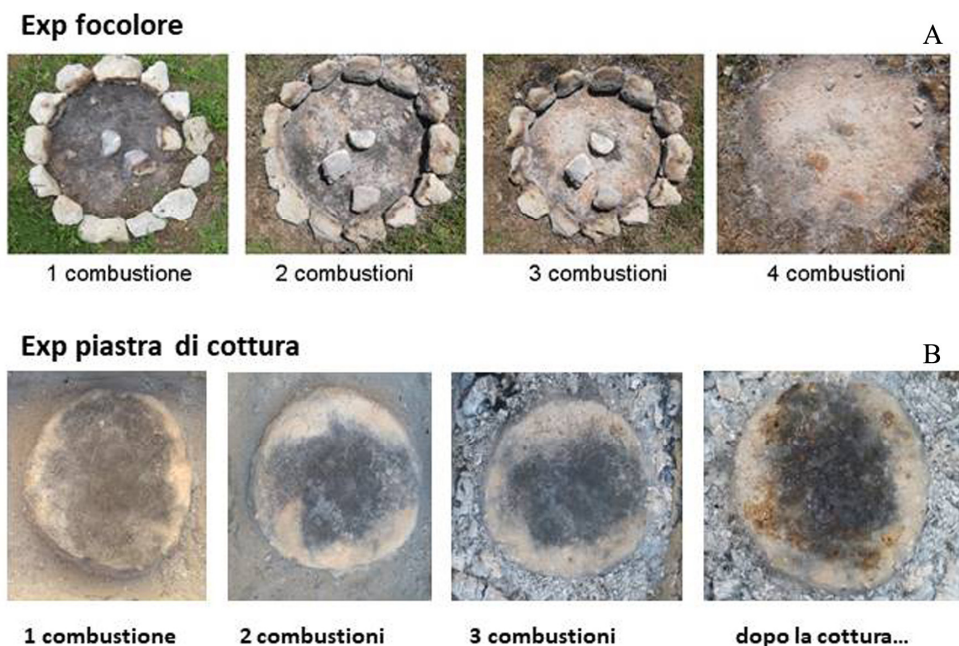


Fig.4. Esperimento focolare (alterazione termica), esperimento piastra di cottura (Alterazione termica).  
*Hearth experiment (Thermal alteration), cooking platform experiment (Thermal alteration).*

Diverso è il comportamento riscontrato nell'EXP\_E ovvero un ciclo sperimentale che aveva come obiettivo quello di valutare la formazione del deposito di cenere e l'evoluzione della cromia del supporto in un focolare non sottoposto a ripuliture del deposito.

A seguito dell'asportazione del deposito generato da sei fasi di combustione, il supporto presentava un colore arancione (N59), omogeneo su tutta la superficie a differenza di una sottile corona circolare di colore marrone scuro tendente al nero (S71).

Confrontando invece l'estensione della variazione cromatica in profondità, nei due esperimenti sono apparse delle differenze (Fig.5). Nel caso degli EXP\_C/D, il supporto per una profondità di 30 mm si presentava di colore arancione (N59), mentre nella EXP\_E era di colore arancione per soli 3 mm, cui seguiva un livello di pari potenza di colore marrone scuro tendente al nero (S71).

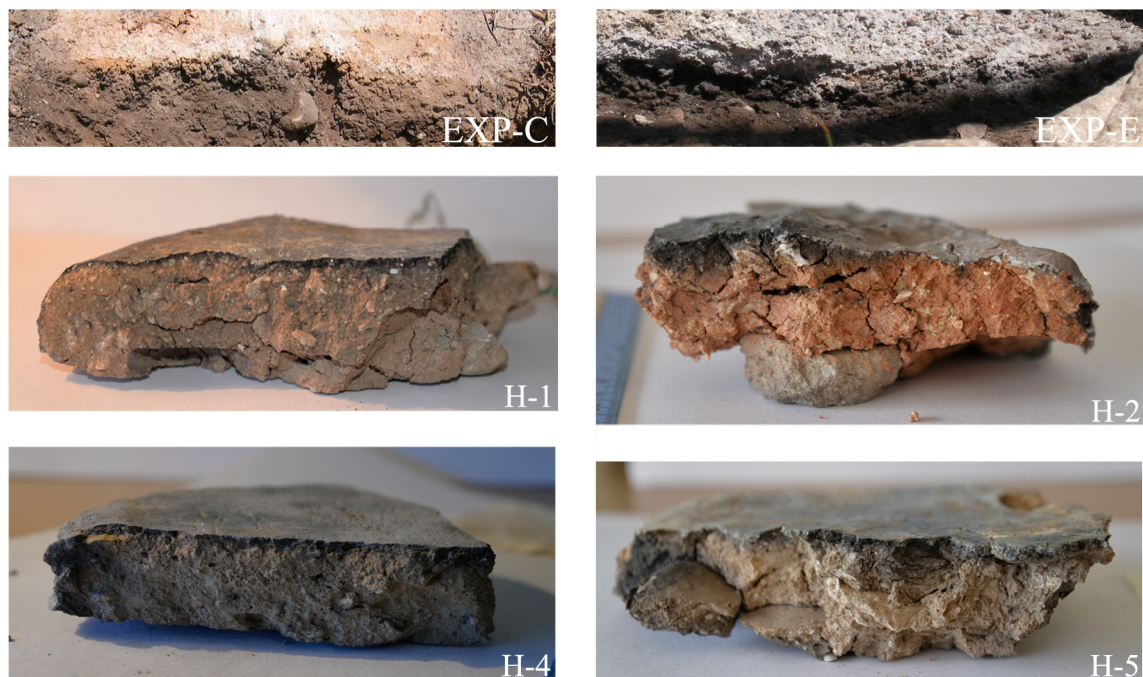


Fig.5. Alterazione termica di in focolare (EXP\_C ed EXP\_E) e delle sezioni delle piastre di cottura.  
*Thermal alteration of hearth structure (EXP\_C ed EXP\_E) and sections of cooking platform after combustion.*

Dati analoghi, almeno rispetto al tema delle variazioni cromatiche dei suoli, sono stati evidenziati in altre ricerche che hanno permesso anche di creare dei modelli digitali della propagazione del calore nel suolo (MARCH 1992; MARCH, FERRERI 1989; MARCH *et alii* 2014). Nello specifico la rilevazione delle temperature, mediante termocoppie collocate in profondità a distanza regolare, ha evidenziato una temperatura compresa fra i 100° ed i 60° C, nei primi 15 cm di profondità, ovvero con una variazione media di 500°/600° C nella parte centrale del focolare.

Nei contesti archeologici indagati, ad esempio Oratino-La Rocca (CAZZELLA, COPAT, DANESI 2007), uno dei pochi focolari piani individuati, di forma circolare e piano leggermente infossato, presentava invece un colore in genere nero, che potrebbe indicare un suo utilizzo molto limitato nel tempo. Nel sito di Monteroduni-Loc Paradiso il colore arancione o rosso dei piani alterati indicherebbe un uso ripetuto nel tempo (CAZZELLA *et alii* 2005; CAZZELLA, DE DOMINICIS, RUGGINI 2008). Strutture analoghe, a quelle rinvenute nei due siti molisani, sono attestate nelle diverse fasi di frequentazione del sito di Coppa Nevigata (CAZZELLA, MOSCOLONI, RECCHIA 2012) e sulla base del contesto di rinvenimento e delle associazioni con i manufatti sembrerebbero essere riferibili a più attività iterate nel tempo.

Un altro elemento preso in considerazione nei contesti sperimentali è stata la variazione del pH nel suolo, un parametro che condiziona la ripopolazione delle comunità vegetali dopo un incendio (RHOADES *et alii* 2004). Le misurazioni effettuate lungo una sezione di riferimento e lungo le sezioni artificiali comprese fra il piano di combustione ed una profondità di 15 cm, hanno fatto registrare un discostamento dello 0.7 - 2.1 rispetto al valore costante di 8.3 della sezione non soggetta all'azione del fuoco.

L'altra struttura di combustione presa in considerazione in questo studio è la "piastra di cottura", che potrebbe considerarsi come un'evoluzione del focolare, in quanto presenta un supporto artificiale. Tali strutture in letteratura sono descritte come dei piani di argilla cotta coprenti uno strato di frammenti ceramici o pietrisco, che a volte sono stati interpretati come piani pavimentali, come nel caso del sito di Porto Perone (LO PORTO 1963). Questa interpretazione, legata all'idea che rappresentassero un elemento residuale di "fondi di capanna" fu in parte giustificata mediante la comparazione con i *potsherd pavements* delle abitazioni elladiche (FEDELE 1982), le cui caratteristiche erano dovute ad assicurare "l'isolamento termico e la protezione dall'umidità" delle abitazioni (PERONI 1967). Di tutt'altro orientamento è invece l'ipotesi di Fedele, che sulla base del confronto delle strutture emerse nei villaggi di Bagnara e Cozzo Marziotta, con quelle di altri contesti, riteneva che queste strutture probabilmente fossero "connesse con la prassi della cottura di impasti farinosi di varia composizione" (FEDELE 1982). Allo stato attuale delle ricerche, grazie agli scavi in estensione di numerosi insediamenti dell'Età del Bronzo, è stato possibile dare credito alla proposta di Fedele, ovvero che si tratti di strutture di combustione di forma in genere circolare con diametri oscillanti tra 50/70 cm e i 2 m, come ben documentato nel sito di Coppa Nevigata (CAZZELLA, RECCHIA 2008), mentre forme quadrangolari, o dotate di decorazioni, risultano sporadiche ed attestate nei siti di Roca Vecchia (SCARANO 2012) e di Torre Guaceto, Scogli di Apani (SCARANO, GUGLIELMINO 2017).

Il supporto prevede la stesura di uno strato di fango o di un impasto su un letto di ciottoli, pietrisco e più diffusamente di frammenti ceramici (delle volte afferenti ad un singolo contenitore) mentre è meno frequente lo sfruttamento di un affioramento roccioso, come nel caso di Oratino. La superficie fangosa probabilmente subiva un trattamento tale da renderla liscia.

Le riproduzioni sperimentali di tale struttura hanno in parte seguito il medesimo protocollo utilizzato per i focolari piani, tuttavia sono state apportate delle modifiche, generate dall'adozione di supporti diversificati e dall'introduzione di attività connesse con la cottura degli alimenti (D'ORONZO 2017).

In un primo ciclo di esperimenti, EXP\_F ed EXP\_G<sup>15</sup>, di carattere esplorativo (Fig.6), è stata utilizzata una piastra di 70 cm di diametro, sottoposta a due episodi di combustione.

Al termine del primo esperimento (EXP\_F), la mappatura delle variazioni cromatiche del supporto ha evidenziato la comparsa di un iniziale alone nero nella parte centrale, sostituito dopo la cottura degli alimenti, da una colorazione grigio-nera nel centro ed arancione lungo i margini. Dopo la seconda fase d'uso (EXP\_G) è stata riscontrata una maggiore degradazione del piano nella parte centrale e variazioni cromatiche differenziate per intensità e dislocazione (giallo-arancione nella parte centrale e arancione o grigio nella parte periferica).

Questo tipo di alterazione termica è stata registrata anche sul suolo degli esperimenti EXP\_C/D, un comportamento che avvalorerebbe l'ipotesi che l'acquisizione di particolari cromatismi del suolo in seguito all'azione del fuoco sia maggiormente influenzato dalla composizione del suolo e dai suoi elementi chimici, e non necessariamente collegato all'intensità del calore o alle fasi di utilizzo.

---

<sup>15</sup> Per il protocollo vedi D'ORONZO 2017.

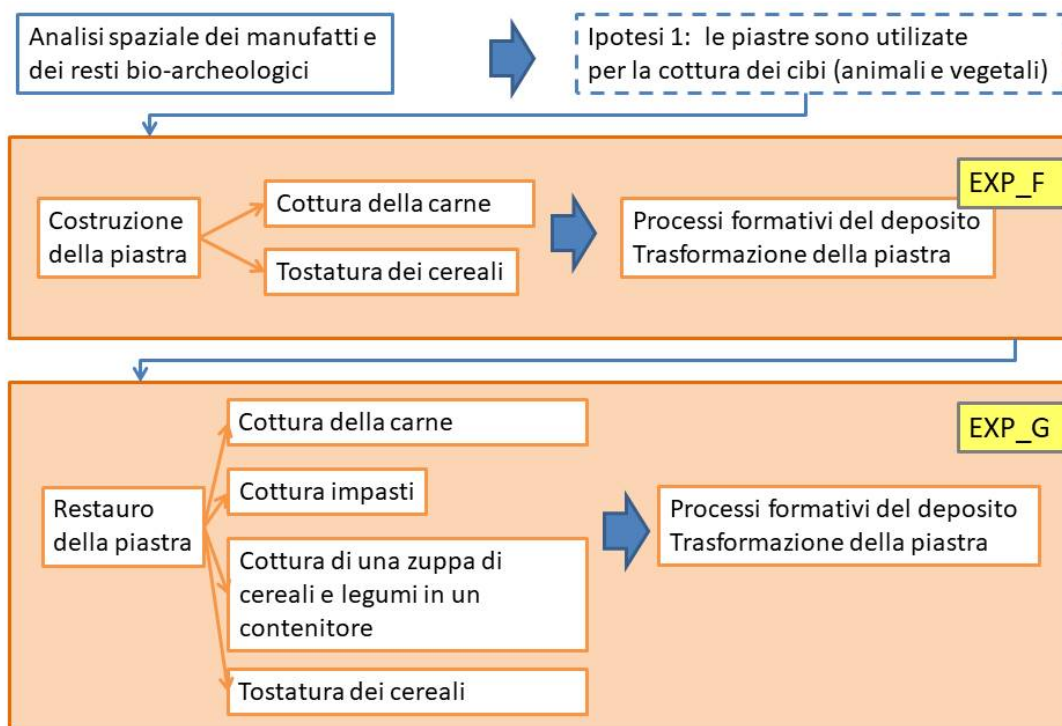


Fig.6. Protocollo sperimentale per la verifica delle ipotesi sulle piastre di cottura.  
*Experimental design for verifying hypothesis on cooking platforms.*

Tale ipotesi sarebbe comprovata da un secondo ciclo di esperimenti (EXP\_H), più mirati, nei quali sono state riprodotte cinque piastre di 40 cm di diametro, utilizzando suoli argillosi raccolti nel territorio compreso nel raggio di 1 km dall'insediamento di Oratino La-rocca. Le argille campionate differiscono per colore, con campiture di grigio, grigio-verde e rosso, contenenti clasti di calcare e materiali ferrosi (Fig.7), sono state poi impastate con sterpaglie ed adagiate su supporti di varia natura<sup>16</sup>. Le superfici sono state trattate, dopo 12 ore, per renderle più omogenee e lucide, mentre dopo 24 ore dal trattamento sono state utilizzate come base per la combustione e di seguito per la cottura degli alimenti.

Ogni replica è stata sottoposta a tre fasi di combustione e ripulitura del deposito, cui è seguita la cottura diretta di alimenti di origine animale e vegetale.

Dopo un primo episodio di combustione tutte le superfici hanno acquisito un colore grigio scuro o nero nella parte centrale con aree marginali tendenti al marrone o arancione, nella piastra H-4, invece, le colorazioni risultano invertite. Con le combustioni successive, le porzioni di colore arancione o marrone si sono progressivamente espanse verso la regione centrale, interessata al termine delle combustioni da un colore nero. Le piastre H-1-3-5, presentavano al termine dell'esperimento delle incrostazioni di colore nero o giallo, dovute alla cottura di cibi di origine animale (Fig.7).

Anche per le piastre di cottura, la dispersione del calore sul supporto fatto di pietrame o ceramica segue le stesse modalità osservate per il substrato naturale. Tuttavia è in chiara controtendenza il comportamento della piastra H-4, la cui base era composta da una roccia calcarea, che ha reso più rapido il processo di alterazione dello strato di argilla, probabilmente influenzato anche dalla registrazione di temperature più elevate (Fig.8).

<sup>16</sup> L'esperimento EXP-H ha permesso di analizzare in modo più dettagliato le alterazioni termiche dei supporti e i depositi di ceneri. Sono state realizzate 5 piastre: H1 è stata realizzata con un'argilla di colore grigio-verde, stesa su uno strato di pietre in calcare, H2 con argilla di colore rosso-marrone, stesa su uno strato di pietre in calcare, H3 è stata realizzata con argilla di colore verde-beige, stesa su uno strato di frammenti ceramici, H4 è stata realizzata con un'argilla di colore grigio-verde, stesa su una lastra di calcare, H5 è stata realizzata con un'argilla di colore grigio-verde ricca di frammenti di calcare, stesa su uno strato di frammenti ceramici. Ogni piastra è stata sottoposta a 3 combustioni in cui sono stati impiegati 3 kg di combustibile in tre cariche di uguale massa. Al termine di ogni combustione la piastra è stata ripulita ed il deposito è stato analizzato con la medesima procedura di EXP\_C e D. Le piastre sono state utilizzate per cuocere alimenti, e di seguito alcuni frammenti dei supporti in argilla sono stati analizzati mediante FTIR. Tale attività rientrava nel progetto "L'analisi chimica con microscopia infrarossa (FTIR) e microscopia elettronica (SEM+EDS) applicata ai materiali argillosi non vascolari di una comunità dell'età del Bronzo dell'area sud orientale della penisola italiana: ricostruzione delle tecniche edilizie, temperatura di combustione e dei residui", finanziata mediante i fondi "Avvio alla ricerca" messi a disposizione dall'Università Sapienza di Roma.

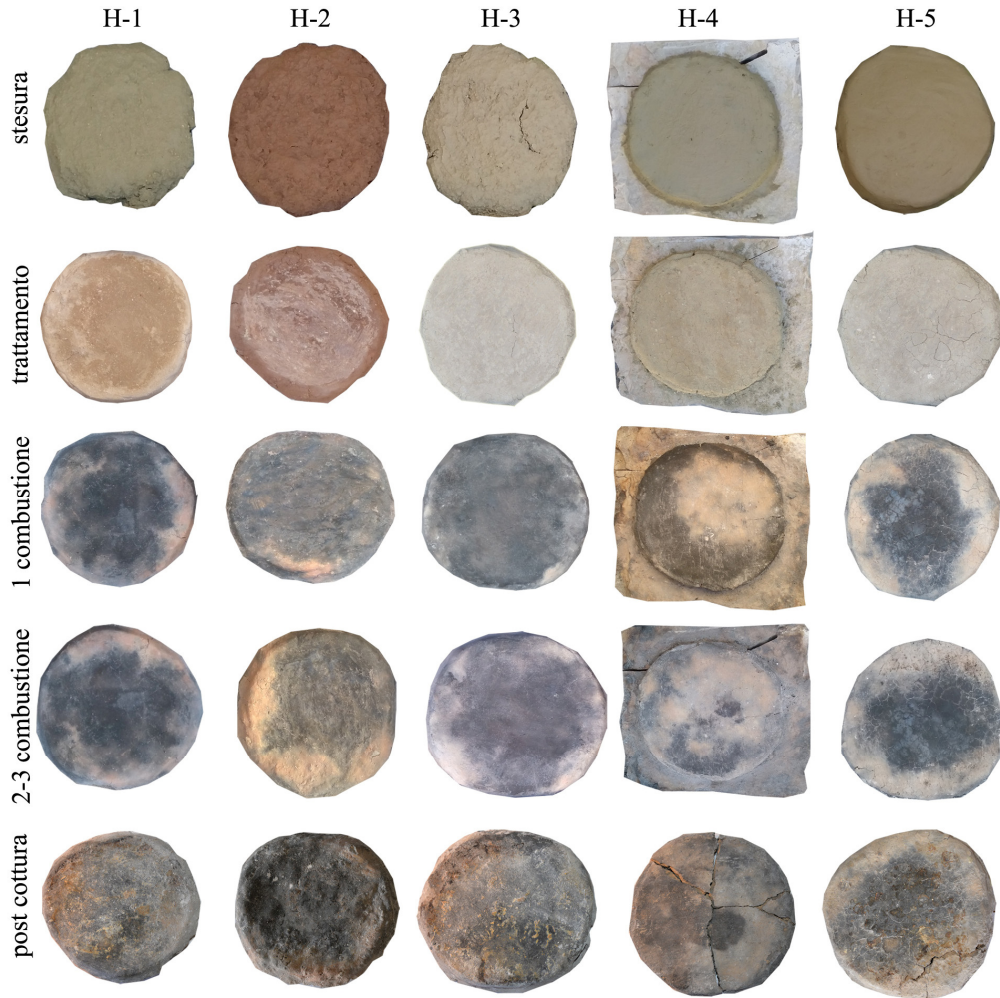


Fig.7. Alterazioni termiche delle piastre di cottura (EXP\_H).  
*Thermal alteration of cooking platforms (EXP\_H).*

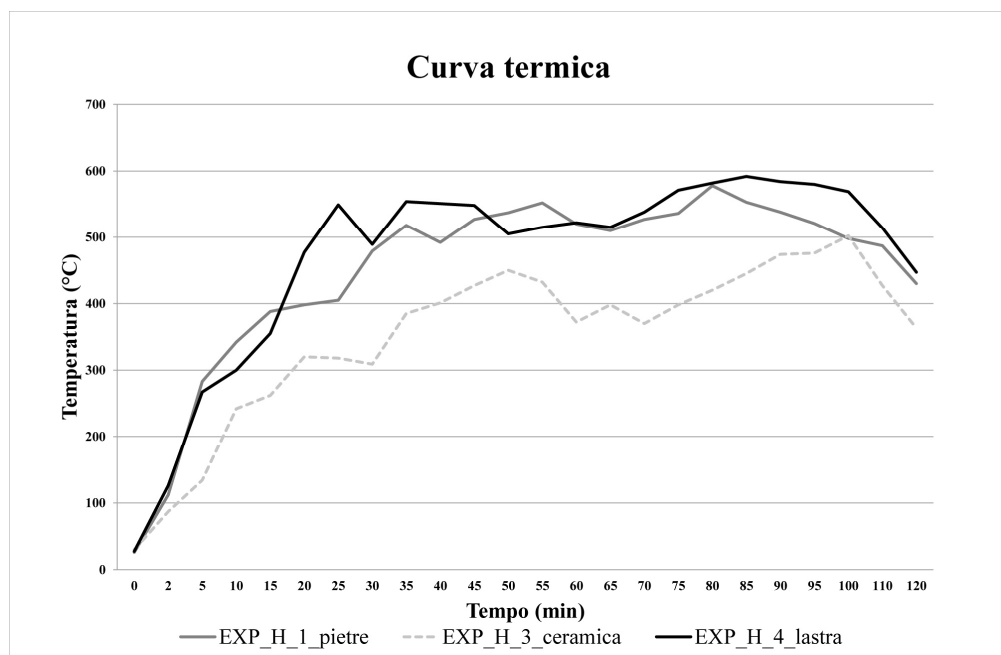


Fig.8. Curva della temperatura dei focolari sperimentali.  
*Temperature curve of experimental hearth.*

## FORMAZIONE DEI DEPOSITI: ALCUNE OSSERVAZIONI

Uno dei campi di indagine connesso con lo studio delle strutture di combustione è la ricostruzione dei processi formativi dei depositi ad esse correlate, tema spesso affrontato mediante un approccio di tipo sperimentale, con coinvolgimento delle discipline archeometriche. A tal proposito si può ricordare il contributo offerto da Wattez sull'analisi dei litotipi alterati termicamente e sul loro dislocamento, integrato in seguito all'uso della micromorfologia (WATTEZ 1996). Nello specifico questo campo di indagine è stato spesso utilizzato da studiosi del Paleolitico, come Leroy-Gourham, Gascò e March, essendo i focolari le strutture più frequenti nei depositi da loro indagati (LEROI GOURHAM, BRÉZILLON 1972; GASCÒ 1986; MARCH *et alii* 2006).

Per le fasi più recenti, invece, l'evidenza più frequente, almeno nel caso dei contesti protostorici dell'Italia meridionale è rappresentata da focolari, più o meno strutturati, contenenti sottili strati di cenere associati ad un basso numero di carboni, o da piastre di cottura associate a livelli di sedimenti cinerosi. Naturalmente sono innumerevoli i fattori che ne influenzano il grado di visibilità e che contribuiscono alla creazione di tali depositi. Per tale motivi sono stati realizzati degli esperimenti per comprendere cosa accade ad un deposito di cenere dopo lo spegnimento, dopo 24 ore o dopo un mese, nel tentativo di isolare l'intervento di fattori deposizionali e post-deposizionali di lungo periodo (D'ORONZO 2012).

## DEPOSITI PRODOTTI DAI FOCOLARI PIANI DELIMITATI

Nei cicli sperimentali EXP\_C e EXP\_D è stata valutata la riduzione progressiva dell'accumulo di cenere a seguito della combustione di otto cariche di combustibile di massa pari a 2 kg<sup>17</sup>, dopo 180 minuti dal termine della fase con fiamma e dopo 24 ore, registrando l'altezza del deposito lungo una sezione.

Il profilo del deposito al termine dell'attività è risultato essere di forma lenticolare con uno spessore massimo al centro degradante lungo i margini: all'inizio delle rilevazioni si è riscontrato uno spessore di 16-14 cm nella parte centrale e di 3 cm ai margini, mentre nella rilevazione dopo 180 minuti la potenza del deposito di era ridotta del 50% (7-8 cm), riducendosi a 4-3 cm nel centro ed ad 1 cm ai margini, dopo 24 ore.

La stratigrafia risultava formata da tre livelli (Fig.10a-c-d): quello superiore costituito da cenere di colore bianco (5-10 mm), quello intermedio di colore grigio (15-25 mm) contenente frammenti di carbone, quello inferiore grigio scuro (minore di 20 mm) contenente carboni e residui di suolo alterato.

È stato valutato anche il tasso di produzione di cenere e carboni, nel tentativo di comprendere l'influenza del *taxon* del legno impiegato, a parità di calibro e modalità di carica. Nello specifico, si è notato, che alcune specie come i pruni, l'ulivo e le querce tendano a produrre un deposito pari a circa 300 gr di cenere, mentre questo dato varia nel caso del pino (550 gr). Interessante è la produzione di carbone che è minore di 1 gr nel leccio, di 8 gr per l'ulivo e di circa 20 gr per il pino e l'ulivo. Se si valuta invece il numero di frammenti raccolti, le specie più produttive risultano l'ulivo ed il pino (circa 700 fr.), seguiti dal pruno (circa 300 fr.) e dalle querce (da 150 il cerro, a 10 il leccio). È stata considerata anche la dimensione dei resti ed il loro grado di arrotondamento: le dimensioni il più delle volte sono comprese tra i 3 mm ed i 15 mm, mentre i margini appaiono sempre angolati, raramente arrotondati. Risulta interessante notare come, macroscopicamente sia stato possibile distinguere stratigraficamente solo tre potenziali eventi rispetto agli otto effettuati (cariche di combustibile). Questo comportamento è chiaramente influenzato da fenomeni di compressione del deposito dovuto alla sovrapposizione delle cariche di combustibile, e alla continua combustione dei carboni delle cariche precedenti (D'ORONZO 2007).

Situazione analoga è stata rilevata anche nel caso dell'esperimento EXP\_E, dove il deposito è stato asportato dopo sei fasi di combustione i cui residui sono stati lasciati in *situ* tra una combustione e la successiva. Anche in questo caso è stata riscontrata una compressione progressiva del deposito, composto da 6 strati caratterizzati da una composizione diversa rispetto agli esperimenti precedenti. Lo scavo, effettuato dopo 30 giorni ha messo in luce un livello superiore compatto (spessore 0,7 mm), composto da cenere grigia ricca di carboni, 4 strati di carbone e cenere di colore bianco e grigio chiaro (spessore 40 mm) ed un livello sottostante di cenere grigio scuro, mescolata a frammenti di substrato (spessore 15 mm).

---

<sup>17</sup> Sono state impiegate, come combustibili per alimentare i focolari, con un ritmo di carica di 15 minuti, le essenze della macchia mediterranea maggiormente attestate nei contesti archeologici come i pruni (*Prunus armeniaca*), il pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*), l'ulivo (*Olea europaea*), il leccio (*Quercus ilex*) e il cerro (*Quercus cerris*). Il diametro dei rami era compreso fra 5 mm ed i 10 cm.

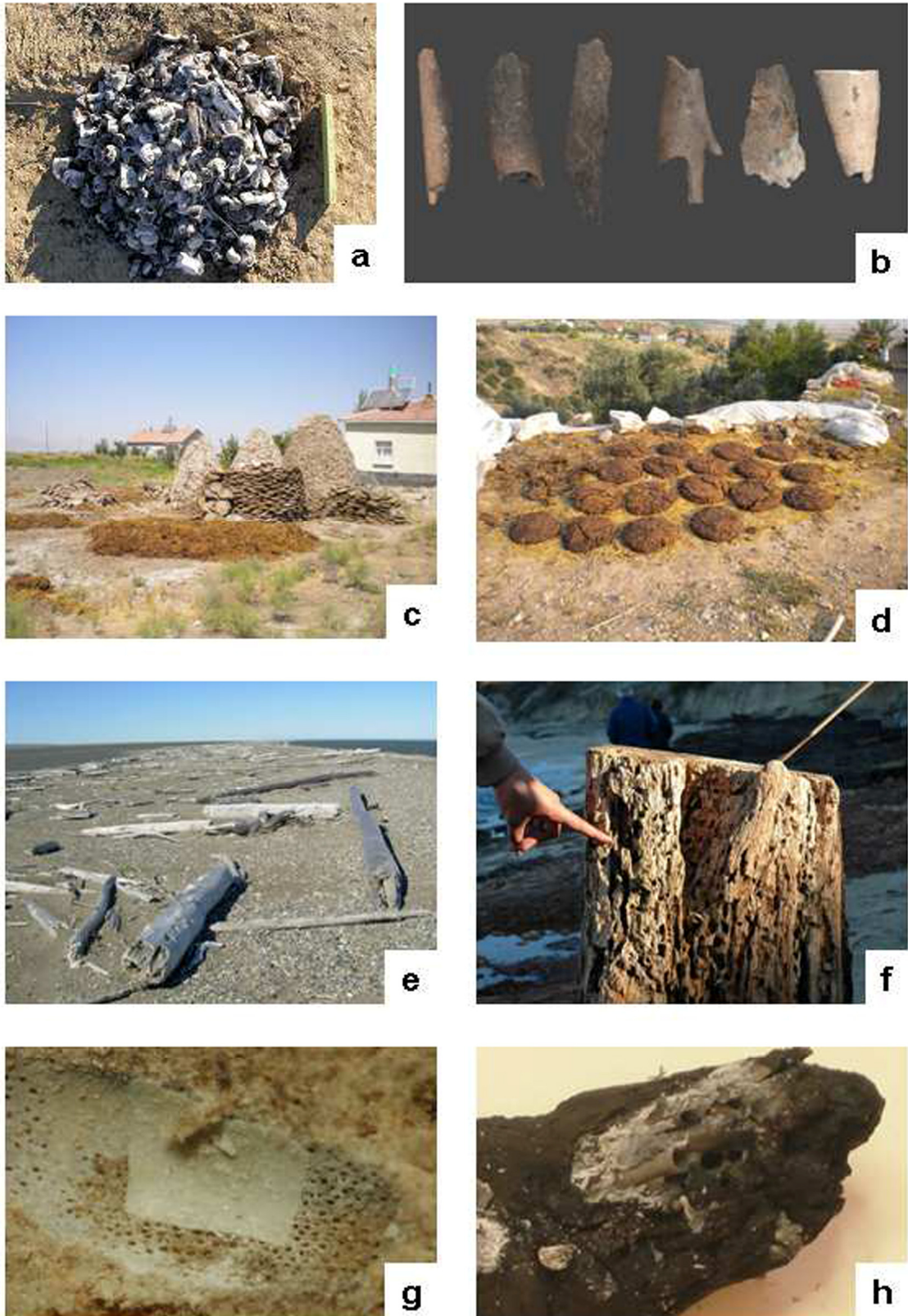


Fig.9. a) Frammenti di ossa utilizzati come combustibile in una focolare sperimentale; b) alterazioni termiche delle ossa; c) Produzione e stoccaggio di *dung cake* presso Konya-Turchia; d) produzione di *dung cake* presso Pamukkale-Turchia; e) depositi di driftwood lungo la costa; f) degrado del legno causato da microrganismi marini; g) residui di carbonato di calcio prodotto dalla *Teredo navalis*; h) residui della combustione parziale del *driftwood*.

*a) bone fragments used as fuel in an experimental hearth; b) Thermal alteration of bones; c) production and storage of dung-cake near Konya-Turkey; d) production and storage of dung-cake near Pamukkale-Turkey; e) driftwood deposits along the coast; f) degraded wood by marine borers; g) residues of calcium carbonate produced by Teredo navalis; h) residues of partial driftwood combustion.*

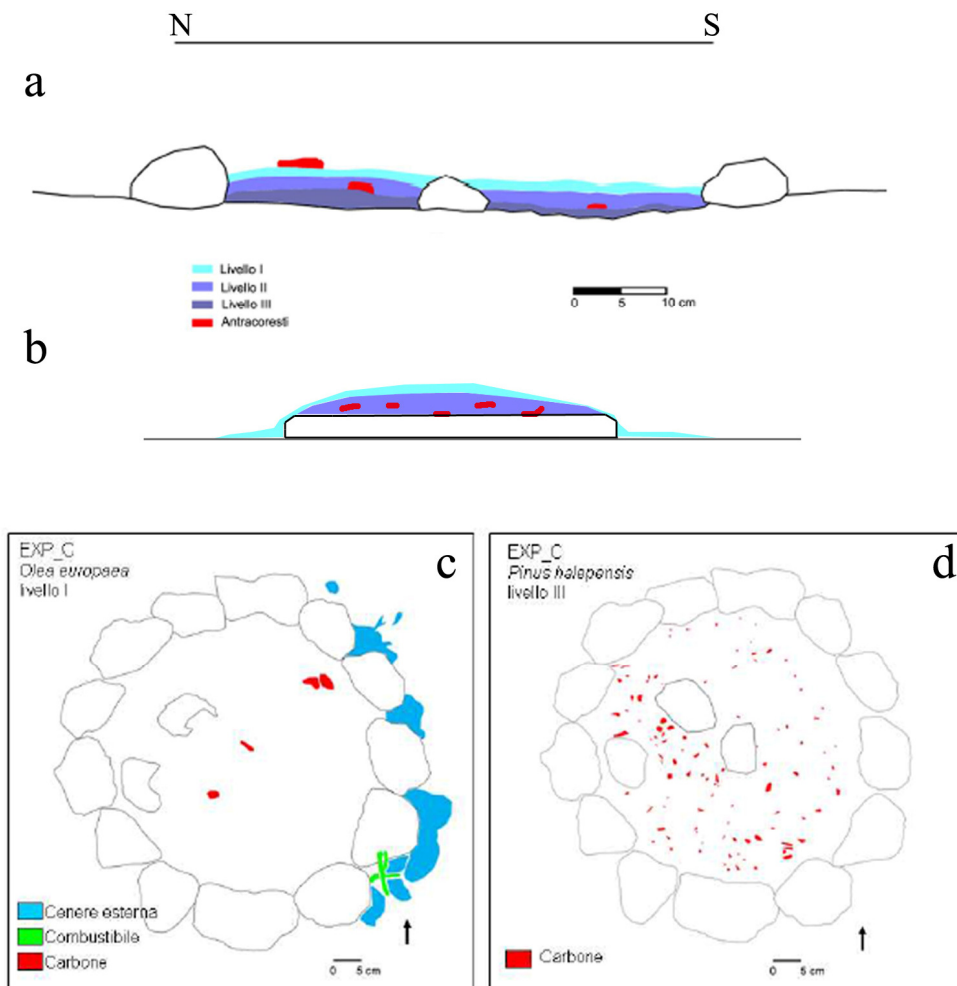


Fig.10. a) sezione stratigrafica del focolare sperimentale (EXP\_C); b) sezione stratigrafica della piastra di cottura sperimentale (EXP\_H); c) distribuzione spaziale di carbone e cenere nei focolari sperimentali (EXP\_C).  
 a) stratigraphic section of experimental hearth (EXP\_C); b) stratigraphic section of experimental cooking platform (EXP\_H); c) spatial distribution of charcoal and ash on experimental hearth (EXP\_C).

### DEPOSITI PRODOTTI DALLE PIASTRE DI COTTURA

Lo studio delle piastre di cottura e della distribuzione spaziale di manufatti e resti biologici di alcuni contesti dell'età del Bronzo della Puglia e del Molise ha dato la possibilità a verificare alcune ipotesi interpretative relative al loro utilizzo, mediante delle repliche sperimentali (D'ORONZO 2017).

I due esperimenti, denominati EXP\_F ed EXP\_G sono stati utilizzati per osservare le trasformazioni del supporto a seguito di un trattamento termico, e per avere una prima idea delle tipo di deposito formato a seguito di due diverse modalità di spegnimento: la prima mediante un repentino spegnimento attraverso l'apporto di sedimenti, la seconda lasciando raffreddare le braci.

In entrambi i casi è stata stimata l'altezza del deposito al termine dell'esperimento, il cui profilo è simile a quello riscontrato nei focolari piani, ovvero un profilo curvilineo degradante verso i margini. Un dato interessante è stato un diverso ritmo nella riduzione del deposito<sup>18</sup>, più stabile nel caso del primo esperimento in cui si è misurata una riduzione del 20% dell'altezza rilevata al termine della simulazione, con un valore simile a quello osservato per i focolari piani (25%), rispetto al 60% del secondo esperimento.

Da un punto di vista stratigrafico, nel caso del deposito di EXP\_F, si sono chiaramente distinti un livello superiore di suolo, ed uno inferiore di cenere di colore grigio chiaro misto a carboni, mentre nel secondo caso (EXP\_G) è stato identificato un unico livello analogo a quello di carbone e cenere precedentemente menzionato.

<sup>18</sup> Il deposito generato nell'esperimento EXP\_G aveva un'altezza massima di 15 cm (ridotta a 12 cm dopo 24 ore), a seguito dello scarico di 7 litri di sedimento. Le parti marginali presentavano una maggiore concentrazione di cenere e carboni, in quanto era stata liberata la parte centrale della piastra per permettere la cottura diretta di alcuni alimenti. Il deposito di cenere dell'esperimento EXP\_F era concentrato nella metà superiore ed aveva un'altezza di 10 cm, ridotta a 4 cm dopo 24 ore.



Di diversa natura è apparso il volume e soprattutto la composizione dei depositi: il peso complessivo di EXP-F era di 16 kg, un valore dieci volte superiore a quello registrato per EXP-G (1,6 kg).

Il primo deposito era composto da un primo livello di terreno di quasi 3 kg, mentre il secondo di circa 13 kg. È stato poi confrontato a livello compositivo con quello del secondo deposito. In entrambi i casi l'84% del deposito era formato da cenere e carboni<sup>19</sup>, tuttavia l'incidenza dei carboni nel primo esperimento, EXP\_F, era quattro volte superiore. Tale discostamento sembra chiaramente imputabile alla modalità di spegnimento e non tanto ad una differenza nella massa di combustibile impiegata nei due esperimenti<sup>20</sup>.

In entrambi gli esperimenti, la piastra è stata utilizzata per cuocere della carne, mentre solamente nel secondo per cuocere degli impasti di farina grossolana, per tostare delle spighe e spigchette e per cuocere una zuppa di cereali e legumi, di cui è rimasta una traccia nel deposito sotto forma di resti combusti di cereali, legumi e frammenti di infiorescenze.

Le osservazioni prodotte da questi due esperimenti esplorativi hanno permesso di elaborare un protocollo sperimentale più rigido tarato su quello utilizzato per i focolari piani e sulle attività svolte con l'esperimento EXP\_G. In questo nuovo ciclo di esperimenti, EXP\_H<sup>21</sup>, la morfologia del deposito è risultata analoga ai precedenti, almeno in quello a contatto con il supporto. Il 60% circa dello strato di cenere, infatti, era disperso all'esterno di esso (Fig.10b). La riduzione dopo 24 h era pari al 75%, passando in media dai 14 cm ai 3 cm, il più delle volte uniformemente diffuso sulla piastra e nelle immediate vicinanze. È stato possibile distinguere un unico strato di colore grigio chiaro, composto da ceneri e carboni. In media il deposito aveva un peso di 180 gr, composto per il 36% da carbone e per il resto da cenere.

Appare interessante il confronto mediato tra il tasso di produzione dei residui di cenere e carbone tra i focolari piani e le piastre di cottura, lì dove è stato utilizzato il medesimo combustibile, ovvero l'ulivo e la quercia (Fig.11). Si è registrato infatti un tasso di produzione di carboni pari al 5% per i focolari, mentre era 5 volte superiore nel secondo tipo di struttura di combustione, la piastra di cottura.

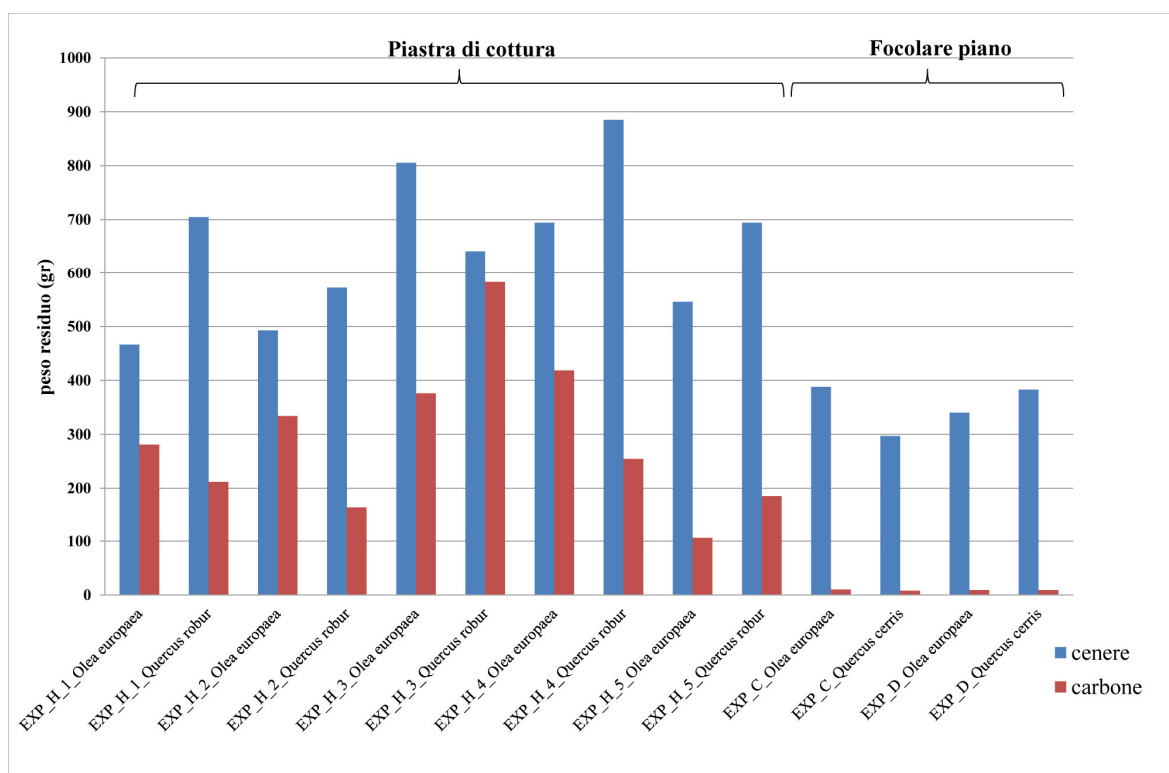


Fig.11. quantità di cenere e carbone prodotta dalle specie negli esperimenti EXP-C, EXP-D ed EXP-H. Quantitative values of ash and charcoals produced by different taxa in the EXP-C, EXP-D ed EXP-H.

<sup>19</sup> Il secondo livello del deposito di EXP\_F era composto da cenere (5,787 kg, 55%), frammenti di piastra (0,092 kg, 1%), pietre alterate termicamente (0,338 kg, 2%), sedimento (2,07 kg, 13%) e carboni (4,713 kg, 29%), mentre quello di EXP\_G da cenere (1,227 kg, 77%), frammenti di piastra (0,132 kg, 8%), pietre alterate termicamente (0,114 kg, 7%) e carboni (0,118 kg, 8%).

<sup>20</sup> Entrambe le strutture sono state alimentate ogni 15 minuti con legno appartenente a rami secondari (da 30 ai 70 mm di diametro) di alcune specie come il pero (*Pyrus communis*), il fico (*Ficus carica*), la vite (*Vitis vinifera*), il leccio (*Quercus ilex*), il cerro (*Quercus cerris*), il cipresso (*Cupressus sempervirens*), distribuite in 4 cariche di 5kg per EXP\_F e di 4 kg per EXP\_G.

<sup>21</sup> Nell'esperimento EXP\_H sono stati effettuati 5 cicli di combustione, nei quali sono stati utilizzati 3 kg di legno distribuito in 3 cariche. Sono state testate tre specie, ovvero cipresso e abete (*Cupressus sempervirens* e *Abies alba*), ulivo (*Olea europaea*), farnia (*Quercus robur*), con da rami da 30 ai 70 mm di diametro.

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio delle strutture di combustione, basato su un approccio sistemico ed avvalendosi del contributo di più specialisti, può far emergere il loro potenziale informativo utile a ricostruire il comportamento delle comunità preistoriche.

Le ricerche sperimentali ben chiariscono alcuni aspetti legati alla loro identificazione nel deposito archeologico e rappresentano un buon punto di partenza per interpretare le relazioni spaziali tra le strutture e le altre categorie di evidenze archeologiche, necessarie ad individuarne almeno l'ultima fase d'uso.

I risultati degli esperimenti non sembrano essere totalmente in accordo con le evidenze archeologiche, poiché non sono visibili gli effetti dei fenomeni post deposizionali. Appare fuorviante ad esempio confrontare il tipo di deposito prodotto dall'uso dei focolari e delle piastre sperimentali con quelli rintracciabili nei contesti archeologici. In particolare gli esperimenti denotano la formazione di livelli di cenere e carboni, che raramente sono presenti sul piano di combustione delle strutture archeologiche e qualora lo siano si discostano da un punto di vista qualitativo e quantitativo. Ad esempio nel sito di Coppa Nevigata sono attestati focolari isolati in tutte le fasi di frequentazione ed in genere si presentano come un livello di sedimento di colore rosso o arancione e/o con chiazze labili di cenere e carboni. Nel sito di Monteroduni-Loc Paradiso il focolare appare coperto da un accumulo incoerente, associato a concentrazioni puntiformi o estese di cenere, mentre nel caso di Oratino il focolare è rappresentato da una fossetta alterata dal fuoco, colma di cenere, carboni e manufatti. Si può ipotizzare che qualora fosse presente un residuo di combustione (ceneri e carboni), questo rappresenti l'ultimo momento d'uso, che da un punto di vista stratigrafico non registra tutte le azioni di ricarica della gestione del combustibile e che non sono rintracciabili nei depositi sperimentali.

Nel caso delle piastre di cottura rinvenute nei siti dell'età del Bronzo citati, solitamente può trovarsi un esile livello di cenere o occasionalmente dei frammenti di carbone, che probabilmente sono imputabili alla fase di accumulo del deposito post-deposizionale. Più affidabile è invece la lettura dei depositi alla base delle piastre di cottura o dei depositi cinerosi ad esse adiacenti, poiché conservano alcuni residui degli alimenti sottoposti a cottura, come comprovato dagli esperimenti EXP-G ed EXP-H.

Nel sito di Coppa Nevigata, infatti, le piastre di piccole dimensioni dei settori C4D-D4H sono in relazione con dei livelli di cenere ricchi di carboni e semi, probabilmente pertinenti ad attività di cottura e manipolazione di cibi di origine vegetale, con la presenza di contenitori ceramici compatibili con tale funzione, mentre il dato fornito dai resti faunistici sembra rinviare alla manipolazione e cottura di alimenti carnei (CAZZELLA, MOSCOLONI, RECCHIA 2012). Tuttavia tale contesto risente delle dinamiche di crollo di contenitori ceramici installati su una parte della struttura e di un probabile incendio che ha investito buona parte dei settori esterni alle mura del Protoappennino (CAZZELLA, MOSCOLONI, RECCHIA 2012).

Nel sito di Oratino, invece lo studio della distribuzione spaziale dei manufatti e dei resti biologici, sembra suggerire diverse attività di cottura e manipolazione dei cibi, i cui resti sono presenti soprattutto nei livelli di cenere adiacenti alle piastre di cottura (D'ORONZO, FIORENTINO 2008; RECCHIA, COPAT, DANESI 2008), come riscontrato anche nel sito di Monteroduni (CAZZELLA, DE DOMINICIS, RUGGINI 2008; D'ORONZO 2014).

Le alterazioni termiche rilevate sperimentalmente sui focolari e sui supporti delle piastre, invece trovano una maggiore compatibilità con l'evidenza archeologica, anche se nel caso dei focolari, si devono considerare gli effetti delle dinamiche di erosione post-deposizionali.

Come accennato, nei focolari piani, il substrato registra in modo differente gli esiti della propagazione del calore in relazione alla ripulitura o meno del deposito di cenere: nel caso di un'asportazione del deposito tra una combustione e la successiva, il substrato dopo la seconda o terza fase d'uso tende a cambiare colore, mentre in caso contrario l'alterazione termica è poco evidente. I focolari piani di Monteroduni, posti all'esterno e all'interno della capanna, si presentano di colore arancione o rosso e lasciano intendere un uso iterato nel tempo. Tale caratteristica è stata riscontrata anche in alcuni focolari di Coppa Nevigata, anche se sono presenti focolari con una lieve alterazione termica, che suggerisce un uso molto limitato nel tempo. Le variazioni cromatiche del suolo indicano la presenza di elementi ferrosi sia nei suoli e nei campioni geologici utilizzati per gli esperimenti, che nei suoli dei contesti archeologici. Allo stato attuale, tuttavia, non sarebbe possibile applicare i risultati di questi esperimenti alla lettura dei contesti archeologici. Sarebbe infatti auspicabile testare le alterazioni termiche dei suoli di un contesto archeologico con quelle effettivamente presenti sulle superfici del contesto in studio ed avere un'idea della composizione chimica dei suoli (BERNA *et alii* 2007).

La composizione dei suoli e la sua chimica, nonché l'intensità del calore e della frequenza degli episodi di combustione, influenzano il tipo di alterazione termica, come testato negli esperimenti sulle piastre di cottura EXP-H, nei quali si riscontra uno spostamento verso i toni del rosso ed arancione nelle argille con una concentrazione maggiore di ferro. Se confrontiamo infatti le alterazioni termiche degli esperimenti EXP-F G ed H, con quelle delle

evidenze archeologiche di Coppa Nevigata, Oratino<sup>22</sup> e Monteroduni, notiamo una forte corrispondenza, elemento che ci permette di asserire un uso iterato nel tempo di tali strutture.

L'approccio sistemico allo studio delle strutture di combustione ci permette inoltre di riconoscere l'esistenza di un "meso-sistema", almeno nei casi di Coppa Nevigata e Oratino, e di ricostruirlo considerando le relazioni con i manufatti e gli elementi strutturali.

In quest'ottica rientrerebbero le attività di cottura e manipolazione degli alimenti nei livelli del Protoappenninico recente di Coppa Nevigata, posti a ridosso del fronte esterno delle mura, attestate dalla struttura in C4D-D4H (contenente forme ceramiche per il consumo individuale e collettivo), correlata con altre strutture come silos, forni da pane, da mettere in relazione ad un meso-sistema nel quale è coinvolto un gruppo allargato (D'ORONZO, FIORENTINO 2010a; FIORENTINO, D'ORONZO 2012). Situazione analoga è presente anche nei livelli del Subappenninico recente di Oratino. Le piastre di cottura fisse dei livelli III3a e III4a, potrebbero essere state impiegate in alcuni momenti per cuocere impasti non lievitati, anche se non sono state individuate chiare evidenze di frammenti in tal senso. Sono sicuramente coinvolte con la preparazione di alimenti simili a zuppe, data l'associazione tra carporesti e contenitori per la preparazione, manipolazione e cottura. I livelli d'uso III1a e III2a documentano le stesse attività delle fasi III3a e III4a, testimoniate anche da gruppi organici riscontrati sulla superficie funzionale delle piastre mediante FTIR. Per le fasi 5a e 6a, invece, un piastra rinvenuta in un'area marginale rispetto alle altre, sembra sia stata utilizzata quanto meno per bollire o eliminare alcune sostanze nocive contenute nelle leguminose, un trattamento noto da studi etnobotanici ed archeologici (HANSEN 2000). La lettura della distribuzione spaziale dei manufatti e dei resti organici in relazione alle piastre di cottura della fase III, oltre a permettere l'individuazione di aree funzionali addossate al fronte interno delle mura di fortificazione, sembra suggerire il coinvolgimento anche in questo caso di un gruppo allargato.

Un'altra traccia del "meso-sistema" è confermata dalla pratica della tostatura dei cereali, che almeno nel sito di Coppa Nevigata poteva coinvolgere un numero variabile di individui. Tale attività sembra essere suggerita dal rinvenimento di frammenti di glume e forchette in diversi contesti archeologici, in aree *off-site* (CALDARA *et alii* 2003) o più spesso in relazione con piastre di cottura di piccole e grandi dimensioni. Tale operazione prevede, come indagato dall'esperimento EXP\_H, una previa idratazione delle spighette, in modo da agevolarne il distacco, in quanto l'assenza di tale trattamento sembra non garantire il distacco delle glume (EXP-F e G). Le evidenze archeologiche, in particolare l'associazione di piastra e di depositi di cenere ricchi di forchette, sembrano suggerire che questa sia un'attività frequente in unità domestiche, ma in alcuni contesti del Protoappenninico recente, dove sono attestate piastre di 2 m di diametro e ingenti depositi *off-site* ricchi di forchette (CALDARA *et alii* 2003) si può ipotizzare il coinvolgimento di un gruppo più allargato (CAZZELLA *et alii* 2012).

Se consideriamo l'apporto dei dati forniti dalle analisi archeobotaniche applicate ai residui di combustione possiamo riuscire a ricostruire le relazioni fra la comunità con il territorio, ovvero avere un'idea di un "macrosistema". Ad esempio per la comunità di Oratino si può ipotizzare l'adozione di strategie di raccolta del combustibile nelle aree boschive adiacenti ed in prossimità del fiume Biferno, che poteva prevedere la raccolta di legno morto e forse il taglio selettivo delle specie arboree, come riscontrato anche per il sito di Monteroduni. Un modello simile, ma tutt'ora in corso di elaborazione, è ipotizzabile per il sito di Coppa Nevigata.

Tuttavia bisogna ricordare che non è sempre possibile comprendere il tipo di relazioni che legano tali strutture con altri manufatti o altri gesti, soprattutto se ci troviamo di fronte a contesti con valore simbolico, nei quali un "comune gesto" può assumere un significato non facilmente rintracciabile nel deposito archeologico. Un esempio emblematico è rappresentato da alcuni rituali del sud e nord America, nei quali una struttura di combustione "apparentemente" semplice, come un focolare, posta al centro di un circolo, sia coinvolta in una fitta rete di relazioni che unisce i singoli individui, che assistono alla realizzazione in alcuni momenti centrali dei rituali alla realizzazione di particolari disegni utilizzando le braci (TEKPANKALI 1996, 2005). Il fuoco in questo caso è strettamente legato ad altri tre elementi (terra, aria ed acqua), che sono gli attori principali di un complesso rituale. Tale esempio, sottolinea l'importanza che ha ed ha avuto il fuoco nel percorso di ogni uomo, ed è interessante notare come una struttura di combustione rappresenti una sintesi di questi quattro elementi ed accogliere dunque uno dei fondamentali principi della tradizione nativa americana, ovvero di considerare con attenzione le relazioni, nel nostro caso tra una struttura di combustione e gli strumenti e gesti delle comunità del passato che l'hanno utilizzata.

---

<sup>22</sup> Nel caso di Oratino dei frammenti di piastra di cottura sono stati analizzati mediante spettroscopia FTIR e sezioni sottili e confrontati con dei campioni geologici utilizzati per realizzare le piastre dell'EXP-H, raccolti presso il sito. Le analisi condotte evidenziano una certa sovrapposibilità fra i frammenti archeologici e quelli sperimentali. Inoltre dalla lettura della carta geologica si osservano diversi gruppi di argille presso l'insediamento: uno ricco di calcare, uno di colore rosso contenente ossidi di ferro ed un altro "multicolore".

## BIBLIOGRAFIA

- ALIX C. 2005, *Deciphering the impact of change on the driftwood cycle: contribution to the study of human use of wood in the Arctic*, Global and Planetary Change, 47, pp. 83-98.
- BADAL E., FIGUEIRAL I., HEINZ C., VERNET J.L. 1991, *Charbons de bois archéologiques Méditerranéens: de la fouille à l'interprétation. Palaeoethnobotany and Archaeology*, in *International Work-Group for Palaeoethnobotany 8th Symposium, Nitra-Nové Vozokany 1989*, Acta Interdisciplinaria Archaeologica, Tomus VII, pp. 7-22.
- BERNA F., BEHAR A., SHAHACK-GROSS R., JOHN BERG J., BOARETTO E., GILBOA A., SHARON I., SHALEV S., SHILSTEIN S., YAHALOM-MACK N., ZORN J. R., WEINER S. 2007, *Sediments exposed to high temperatures: reconstructing pyrotechnological processes in Late Bronze and Iron Age Strata at Tel Dor (Israel)*, Journal of Archaeological Science 34, pp. 358-373.
- BRAADBAART F., VAN BRUSSEL T., VAN OS B., EIJSKOOT Y. 2017, *Fuel remains in archaeological contexts: Experimental and archaeological evidence for recognizing remains in hearths used by Iron Age farmers who lived in peatlands, Holocene*, 27 (11), pp. 1682-1693.
- BRONFENBRENNER U. 2002, *Ecologia dello sviluppo umano*, Bologna, il Mulino.
- CALDARA M., CAZZELLA A., FIORENTINO G., LOPEZ R., MAGRI D., MOSCOLONI M., NARCISI B., SIMONE O. 2003, *The relationship between Coppa Nevigata settlement and the wetland area during the Bronze Age (south-eastern Italy)*, in FOUACHE E., a cura di, *The Mediterranean World Environment and History*, Elsevier, Paris, pp. 429-437.
- CAZZELLA A., DE DOMINICIS A., RECCHIA G., RUGGINI C. 2005, *Il sito dell'età del Bronzo recente di Monteroduni - Paradiso (IS)*, RSP LV, pp. 384-438.
- CAZZELLA A., COPAT V., DANESI M. 2007, *Il sito dell'età del Bronzo recente di Oratino - La Rocca (CB)*, RSP LVII, pp. 277-310.
- CAZZELLA A., DE DOMINICIS A., RUGGINI C. 2008, *Recenti scavi nell'insediamento dell'età del Bronzo di Monteroduni (Località Paradiso)*, Atti Daunia, pp. 235-250.
- CAZZELLA A., RECCHIA G. 2008, *A fuoco lento: strutture di combustione nell'abitato dell'età del Bronzo di Coppa Nevigata (Manfredonia - FG)*, in FIORENTINO G., MAGRI D., a cura di, *Charcoals From The Past - Cultural and Palaeoenvironmental Implications*, Proceedings of the third International Meeting of Anthracology, Cavallino - Lecce (Italy) June 28th - July 1st 2004, BAR International Series 1807, pp. 53-61.
- CAZZELLA A., MOSCOLONI M., RECCHIA G. 2012, *Coppa Nevigata e l'area umida alla foce del Candelaro durante l'età del Bronzo*, edizioni del parco, Claudio Grenzi editore.
- CHABAL L., 1991, *L'Homme et l'évolution de la végétation Méditerranéenne, des ages des métaux à la période romaine: recherches anthracologiques théoriques, appliquées principalement à des sites du Bas-Languedoc*, PhD thesis USTL Montpellier II.
- COSTAMAGNO S., THÉRY-PARISOT I., BRUGAL J.-P., GUIBERT R. 2005, *Taphonomic consequences of the use of bones as fuel: experimental data and archaeological applications*, in O'CONNOR T., a cura di, *Biosphere to lithosphere: new studies in vertebrate taphonomy*, 9ème conférence de l'ICAZ, pp. 51-62.
- CUOMO DI CAPRIO N. 1971/1972, *Proposta di classificazione delle fornaci per ceramica e laterizi nell'area italiana, dalla preistoria a tutta l'epoca romana*, Sibirium, XI, pp. 371-464.
- DAVIDSON C.I., GRIMM T.C., NASTA M.A. 1981, *Airborne Lead and Other Elements Derived from Local Fires in the Himalayas*, Science, New Series, 214/ 4527, pp.1344-1346.
- D'ORONZO C. 2007, *"L'archeobotanica sperimentale" per la comprensione dei processi formativi dei depositi archeologici alterati termicamente: strutture e combustibile*, Tesi di Laurea, Università del Salento.
- D'ORONZO C. 2012, *Strutture di combustione e contesti archeologici: indagine archeobotanica e definizione del protocollo d'intervento*, tesi PhD, Università Cattolica del Sacro Cuore, Ciclo XXIV.
- D'ORONZO C. 2014, *Aspetti paleo-economici e paleo-ambientali nell'insediamento dell'Età del Bronzo di Monteroduni - Loc. Paradiso (Isernia): il contributo dell'archeobotanica*, Atti Daunia, pp. 251-270.
- D'ORONZO C. 2017, *La cottura degli alimenti durante l'età del bronzo: la riproduzione sperimentale delle piastre di cottura*, Atti IIPP XLVII, Studi di Preistoria e Protostoria, 4, pp. 983-987.
- D'ORONZO C., FIORENTINO G. 2007, *L'archeobotanica sperimentale e il combustibile legnoso spiaggiato*, Archeologo Subacqueo, XIII, 3 (39), pp. 14-15.
- D'ORONZO C., FIORENTINO G. 2008, *Le analisi archeobotaniche nel sito dell'età del Bronzo di Oratino (CB), loc. La Rocca: implicazioni paleo-economiche, paleo-ecologiche e modalità di funzionamento delle strutture pirotecniche*, Atti Daunia, pp. 275-298.
- D'ORONZO C., FIORENTINO G., 2014, *Fuoco dal mare: l'archeobotanica sperimentale per il riconoscimento del combustibile legnoso spiaggiato*, in LEONE D., TURCHIANO M., VOLPE G., a cura di, *Atti del III Convegno di Archeologia Subacquea*, Manfredonia 4-6 Ottobre 2007, Edipuglia, Bari, pp. 427-437.
- D'ORONZO C., FIORENTINO G. 2010a, *Archaeobotanical and spatial analysis of functional activities near hearth structures: the Bronze Age settlements of CoppaNevigata and Oratino (Italy)*, in DELHON C., THÉRY-PARISOT I., THIÉBAULT S., a cura di, *Des Hommes Et Des Plantes: Exploitation du milieu et des ressources végétales de la Préhistoire à nos jours*, Actes des rencontres, Antibes, 22 - 23 - 24 Octobre 2009, Antibes, Editions APDCA, pp. 85-100.

- FIORENTINO G., D'ORONZO C. 2010b, *An archaeobotanical and experimental approach to identifying successive fire events in hearth structures in the sanctuary of Apollo in Hierapolis (Turkey)*, in THÉRY-PARISOT I., CHABAL L., COSTAMAGNO S., a cura di, *The taphonomy of burned organic residues and combustion features in archaeological contexts, Proceedings of the round table, Valbonne, May 27-29 2008*, P@lethnologie, 2, pp. 59-68.
- FIORENTINO G., D'ORONZO C. 2012, *Analisi dei macroresti vegetali: strategie agronomiche, alimentazione e caratteristiche del paleoambiente a Coppa Nevigata nel corso dell'età del Bronzo*, in CAZZELLA A., MOSCOLONI M., RECCHIA G., a cura di, *Coppa Nevigata e l'area Umida alla foce del Candelaro durante l'età del Bronzo*, Grenzi, Foggia, pp. 327-337.
- D'ORONZO C., COLAIANNI G., GRASSO A.M., MARTELLA D., STELLATI A., FIORENTINO G. 2013, *Decoding wood exploitation in archaeological site by taphonomical analysis*, in DAMBLON F., a cura di, *Proceedings of the fourth International Meeting of Anthracology, Bruxelles, September 2008*, BAR International Series 2486, pp. 51-56.
- DELPINO F. 1969, *Fornelli fittili dell'età del Bronzo e del Ferro in Italia*, RSP XXIV, pp. 311-340.
- ERTUĞF. 2000, *An Ethnobotanical Study in Central Anatolia (Turkey)*, Economic Botany, 54/2, pp. 155-182.
- ESCUDIE J.C., 1989, *Analyse theorique et experimentale du comportement thermique de generateurs de chaleur a bois*, these de L'Ecole Normale Superieure des Mines de Paris.
- FEDELE B. 1982, *Bagnara-Scavi nel villaggio dell'età del Bronzo*, Congedo, Galatina.
- GARETH JONES E.B., TURNER R.D., FURTADO S.E.J., KÜHNE H. 2001, *Marine biodeteriogenic organisms. Lignicolous fungi and bacteria and the wood boring mollusca and crustacea*, International Biodeterioration & Biodegradation, 48, pp. 112-126.
- GASCO J. 1986, *Les installations du quotidien. Structures domestiques en Languedoc du Mésolithique à l'âge du Bronze d'après l'étude des abris de Font- Juvenal et du Roc de Dourgne dans l'Aude*, Documents d'Archéologie Française, 1, Ed. Maison des Sciences de L'Homme, Paris.
- GIORDANO G. 1981, *Tecnologia del legno I, La materia prima*, (2 edizione), Torino.
- GOTTARDI V. 1982, *I Combustibili, Appunti delle lezioni di Tecnologia dei materiali e chimica applicata*, Patron Editore, Bologna.
- GOUDSBLOM J. 2008, *Storia del fuoco. Dalla preistoria ai giorni nostri*, Roma.
- HANSEN J. 2000, *Palaeoethnobotany and palaeodiet in the Aegean region: notes on legume toxicity and related pathologies*, in VAUGHN S.J., COULSON W.D.E., a cura di, *Palaeodiet in the Aegean*, Oxford, Oxbow Books, pp. 13-27.
- HEIZER R. F. 1963, *Domestic Fuel in Primitive Society*, The Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland, 93/2, pp. 186-194.
- ISAAC G. L. 1984, *The archaeology of human origins: studies of the Lower Pleistocene in East Africa 1971-1981*, Advances in World Archaeology, 3, pp. 1- 87.
- KLASON T., BAI X.S. 2007, *Computational study of the combustion process and NO formation in a small-scale wood pellet furnace*, Fuel, 86, pp. 1465-1474.
- LEROI-GOURHAN A., BREZILLON M. 1972, *Fouilles de Pincevent. Essai d'analyse ethnographique d'un habitat magdalénien (la section 36)*, Gallia Préhistoire, 7, Supplément, 1-2, C.N.R.S. France.
- LEROI-GOURHAN A. 1973, *Séminaire de 1973 sur les structures d'habitat. Témoins de Combustion. Ethnologie préhistorique*, Chaire de Préhistoire, Collège de France, Paris.
- LO PORTO F. G. 1963, Leporano (Taranto). La stazione protostorica di Porto Perone, NSc, pp. 177-279.
- MARCH R.J. 1992, *L'utilisation du bois dans les foyers préhistoriques: une approche expérimentale*, Bulletin de la Société Botanique de France, 139, Actualités botaniques 2/3/4, pp. 245-253.
- MARCH R.J., FERRERI J.C. 1989, *Sobre el estudio de estructuras de combustion arqueológicas mediante replications y modelos numéricos*, in OLIVE M., TABORIN Y., a cura di, *Nature et Fonction des foyers préhistoriques, Actes du Colloque International de Nemours*, Mémoires du Musée de Préhistoire d'Ile-de-France, 2, APRAIF, pp. 59-69.
- MARCH, R. J., JOLY, D., LUCQUIN, A., DUMARÇAY G. 2006, *Les activités liées à l'utilisation du Feu*, in BODU P., JULIEN M., VALENTIN B., DEBOUT G., a cura di, *Un dernier hiver à Pincevent: les magdaléniens du Niveau IV-0 (Pincevent, La Grande-Paroisse, Seine-et-Marne)*, Gallia Préhistoire, 48, pp. 89-108.
- MARCH R.J., LUCQUIN A., JOLY D., FERRERI J.C., MUHIEDDINE M. 2014, *Processes of Formation and Alteration of Archaeological Fire Structures: Complexity Viewed in the Light of Experimental Approaches*, Journal of Archaeological Method and Theory, Vol. 21, No. 1, 03, pp. 1-45.
- MCGHEE R. 1996, *Ancient People of the Arctic*, Vancouver, UBC Press.
- MILLER N.F., SMART T.L. 1984, *Intentional Burning of Dung Fuel: A Mechanism for the Incorporation of Charred Seeds into the archaeological Record*, Journal of Ethnobiology, 4, pp. 15-28.
- MILLER N.F. 1984, *The use of dung as fuel: an ethnographic example and an archaeological application*, Paléorient, 10/2, pp. 71-79.
- MORIN E. 2010, *Taphonomic implications of the use of bone as fuel*, in THÉRY-PARISOT I., CHABAL L., COSTAMAGNO S., a cura di, *The taphonomy of burned organic residues and combustion features in archaeological contexts, Proceedings of the round table, Valbonne, May 27-29 2008*, P@lethnologie, 2, pp. 209-217.
- OAKLEY K. 1955, *Fire as Palaeolithic tool and weapon*, Proceeding of the Prehistoric society, 21, pp. 36-48.

- ODUM E. P. 1988, *Basi di Ecologia*, Padova, Piccin-Nuova Libreria.
- OLIVE M., TABORIN Y. 1989, *Nature et Fonction des foyers préhistoriques*, Actes du Colloque International de Nemours, Mémoires du Musée de Préhistoire d'Ile-de-France, 2, APRAIF.
- PERLES C. 1977, *Préhistoire du Feu*, Ed. Masson.
- PERONI R. 1967, *Archeologia della Puglia preistorica*, Roma.
- RECCHIA G., COPAT V., DANESI M. 2008, *L'uso dello spazio nell'insediamento subappenninico di Oratino: note preliminari*, Atti Daunia, pp. 252-274.
- RHOADES C.C., MEIER A.J., REBERTUS A.J., 2004, *Soil properties in fire-consumed long burnout openings in Missouri oak savan*, Forest Ecology and Management, 192, pp. 277-284.
- SAKSENA S., PRASAD R., JOSHI V. 1995, *Time Allocation and Fuel Usage in Three Villages of the Garhwal Himalaya, India*, Mountain Research and Development, 15/1, pp. 57-67.
- SALIM S.M. 1962, *Marsh Dwellers of the Euphrates Delta*, London School of Economy, Monograph in Society of Anthropology, London.
- SCARANO T. 2012, *Roca I. Le fortificazioni della media età del Bronzo: le strutture, i contesti, i materiali*, Claudio Grenzi editore, Foggia.
- SCARANO T., GUGLIELMINO R. 2017, *L'insediamento fortificato della media età del Bronzo di Scogli Apani (Brindisi). Le campagne di scavo 2008, 2009 e 2011*, Atti IIPP XLVII, Studi di Preistoria e Protostoria, 4, pp. 497-504.
- SCOTT A.C., CRIPPS J., NICHOLS G., COLLINSON M.E. 2000, *The Taphonomy of Charcoal Following a Recent Heathland Fire and some implications for the Interpretation of fossil charcoal Deposits*, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 164, pp. 1-31.
- SENNECA O. 2007, *Kinetics of pyrolysis, combustion and gasification of three biomass fuels*, Fuel Processing Technology, 88, pp. 87-97.
- SOLER MAYOR B. 2003, *Estudio de las estructuras de combustion prehistóricas: una propuesta experimental : Cova Negra (Xativa, Valencia), Ratlla del Bubo (Crevillent, Alicante) y Marolle-sur-Seine (Bassin Parisien, Francia)*, Serie de trabajos varios, 102, Diputacion provincial, Valencia.
- SOLARI M.E. 1992, *Anthracologie et ethnoarchéologie dans l'archipel du Cap Horn (Chili)*, Bulletin de la Société Botanique de France, 139, 2/3/4, pp. 407-420.
- SPURLING B., HAYDEN B. 1984, *Ethnoarchaeology and intrasite spatial analysis: A case study from the Australian Western Desert*, in HIETALA H., a cura di, *Intrasite Spatial Analysis*, Cambridge University Press, pp. 224-241.
- TEKPAKALLI A. D. 1996, *Una voz para los hijos de la Tierra. Tradición Oral del Camino Rojo*, Chicago, P.S. Graphics.
- TEKPAKALLI A. D. 2005, *El regreso al camino de misante pasados*, Morelia, Impresos Hurtado.
- THERY-PARISOT I., CHABAL L., COSTAMAGNO S. 2010, *Taphonomie des résidus organiques brûlés et des structures de combustion en milieu archéologique*, (Actes de la table ronde, 27-29 mai 2008, Cépam), P@lethnologie, 2.
- THÉRY-PARISOT I., HENRY A. 2012, *Seasoned or green? Radial cracks analysis as a method for identifying the use of green wood as fuel in archaeological charcoal*, Journal of Archaeological Science, 39/2, pp. 381-388.
- UNGER A., SCHNIEWIND A.P., UNGER W. 2001, *Conservation of Wood Artifacts, A Handbook*, Springer-Verlag, Berlin.
- VATE V., BEYRIES S. 2007, *Une ethnographie du feu chez les éleveurs de rennes du Nord-Est sibérien*, in BEYRIES S., VATE V., a cura di, *Les civilisations du renne d'hier et d'aujourd'hui. Approches ethnohistoriques, archéologiques et anthropologiques*, XXVIIe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Antibes, APDCA, CNRS: pp. 393-420.
- VERNET J.L. 1997, *L'homme et la Forêt méditerranéenne de la Préhistoire à nos jours*, Paris.
- WATTEZ J. 1996, *Modes de formation des structures de combustion: approche méthodologique et implications archéologiques*, in *The study of human behaviour in relation to fire in archaeology: New data and methodologies for understanding Prehistoric, Fire Structures*, Atti UISPP XIII, 5, pp. 29-34.