

DAL FUOCO ALL'ARIA

Tecniche, significati e prassi
nell'uso delle campane
dal Medioevo all'Età Moderna



Università degli Studi dell'Aquila
Dipartimento di Storia e Metodologie comparate



Pontificia Fonderia Marinelli di Campane
la più antica del mondo dall'anno mille

INDICE

Premessa	pag. 7
1. Introduzione	
<i>Per un'archeologia dell'"arte di colar campane"</i> »	13
FABIO REDI	
2. Trattatistica, iconografia e rinvenimenti: un confronto tra le fonti	
<i>Il De campanis fundendis di Teofilo: dal processo codificato alle prassi empiriche.</i>	
<i>Alcuni casi esemplificativi</i> »	49
SILVIA LUSUARDI SIENA, ELISABETTA NERI	
<i>Da Teofilo a Biringuccio: parole e diagrammi per interpretare la realtà</i> »	77
ENRICO GIANNICCHEDDA	
<i>Dell'arte delle campane. Memoria di Tommaso Marinelli ai suoi parenti fonditori</i> »	93
GIOVANNA PETRELLA	
3. La fusione: tecnologia, attività di bottega, prassi operativa	
<i>Organizzazione della produzione nelle botteghe dei fonditori di grandi bronzi tra Medioevo e prima età moderna</i> »	111
VASCO LA SALVIA	
4. Recenti acquisizioni archeologiche	
<i>Fonderia Picasso di Avegno (Genova, Liguria): indagine etnoarcheologica del processo produttivo</i> »	127
LUCIA FERRARI	
<i>Segnalazione di alcune fornaci per campane della Romagna</i> »	147
CHIARA GUARNIERI	
<i>Otto fornaci da campane medievali nello scavo della rocca di Santa Maria a Monte (Pisa)</i> »	149
FABIO REDI	
<i>Fornaci e tracce della produzione delle campane nella Toscana settentrionale</i>	
MARCO MILANESE..... »	181
<i>La fornace per campane di Leopoli-Cencelle</i> »	197
FRANCESCA ROMANA SPASOLLA	
<i>Le forme da campana di Histonium (Vasto, CH) e Venosa (PZ)</i> »	205
GIOVANNA PETRELLA	
<i>L'impianto per la produzione di campane nel Castello di Ariano Irpino</i>	
MARCELLO ROTH, NICOLA BUSINO..... »	223
<i>Un ritrovamento di fornace per campana a Jure Vetere (San Giovanni in Fiore, CS)</i> ... »	249
FRANCESCA SOGLIANI	

Memoria
de de
Avegno 6/7

5. Il manufatto: esperienze di censimento

- Per un primo censimento delle campane toscane: i casi di Volterra e Firenze* » 275
BENEDETTA FORATI
Tre campane medievali dall'area del Chianti » 283
RICCARDO CHELLINI
La catalogazione delle campane aquilane: una proposta di scheda..... » 289
GIOVANNA PETRELLA

6. Fonditori e attività nei documenti

- Arte e fuoco: Storia dei fonditori Marinelli* » 295
GIOCONDA MARINELLI
La fusione delle campane in Abruzzo e Molise alla luce delle fonti storico-archivistiche e delle iscrizioni campanarie » 301
GIOVANNA PETRELLA

7. Origini della campana, significati e normative del suono

- Paolino da Nola e l'introduzione della campana in Occidente* » 325
CARLO EBANISTA
"Quando con trombe e quando con campane!": segnali militari nelle città dell'Italia comunale..... » 355
ALDO A. SETTIA
Voci di Dio, voci degli uomini: campane e suoni tra ordinamenti e identità (secc. XIV-XVI) » 371
SILVIA MANTINI

Il *De campanis fundendis* di Teofilo: dal processo codificato alle prassi empiriche. Alcuni casi esemplificativi *

Silvia Lusuardi Siena, Elisabetta Neri

Introduzione

Lo studio del ciclo produttivo delle campane è sicuramente in una condizione privilegiata rispetto ad altri processi di trasformazione della materia prima. Infatti, per ricostruire le modalità di realizzazione del manufatto, sono disponibili sia trattati che descrivono la sequenza di operazioni necessaria per ottenere una campana, sia numerosi impianti produttivi che documentano questa attività; inoltre il prodotto finito è ben noto nella sua natura, nelle sue funzioni e nel suo sviluppo formale attraverso i secoli. Uno strumento euristico imprescindibile per la ricostruzione dinamica delle tecniche, ma soprattutto dell' "uomo che pensa ed agisce tecnicamente" ¹ è poi anche l'analisi etnoarcheologica di fonderie ancora attive che perpetuano gesti e parole di un sapere antico. Nonostante i diversificati strumenti di indagine però, non sempre la ricostruzione delle dinamiche operative risulta semplice e lineare, né tanto meno sembra essere evidente lo scenario e la funzione sociale che la fusione di una campana doveva avere nelle epoche più antiche.

Inoltre, benché siano numerosi i rinvenimenti di impianti per la produzione di campane e diffuso un interesse scientifico per il tema, non esiste un paradigma di riferimento che consenta di indagare e descrivere correttamente le strutture e non è ancora stato svolto uno studio che permetta di rilevare i tratti distintivi e la visibilità archeologica delle diverse tecniche registrate dai trattati. D'altronde la maggior parte degli autori ha ritenuto che la prassi codificata in età moderna (Biringuccio, *Encyclopédie*) non sia altro che uno stadio evolutivo di quella impiegata nel Medioevo (Teofilo), senza considerare che le due tradizioni tecniche codificate potrebbero esprimere modalità operative differenti, sviluppate in aree geografiche e in ambiti culturali diversi e razionalizzate in momenti distanti, ma che nella prassi empirica potevano affiancarsi cronologicamente e territorialmente in relazione alle richieste dei committenti e ai percorsi delle maestranze itineranti.

A fronte di questo *status quaestionis* è sembrato necessario realizzare un modello che permettesse, comprendendo le dinamiche operative, di registrare i dati archeologici necessari per ricostruire il processo produttivo e riconoscerne la matrice culturale, gli adattamenti locali e il loro significato.

* L'intervento è stato realizzato con una stretta collaborazione tra le autrici. A Silvia Lusuardi Siena si devono i primi tre paragrafi (pp. 49-58), a Elisabetta Neri la restante parte dell'articolo (pp. 58-72).

¹ LEROI - GOURHAN 1993.

Si cercherà qui di illustrare questo paradigma ed il metodo con cui è stato strutturato, oltre che la proposta di schedatura degli impianti che ne è scaturita.

L'analisi dei trattati correlata ai resti archeologici

Una ricostruzione del processo produttivo, che permetta di ripercorrere quali siano le operazioni necessarie per realizzare una campana, passa inevitabilmente attraverso l'analisi delle fonti che affrontano l'argomento. Pertanto è stato opportuno rileggere integralmente, con una *forma mentis* archeologica, le parti di interesse del *De diversis artibus* di Teofilo (XII sec.)², della *Pirotechnia* di Biringuccio (XVI sec.)³ e della più tarda *Encyclopédie* (XVIII sec.)⁴, con la consapevolezza che questi "manuali" sono stati scritti da persone che hanno praticato solo alcune delle attività produttive che codificano e che hanno avuto esperienza autoptica di altre⁵.

La traduzione di Teofilo e la parafrasi di Biringuccio sono state realizzate correlando le parole alle evidenze archeologiche: risulta d'altronde inevitabile stabilire un'interrelazione tra le fonti ed i resti materiali del processo. Infatti, sarebbe difficile capire un testo che descrive una sequenza operativa, senza osservare ciò che rimane delle strutture in cui si sono svolte le azioni, ed altrettanto complesso interpretare le tracce archeologiche senza conoscere la prassi operativa teorizzata dalle fonti. Questa interrelazione continua tra parola scritta e resto materiale allo scopo di visualizzare il processo ed i suoi spazi operativi è stata svolta con la coscienza che il testo descrive un processo razionalizzato, teorico e generale, inevitabilmente mediato dalla *weltanschauung* dell'autore, mentre i resti archeologici sono testimonianza di un processo particolare effettivamente realizzatosi.

Lo studio dei trattati ha quindi permesso di rilevare due modalità operative diverse, una riportata da Teofilo e l'altra da Biringuccio e dall'*Encyclopédie*; all'interno di quest'ultima sono poi nucleabili tre diversi modi di procedere ricondotti ad un'unica matrice tecnica⁶.

La tradizione operativa teofiliana propone la realizzazione del modello della campana in cera, mentre quella biringucciana una formatura con "falsa campana" in argilla e modalità differenti di cottura, che richiedono impianti diversi. Il confronto tra le tecniche e i resti materiali ha permesso di arrivare ad una prima acquisizione importante⁷: i due *magistri* codificano prassi operative diversificate e quindi Teofilo non descrive uno stadio sperimentale meno evoluto dello stesso processo che Biringuccio propone quattro secoli dopo. Una prima indagine circa la distribuzione cronologica delle due tecniche, infatti, ha stabilito che entrambi, sia il *De diversis artibus* che la *Pirotechnia*,

² THEOBALD 1933; DODWELL 1961; HAWTHORNE - SMITH 1963.

³ CARUGO 1977; SMITH - GNUDI 1975.

⁴ DIDEROT - D'ALEMBERT 1751-1772.

⁵ GIANNICCHEDDA - MANNONI 1996, pp. 34-35.

⁶ Per una spiegazione dettagliata delle tecniche riportate nei trattati cfr. NERI 2006a, pp. 35-138; per un confronto schematico tra le tecniche cfr. NERI 2004a, pp. 89-90 (in particolare Tab. I) e NERI 2006a, p. 123.

⁷ La pensano diversamente BLAGG 1974; BLAGG 1978; WARD-PERKINS 1978; DONATI 1981; QUIRÓS CASTILLO 1998 e molti altri.

riportano processi produttivi noti dall'età altomedievale, o quantomeno che in essi sono rintracciabili nuclei di prassi operative per molto tempo gelosamente custoditi e tramandati più con l'esercizio pratico che con le parole⁸.

Non è forse superfluo per comprendere la visibilità archeologica del processo produttivo ripercorrere i passaggi operativi essenziali della tecnica descritta da Teofilo, associando alle operazioni la descrizione del corrispettivo archeologico, riscontrabile da chi scava. La ricetta presentata da Teofilo nel *De campanis fundendis* prevede innanzitutto

che sull'asse di un tornio piramidale orizzontale venga realizzato il nucleo della forma sovrapponendo più strati di argilla. Su questo vengono poi giustapposte delle strisce di cera in modo da costituire la falsa campana, che verrà a sua volta ricoperta di uno spesso strato d'argilla. In seguito, portata la forma in verticale, si aggiunge il gancio per il batocchio e la forma della corona, si rinforza lo stampo con cerchiature metalliche e lo si alleggerisce sgrossandone il nucleo. Delle operazioni di modellazione dovrebbe rimanere traccia nelle due impronte in negativo, parallele, allungate, riconoscibili come esito dell'asportazione delle tavole in cui era incastrato l'asse del tornio: infatti per assicurare stabilità alla pesante forma le tavole del tornio dovrebbero essere state piantate nel suolo. Se il tornio è invece a cavalletti dovrebbero rimanere quattro buche di palo, che delimitano un'area quadrangolare, come probabilmente nella fornace rinvenuta all'interno della Torre Civica di Pavia (Fig. 1, a)⁹. Qui le quattro buche di palo possono essere riconosciute come pertinenti al tornio perché descrivono un quadrato il cui lato è di poco maggiore all'altezza della campana ricostruita sulla base dell'impronta rimasta sul fornello.

Anche i frammenti di stampo possono essere però preziosi indicatori dei modi di formatura. Ad esempio i frammenti rinvenuti nella fornace di X sec. dell'Old Minster a Winchester¹⁰ (Fig. 2, b), riportano strisce concentriche in rilievo, dovute all'applicazio-

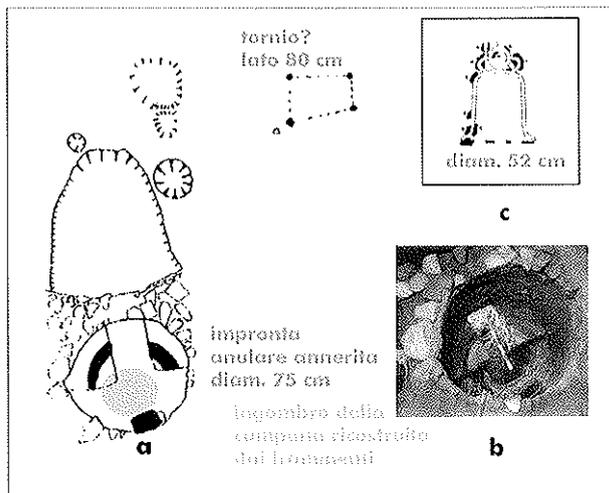


Fig. 1. L'impianto produttivo della Torre Civica di Pavia: a) planimetria delle strutture, b) fotografia del pozzetto di gettata, c) rilievo dei frammenti di stampo (WARD-PERKINS 1978, elaborata).

⁸ GIANNICCHEDDA - FERRARI 2001; LUSUARDI SIENA 2006; LUSUARDI SIENA - NERI 2003; NERI 2004a.

⁹ WARD-PERKINS 1975; WARD-PERKINS 1978.

¹⁰ A Winchester sono state rinvenute quattro fornaci per campane: la più antica, tagliata dal perimetrale nord dell'edificio di culto, è in fase con il cantiere di realizzazione dell'Old Minster (X sec.), le due di XII sec. sono collocate a ridosso del muro di recinzione del convento e la quarta di XIV sec. è posizionata oltre le muraure che delimitano il monastero (BIDDLE 1966, pp. 308-332; DAVIES - OVEDEN 1990, pp. 955-991).

ne della cera a strisce giustapposte, plasmate con un apposito strumento descritto da Teofilo¹¹. Dopo la modellazione si realizza la fornace in cui cuocere la forma scavando una fossa, costruendo sul fondo uno zoccolo in pietre ed argilla attraversato da un condotto, connesso a due fosse di alimentazione e tiraggio, separate dalla fornace da due muretti divisorii. Rimane generalmente attestazione archeologica della fossa della fornace, delle fosse di alimentazione, della base d'appoggio dello stampo attraversata dalla camera di combustione; solo i muretti che dividono fosse di alimentazione e fornace sono solitamente demoliti. L'impianto produttivo altomedievale interno all'Old Minster di Winchester è, a livello di realizzazione delle strutture esemplarmente prospettico di ciò che Teofilo descrive (Fig. 2, a).

In seguito alla costruzione dell'impianto per la cottura dello stampo si procede riempiendo la fossa di terra, posizionando la forma sul riempimento e togliendo la terra da sotto finché non si adagi sullo zoccolo. Ciò che resta del riempimento necessario per calare la forma nella fossa al termine del processo è uno strato sabbioso sul fondo, coperto dai resti di carboni lasciati dalla cottura, come ben documentato nell'impianto più antico nella sequenza rinvenuta a Vezzano Ligure¹² (Fig. 3).

Quindi, mentre si termina la costruzione delle pareti della fornace, viene acceso un fuoco nel condotto che attraversa il piano d'appoggio in modo che la cera dello stampo si scioglia. La cottura per lo scioglimento della cera della falsa campana causa la formazione di uno strato di carboni e l'annerimento delle pareti del condotto. Inoltre il fuoco con tiraggio prevalentemente verticale, provoca la formazione di un'impronta anulare annerita in corrispondenza dello stampo e l'arrossamento del resto del fornello, come ben si vede, ancora una volta, nella fornace rinvenuta all'interno della Torre Civica di Pavia (Fig. 1, b).

Terminata dunque la costruzione della copertura si dispongono legna e carbone attorno allo stampo e, dopo averli incendiati, si posiziona un coperchio, in modo da rallentare la combustione. La cottura dell'esterno della forma altera la base d'appoggio dello stampo, lasciando una traccia di fumigazione anulare tra l'esterno della forma e le pareti della fossa, che si è ad esempio conservata nell'impianto più recente della pieve di S. Giovanni a Medilliano a Lu (AL)¹³ (Fig. 4). A cottura quasi ultimata si procede alla fusione del metallo in un'apposita fornace, così da poterlo infondere nella forma, una volta smontate le pareti della fornace e costipato lo stampo con terra. Il peso dell'infusione del metallo provoca l'adesione dello stampo al fornello, testimoniata da un'impressione in negativo, in corrispondenza dell'impronta anulare annerita lasciata dalla prima fase di cottura, come si riscontra ad esempio nella fornace a camera doppia della cattedrale di S. Maria a Luni¹⁴ (Fig. 5).

¹¹ Teofilo descrive uno strumento utile a realizzare strisce di cera tutte dello stesso spessore costituito da una tavola liscia alle estremità della quale sono fissati due assi tra le quali il sego viene spalmato con *rotundo ligno* (cfr. restituzione grafica in NERI 2002/2003 e in NERI 2006a p. 40).

¹² FRONDONI 1996, pp. 60-71; GELTRUDINI 2000, pp. 227-242; LUSUARDI SIENA - NERI 2003, pp. 659-664.

¹³ DE MEGLIO 1994, pp. 271-272; DE MEGLIO 1997, pp. 275-278; DE MEGLIO 2004, pp. 15-42.

¹⁴ LUSUARDI SIENA 2006 e NERI 2006, pp. 179-181; LUSUARDI SIENA - NERI 2003, pp. 659-664; NERI 2004a, pp. 80-84.

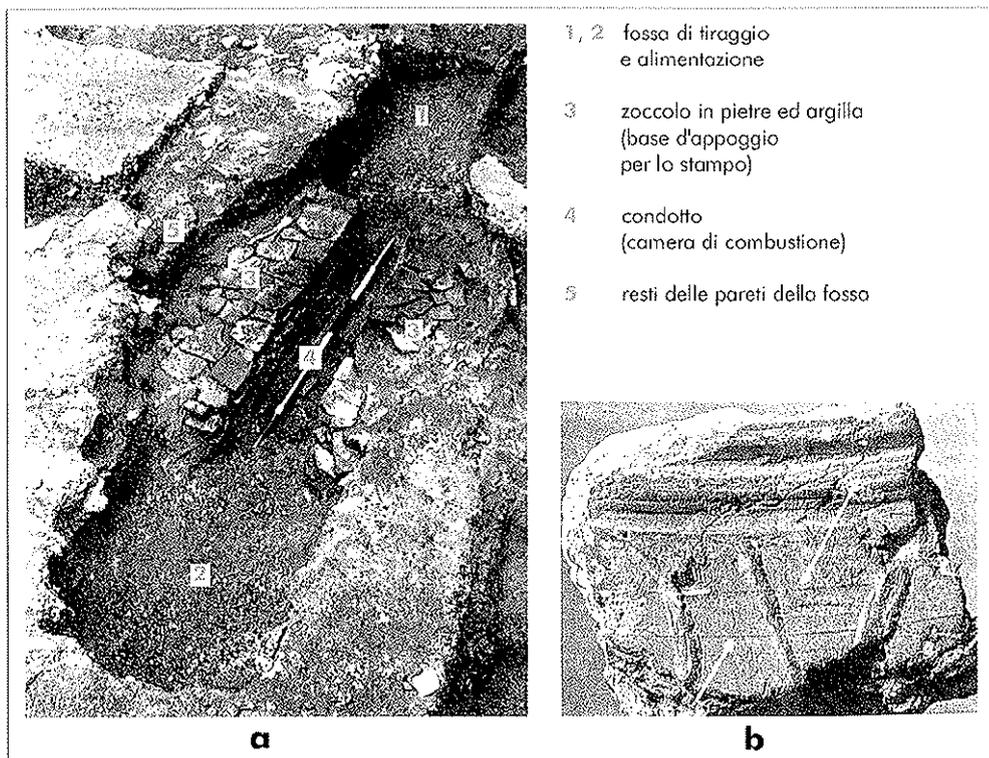


Fig. 2. La fornace per campane dell'Old Minster di Winchester (X sec.): a) fotografia dell'impianto, b) frammenti rinvenuti (DAVIES - OVEDEN 1991, rielaborata).

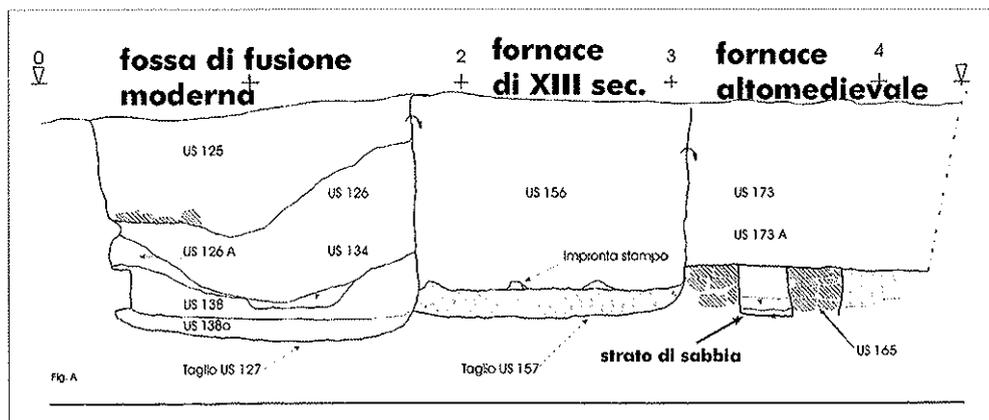


Fig. 3. Sezione della sequenza di fosse rinvenute nella pieve di S. Maria di Vezzano Ligure (SP) (GELTRUDINI 2000, elaborata).

Dopo gli opportuni tempi di raffreddamento si procede all'estrazione della forma, alla liberazione della campana dall'argilla ed alla sua rifinitura. La modalità di sollevamento dello stampo, speculare a quello di deposizione, fa in modo che la fossa della fornace sia colmata in maniera omogenea con uno strato terroso o sabbioso in cui possono essere presenti scorie, perché la terra utilizzata è probabilmente la stessa che era servita per costipare lo stampo in fase di gettata e su cui durante l'infusione si erano depositate le scorie. L'impianto della torre civica di Pavia ben documenta la prassi descritta.

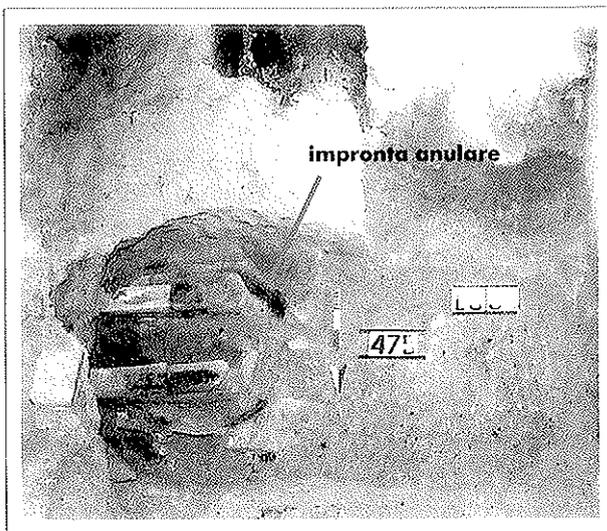


Fig. 4. L'impianto produttivo più recente della chiesa di S. Giovanni di Lu (AL) (DE MEGLIO 1994, elaborata).



Fig. 5. La fornace per campane altomedievale della cattedrale di S. Maria a Luni (SP).

Segue queste operazioni l'interro delle fosse di alimentazione con il materiale di risulta. Le fosse di alimentazione dovrebbero quindi avere sul fondo uno strato con carboni trasformato dalla fumigazione lenta e costante in fase di cottura, coperto da terra, carboni, pietre, frammenti di stampo accumulati durante il processo produttivo e parzialmente usati, al termine delle operazioni, per interrare le fosse.

Per quanto riguarda la fusione del metallo Teofilo propone di servirsi di un *cacabum ferreum*, ovvero un crogiolo di ferro a fondo circolare rivestito di argilla e circondato da una struttura muraria in mattoni refrattari dotata sui lati di aperture per i mantici. Il crogiolo può avere inoltre un buco connesso al condotto, tramite il quale avverrà la

gettata, altrimenti si procederà spostando il crogiolo manualmente. La prassi operativa seguita per fondere il metallo richiede innanzitutto, una volta tappato il buco sul fondo del crogiolo, il riscaldamento del forno fusorio tramite carboni, poi l'immissione del combustibile e la carica del metallo. Infine si incendia la legna e si azionano i mantici in modo da permettere il passaggio di stato. Da ultimo si toglie la spina – un mattone che ottura il condotto di infusione mentre il metallo comincia a liquefarsi –, si procede alla gettata e le scorie si depositano sul fondo del crogiolo.

A livello archeologico sul piano di cantiere dovrebbe rimanere solamente un'impronta circolare, esito dell'asportazione della fucina, circondata da tracce di fuoco e dalla possibile presenza di mattoni ed argilla vetrificati, oltre che di scorie metalliche, come si è verificato ad esempio nell'impianto produttivo di S. Benigno Canavese (TO)¹⁵ (Fig. 6, a). Se tuttavia l'asportazione è parziale possono rimanere visibili i resti della fucina, solitamente caratterizzata da una struttura troncoconica in mattoni o in argilla, come documentato dai resti archeologici della chiesa di S. Domenico ad Alba (CN)¹⁶ (Fig. 6, b).

Forse per le campane di piccole dimensioni venivano inoltre usati dei treppiedi a sostegno del crogiolo, come documentato nella trattatistica più tarda e, comunque era necessario demolire le strutture fuori terra per evitare un eccessivo accrescimento in verticale della stratigrafia di cantiere.

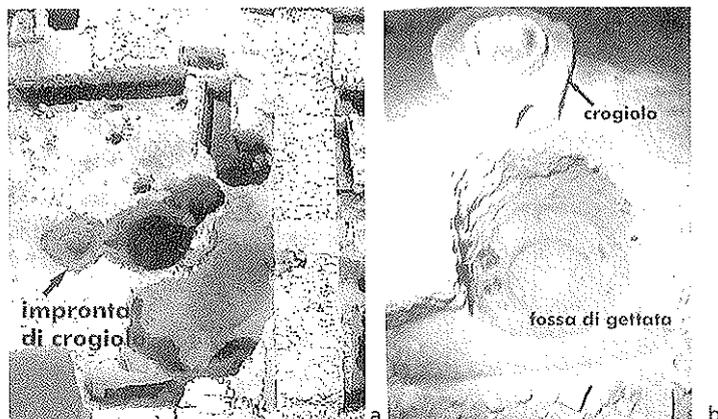


Fig. 6. I resti di forni fusori:
a) le fornaci per campane di S. Benigno a Canavese (PEJRANI BARICCO 1998, elaborata);
b) la fossa di fusione di S. Domenico a Alba (MICHELETTI 1999, elaborata).

La sintesi del processo con il diagramma di Harris ed il modello di schedatura

La sequenza di attività proposta dai testi può essere trasformata in una sequenza stratigrafica, poiché è possibile considerare un'unità stratigrafica come traccia materiale di un'operazione, ovvero esito permanente di un atto valutato nella sua processualità. Pertanto risulta possibile anche sintetizzare il processo ed i suoi esiti archeologici in un diagramma di Harris (Fig. 7).

¹⁵ PEJRANI BARICCO 1998, pp. 187-208.

¹⁶ MICHELETTI 1999, pp. 161-166. Entrambi i casi citati per esemplificare le attività di fusione del metallo

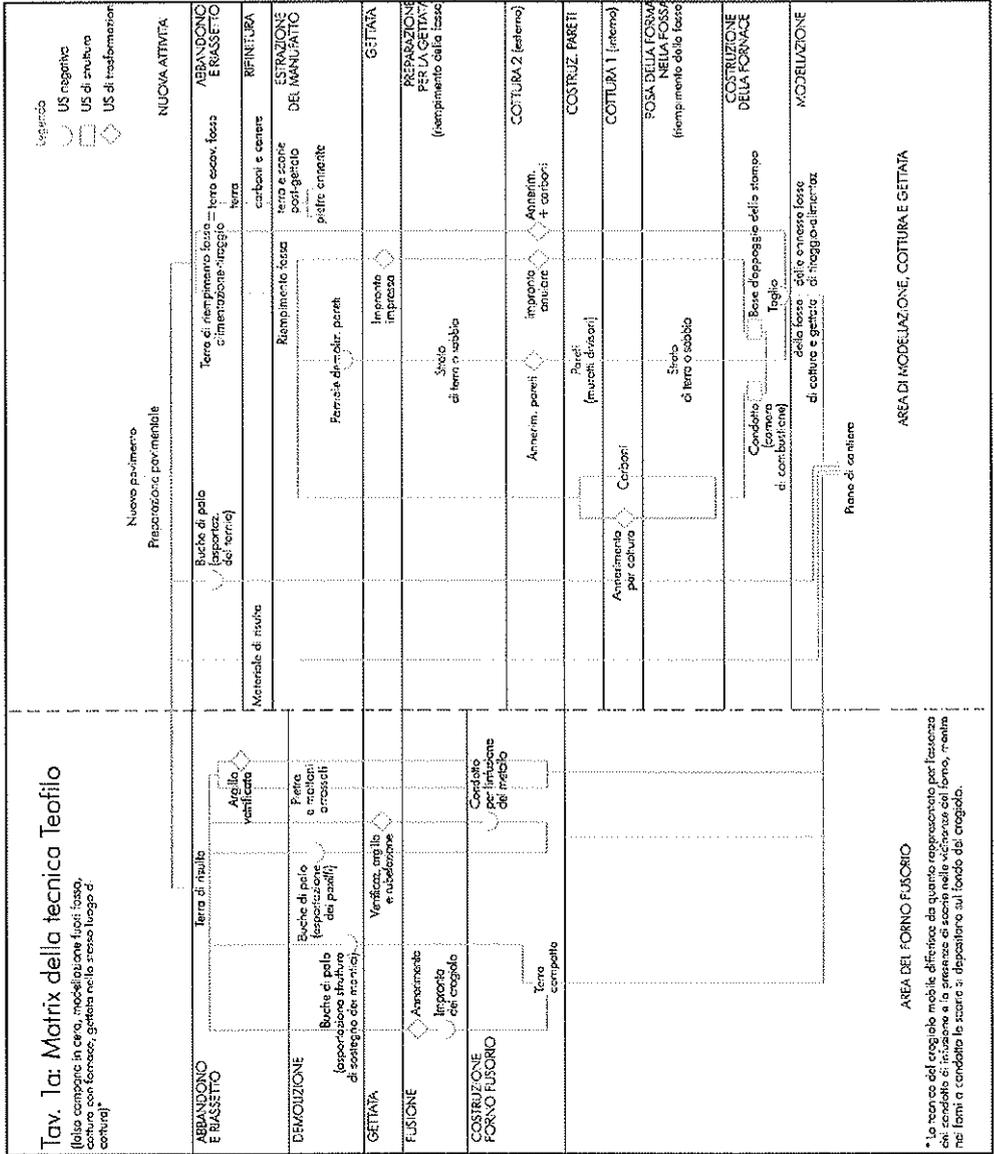


Fig. 7. Il *matrix* teorico della tipologia produttiva c.d. "Teofilo" (cfr. NERI 2004b e NERI 2006; pp. 142-143).

Per realizzare un *matrix* teorico è stato innanzitutto necessario evincere dal trattato una sequenza di attività ed integrare i passaggi non descritti, tramite l'osservazione delle attività svolte dai fonditori ancora attivi, in modo tale da assicurare la complementarietà dei rapporti al momento della traduzione stratigrafica del processo¹⁷.

In seguito ogni operazione è stata tradotta in un'unità stratigrafica, immaginandosi, sulla base della descrizione dei trattati, dei resti materiali archeologicamente documentati e dei processi chimico-fisici di trasformazione, la realtà materiale di ogni strato, descrivendola e valutandone i rapporti stratigrafici con le altre unità.

Le unità sono state ordinate in un *matrix* che permette di considerare sinotticamente e diacronicamente le operazioni svolte sia nell'area del forno fusorio che in quella di modellazione, cottura e gettata, ripercorrendo il processo in termini stratigrafici.

Il diagramma di Harris viene assunto quindi come tramite per realizzare un corrispettivo effettivo tra le microsequenze storiche documentate dai trattati e le microsequenze stratigrafiche dei depositi archeologici. Il modello stratigrafico risulta così utile perché fornisce un'idea della sequenza che si dovrebbe trovare, orientando così le modalità di scavo e creando delle aspettative che vengono di volta in volta verificate o invalidate dal dato archeologico.

La traduzione di un ciclo produttivo in un *matrix* comporta però i forti limiti di non rendere la dimensione topografica - anche se le colonne in cui è scandito il *matrix* distinguono le diverse aree dell'attività -, la genesi di formazione degli strati - anche se le righe indicano l'atto generatore dell'unità stratigrafica - e la durata della vita delle unità stratigrafiche, oltre che di non valutare il potenziale informativo dei reperti e di proporsi come modello normativo. Si è tentato di ovviare a questi limiti e di rendere fruibile il modello realizzato, strutturando una scheda che inviti ad osservare e registrare l'insieme delle testimonianze archeologiche che possono essere indicatori produttivi, ovvero le installazioni fisse, le alterazioni riportate su di queste, i resti degli attrezzi da lavoro e gli scarti di produzione.

La scheda generale, recentemente pubblicata in "Archeologia Medievale"¹⁸, è concepita per un primo riconoscimento ed una conseguente registrazione dei resti materiali (installazioni fisse, alterazioni, residui di produzione, utensili utilizzati) proprio per favorire l'individuazione della tipologia produttiva, di cui la stratificazione archeologica è testimonianza.

Poiché però ogni tecnica impiegata genera depositi stratigrafici differenziati, una volta individuata la tipologia produttiva, deve essere compilata una scheda di tipologia appositamente predisposta. Questa scheda consente di registrare le variabili reali al processo codificato¹⁹. I dati raccolti, quindi, dovrebbero dare la possibilità di indagare i

hanno strutture che testimoniano il processo produttivo della ricetta di Biringuccio, perché non sono a noi noti esempi con crogiolo ben conservato fuori terra della tipologia "Teofilo".

¹⁷ Un utile strumento di integrazione dei processi produttivi, soprattutto per quelli descritti da Biringuccio, è l'*Encyclopédie*, poiché riporta in maniera ordinata la stessa tecnica, pur con delle differenze dovute all'evoluzione effettuata nei secoli che intercorrono tra le due codificazioni. Circa l'importanza del rapporto con fonditori ancora attivi cfr. anche i contributi di GIANNICHELLA e FERRARI, in questo stesso volume.

¹⁸ NERI 2004b, pp. 69-114.

¹⁹ La scheda specifica è stata pubblicata sempre in NERI 2004b, dove si trovano anche le schede relative alle tecniche riportate da Biringuccio.

fenomeni sottesi alle scelte operative che si discostano da quelle proposte dal modello, giungendo ad una più verisimile ricostruzione del processo.

Il *matrix* teorico (Fig. 7), che sintetizza il processo descritto da Teofilo, vuole quindi essere uno strumento predittivo rispetto alle evidenze da indagare, che aumenti la visibilità archeologica ed orienti le modalità di scavo. Una volta poi verificate o invalidate le proprie aspettative, generate dal modello teorico, si procede a registrare i dati. Così non solo sarà possibile, avendo consapevolezza dell'esito materiale delle operazioni eseguite, interpretare correttamente la stratificazione archeologica, ma anche constatare le differenze o le somiglianze tra prassi empiriche e metodi codificati negli scritti.

Il percorso qui attuato, dall'indizio materiale all'insieme di atti generatori che costituiscono un processo, è infatti volto ad inserire questo processo in un contesto sempre più ampio, trasformandolo in un fenomeno storico, che induce a reinterpretare o confermare la dinamica storica in cui si inserisce.

S. L. S.

La tecnica di Teofilo nella pratica

L'analisi puntuale del processo e dei suoi esiti fin qui attuata è funzionale a rendere vere 'evidenze' i resti materiali, ma necessita di volta in volta di una comparazione con il deposito stratigrafico relativo a resti di fornaci per campane di epoche differenti e di varie aree geografiche, in cui sono rappresentate diverse tecniche. Infatti, valutando in che cosa gli *ateliers* produttivi sono diversi dal modello proposto da Teofilo è possibile comprendere quali fenomeni orientano le prassi operative. Così, forse, si potrà conoscere l'evoluzione tecnologica dei processi produttivi, le varianti regionali alle prassi operative, le scelte legate a esigenze pratiche e quelle ideologico-culturali.

La ricerca in tal modo non risulta autoreferenziale ed esclusivamente volta a comprendere un microfenomeno archeologico, ma si trasforma in uno studio della storia della tecnologia e delle sue logiche di affermazione, in un'indagine del territorio e di come i fenomeni produttivi si sedimentano in esso, adattandosi ai saperi pregressi ed assorbendo le dinamiche storiche che interessano questo stesso territorio.

Sarà proprio quindi un'analisi delle varianti al modello di Teofilo riscontrate in contesti archeologici che guiderà a scoprire alcune logiche che influiscono e modificano le operazioni e che hanno una loro visibilità archeologica.

Sulla base dello studio di un campione di circa 100 fornaci per campane dell'Italia Centro Settentrionale e di circa 20 in area transalpina, di cui una buona metà riflette la tradizione produttiva teofiliana sono riscontrabili alcune differenze rispetto al modello descritto dalla fonte (Fig. 8).

In primo luogo un'analisi diacronica del processo dimostra che negli impianti più antichi sono individuabili caratteristiche produttive riconducibili ad uno stadio di sviluppo della tecnica ancora in una fase sperimentale rispetto a quella codificata da Teofilo; in secondo luogo si notano variabili alla prassi codificata riconducibili all'adeguamento al contesto ed alle condizioni meteorologiche contingenti; infine sono rintracciabili peculiarità operative, soprattutto nella modalità di realizzazione dell'impianto, che caratterizzano 'il modo di fare' dei maestri fonditori.

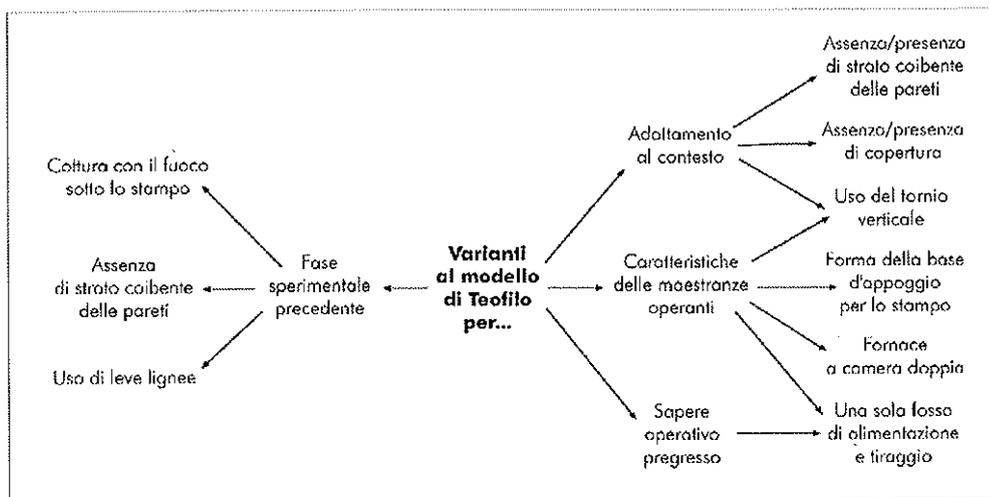


Fig. 8. Le varianti al modello proposto da Teofilo riscontrate negli impianti produttivi dell'Italia centro-settentrionale.

Possono essere probabili indicatori dell'impiego di una prassi in una fase sperimentale precedente rispetto a quella riportata da Teofilo l'assenza di pareti laterali e di uno strato coibente per contenere il calore, la cottura dell'esterno dello stampo non servendosi di un fuoco lento intorno alla forma e la deposizione ed il sollevamento dalla fossa con una leva, a rischio di una deformazione dello stampo, soprattutto in fase di deposizione quando non era ancora cotto²⁰.

L'assenza di un rivestimento delle pareti segnala l'impiego di un processo poco efficace. D'altronde Teofilo ne propone l'impiego per aumentare il potere coibente ed evitare la dispersione del calore, oltre che per assicurare, restringendo gli spazi, una cottura in ambiente riducente. Gli impianti di età altomedievale, come ad esempio quelli di Luni (Fig. 5, b), di Gloucester²¹ e Pieve di Retina²² hanno le pareti della fornace in nuda terra, mentre la fossa di X sec. dell'Old Minster di Winchester era dotata di uno strato coibente²³. Mi sembra plausibile affermare che la presenza di un rivestimento dell'interfaccia verticale della fossa sia un'evoluzione tecnica derivata da un lato dalla sperimentazione empirica, dall'altro dalla mutazione di questa prassi da fornaci utilizzate per cuocere oggetti ceramici. Bisogna però considerare che questo accorgimento, che migliora il processo, viene impiegato solo quando è ritenuto utile o indispensabi-

²⁰ Che questa modalità di trasporto sia nata dalla necessità di porre rimedio ad un procedimento che danneggiava lo stampo o il manufatto finito sembra essere reso evidente dalle fornaci di S. Vincenzo al Volturno (FRANCIS - MORAN 1997), di Gloucester (BAYLEY - BRYANT - HEIGHWAY 1993) e di Exeter (SCOTT 1967), sui fornelli delle quali si è conservata *in situ* la parte inferiore dello stampo, esito della sua frattura, dovuta al sollevamento mediante una leva.

²¹ HEIGHWAY 1978; BAYLEY - BRYANT - HEIGHWAY 1993.

²² SHEPHERD 1985, pp. 208-210; VANNI DESIDERI A. 1986, pp. 21-22.

²³ DAVIES - OVEDEN 1990.

le per contrastare le condizioni climatiche, come le correnti dei venti, o le consistenza della terra se umida o poco argillosa. Lo strato coibente è inoltre usato se è necessario mantenere costante la temperatura per un tempo molto prolungato, cioè nel caso in cui si debba cuocere una forma di grosse dimensioni.

Nella chiesa di S. Andrea a Sarzana sono, infatti, noti due impianti produttivi in cui quello per cuocere la campana più grande è dotato di uno strato coibente, mentre l'altro, per realizzare una campana più piccola ne è privo.

Occorre forse precisare che le due fosse della chiesa di S. Andrea a Sarzana²⁴, da sempre ritenute pertinenti ad un unico impianto ed interpretate con difficoltà, possono probabilmente essere identificate come due strutture per il getto di due campane in periodi distinti (Fig. 9, a). In tal caso la fossa più piccola, di cui probabilmente è stata asportata la fossa di alimentazione, avrebbe tagliato la struttura più antica. Probabilmente pertinenti alla fornace più recente risulterebbero quindi i frammenti di stampo, riferibili ad una campana di 30-40 cm di base, che sarebbe consona alle dimensioni della struttura e all'impronta lasciata da un oggetto metallico sulla base d'appoggio della forma in fase di cottura e gettata (Fig. 9, b). Questi frammenti hanno una carenatura del corpo che presenta confronti con i frammenti rinvenuti all'interno della Torre Civica di Pavia, riconducibili alla tipologia formale delle campane tra XIII e XIV sec., come confermato anche dalla datazione per termoluminescenza²⁵ (Fig. 1, c). Quindi la fornace più antica sarebbe pertinente alla fase di cantiere di XII sec., finalizzata alla realizzazione del primo edificio di culto, per le ragioni stratigrafiche fornite dal Bonora²⁶, mentre la struttura più recente potrebbe essere ricondotta al cantiere di XIV sec.²⁷, durante il quale la chiesa è interessata da un intervento di restauro che prevede anche il rifacimento del tetto.

Un'altra operazione codificata da Teofilo, evidente risultato di un perfezionamento tecnico, è la modalità di cottura dell'esterno della forma con carboni a contatto diretto con lo stampo. Tale procedimento permette di mantenere la porosità della forma, pur consentendone essiccazione ed indurimento. È infatti importante mantenere la porosità della forma per evitare che vetrifichi a contatto con il metallo liquido, causando bolla sul manufatto finito. Altrettanto importante è che la cottura avvenga in maniera omogenea per evitare deformazioni dello stampo e con i tempi adeguati, non causando fessurazioni. L'efficienza della cottura alla "carbonera" è provata dal fatto che sia Biringuccio che i campanari moderni lo utilizzano come metodo di cottura ottimale. Anche questo miglioramento tecnico viene introdotto gradualmente a seconda delle qualità dell'argilla e se le condizioni in cui si operava lo rendevano necessario.

²⁴ BONORA 1975; BONATTI - RATTI 1991. Per la recente revisione dei dati di scavo, cfr. NERI 2006, pp. 187-190.25 I frammenti rinvenuti nel riempimento dell'impianto posizionato all'interno della torre civica sono datati alla termoluminescenza 1315 ± 40 (WARD - PERKINS 1978).

²⁶ BONORA 1975.

²⁷ Sembrano confermare tale datazione la presenza di una moneta di XIV sec. in prossimità del colonnato sud, cioè dove era collocata la fornace, in uno strato altrimenti databile al XII sec., non diversamente giustificabile se non con la riapertura del cantiere, ed il confronto puntuale tra questa struttura e quella messa in luce nella pieve di S. Giovanni di Mediliano a Lu (AL) (DEMEGLIO 2004), riferibile a questo stesso orizzonte cronologico.

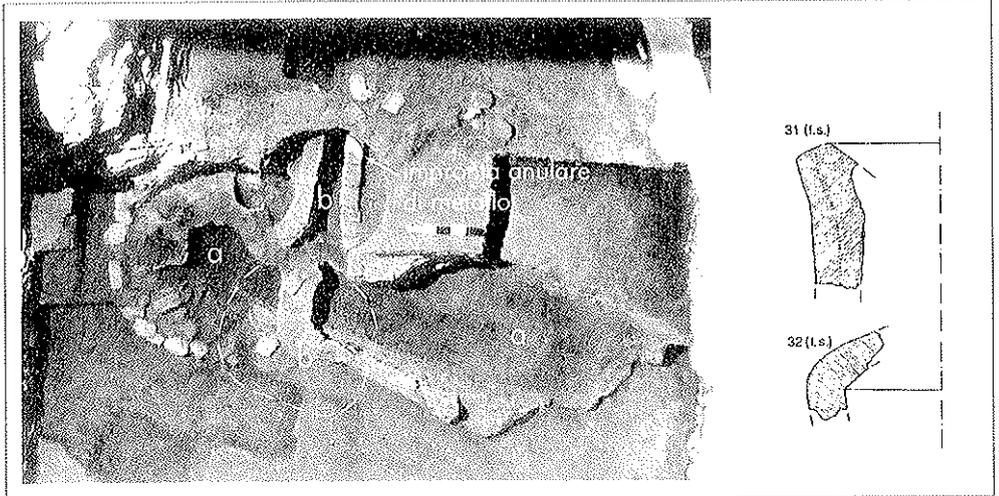


Fig. 9. Le fornaci per campane di S. Andrea a Sarzana (BONORA 1975, elaborata).

Una cottura con il fuoco sotto lo stampo sembra essere documentata in tutti gli impianti altomedievali esaminati ed anche in quello del battistero di S. Giovanni a Ventimiglia²⁸ (Fig. 10), in cui la forma della base d'appoggio dello stampo a quattro pilastri sembra proprio concepita per minimizzare la superficie d'attesa della forma, durante la cottura. Inoltre anche la presenza di carboni solo nell'area tra i pilastri induce a pensare che non sia avvenuta una cottura con il fuoco intorno allo stampo.

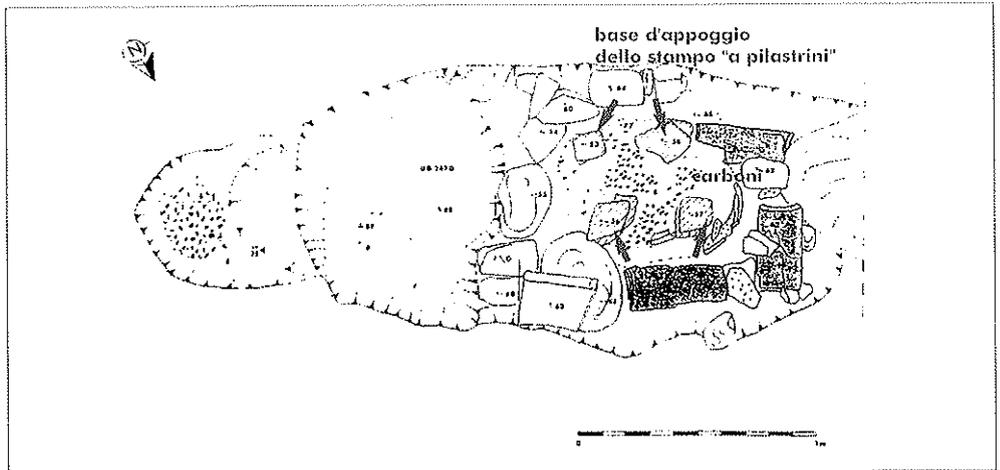


Fig. 10. La fornace per campane rinvenuta nel battistero della cattedrale di Ventimiglia (FUSCONI - FRONZONI - GANDOLFI 2001, elaborata).

²⁸ FUSCONI *et al.* 2001, pp. 793-894.

Un ultimo processo frutto di evoluzione tecnologica e spesso non riscontrato in tutti gli impianti è la modalità di sollevamento e deposizione dello stampo servendosi della sabbia.

Che un trasporto cosiffatto sia nato dalla necessità di porre rimedio ad un procedimento che danneggiava lo stampo o il manufatto finito sembra essere reso evidente dalle fornaci di S. Vincenzo al Volturno²⁹, di Gloucester³⁰ (Fig. 11) e di Exeter³¹, sui fornelli delle quali si è conservata *in situ* la parte inferiore dello stampo, esito della sua frattura, dovuta al sollevamento mediante una leva.

Dopo aver evidenziato quali sono, in Teofilo, i passaggi più evoluti rispetto alla prassi altomedievale bisogna forse precisare che, data la formazione esclusivamente empirica del saper fare, è difficile poter individuare una linea evolutiva inequivocabile di un procedimento operativo, che si forma in seguito a una lunga sperimentazione e quindi a una quantità enorme di prove ed errori. Pertanto ci si può limitare a dire che le varianti riscontrate sono operazioni alternative meno efficaci di quelle proposte da Teofilo. L'arte campanaria, infatti, come ogni produzione artigianale, è strettamente connessa ad un'abilità pratica, acquisita attraverso la lunga osservazione dei fenomeni e la continua ripetizione di combinazioni e di varianti con la sola preoccupazione di realizzare una campana che duri nel tempo e che abbia un buon suono, ovvero un oggetto efficiente e funzionale³². È quindi soltanto operando per tentativi ed errori che un artigiano scopre un'operazione redditizia e la consacra, tramandandola segretamente ai suoi apprendisti-successori, più con gesti concreti che a parole.

Oltre all'evoluzione tecnica del processo, dalle evidenze archeologiche emergono, come già detto, degli accorgimenti probabilmente dettati dall'adeguamento al contesto e dalle condizioni atmosferiche: in questa categoria possono essere ascritti la presenza o meno dello strato coibente, come già evidenziato, l'assenza della copertura e l'uso del tornio verticale. Per comprendere perché sia frequente ritrovare espedienti di adattamento al contesto è poi fondamentale ricordare che la fusione delle campane è rimasta fino al XX sec. itinerante; i *magistri* operavano laddove richiesto così da evitare trasporti costosi e pericolosi. Per questo gli strumenti dei fonditori dovevano essere molto limita-

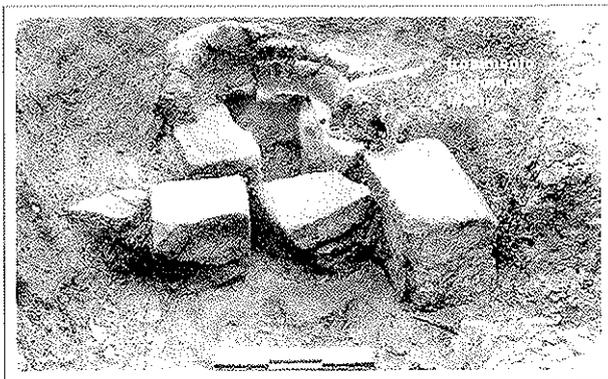


Fig. 11. L'impianto produttivo rinvenuto nel St. Oswald's Priory di Gloucester (IX-X) (BAYLEY - BRYANT - HEIGHWAY 1993, elaborata).

²⁹ FRANCIS - MORAN 1997; SCOTT 1967.

³⁰ BAYLEY - BRYANT - HEIGHWAY 1993.

³¹ GUERRA 1990, cc. 294-324.

³² LEROI - GOURBIAN 1993, pp. 28-54; MANNONI 1994, pp. 56-63; AMOURETTI - COMET 1995; LA SALVIA 1997; NERI 2004a, pp. 86-89.

ti e poco ingombranti e le strutture per il getto essere realizzate ogni volta *ex novo*. Precedeva quindi le operazioni volte a trasformare la materia prima per realizzare il manufatto desiderato un attento e lungo lavoro di ricerca del materiale con le caratteristiche adeguate e di scelta e preparazione del luogo che avrebbe ospitato l'attività produttiva, come ben rappresentato nel film *Andrei Roublev* di Tarkovskij. La maestria del fonditore stava quindi anche nella valutazione dei condizionamenti ambientali: era infatti necessario scegliere l'argilla che avesse la porosità adeguata e con degli inclusi tali che dessero compattezza allo stampo, posizionare la fossa in un banco argilloso del terreno per assicurare stabilità alla struttura ed ancora sincerarsi che non ci fossero ostacoli che avrebbero potuto rallentare il flusso della lega allo stato liquido.

Tornando ad individuare da quali variabili si comprende che i *magistri* adeguavano il processo a seconda della situazione, si può dire che l'assenza/presenza della copertura della fornace si riscontra a seconda delle condizioni meteorologiche e del luogo in cui si opera, se questo cioè sia all'aperto o al chiuso. A Luni e a Vezzano, infatti, in due contesti in cui sono attive probabilmente le stesse maestranze, si riscontra nel primo la presenza di copertura, nel secondo, nonostante sia realizzato all'aperto, l'assenza della copertura³³. A Luni però la copertura della fornace è probabilmente costituita da una volta in concotto, non proposta da Teofilo e contraddittoria per quanto riguarda la funzionalità dell'impianto (Fig. 5, b). L'alterazione con forte annerimento della fossa di alimentazione è, infatti, riconducibile ad un tiraggio lento e prolungato in orizzontale, causato dalla bassa pressione in un impianto che sembra concepito per un tiraggio verticale³⁴. Quindi l'impianto potrebbe essere stato dotato di copertura per le condizioni di mal tempo ed il conseguente rischio di precipitazioni, dal momento che i tempi di cottura erano molto prolungati.

Probabilmente l'uso del tornio verticale, invece che orizzontale, come proposto da Teofilo per la formatura degli stampi, è un adattamento tecnico dovuto alle dimensioni del manufatto: la necessità di produrre campane con un diametro di base ampio avrebbe d'altronde reso difficile la modellazione in orizzontale.

Questa variante si riscontra già in età altomedievale a S. Andrea a Orvieto ed alla Badia di S. Salvatore al monte Amiata³⁵ (Fig. 12), dove è documentata una piattaforma per la modellazione in verticale.

Il permanere, però, della modellazione con tornio orizzontale nel metodo di Biringuccio e la pratica, a tutt'oggi, di questa modalità di modellazione nella fonderia Pi-

³³ A Vezzano Ligure l'assenza della copertura nella fornace altomedievale è deducibile dalla rubefazione del lacerto di parete non intaccato dalla fornace di XIII sec., che ingloba buona parte della precedente (NERI 2004a, pp. 92-95). A Luni, invece la presenza di copertura si evince dai resti dell'impianto produttivo in cui si conserva la parete est aggettante (NERI 2004a, p. 87).

³⁴ Le tracce di fumigazione e rubefazione irregolari lasciate sulle pareti della fossa permettono di immaginare che la cottura sia avvenuta, almeno in una fase, immettendo legna nel condotto cruciforme ed alimentandolo dalla fossa antistante. In questa fase l'aria calda si distribuiva dalle estremità dei condotti non occluse dallo stampo, verso l'opercolo alla sommità della volta. In seguito però, forse per le mutate condizioni climatiche, l'aria deve essersi prevalentemente indirizzata verso la fossa di alimentazione, come mostra la profonda alterazione della sua superficie.

³⁵ CAMBI - DALLA 2000, pp. 193-210.

Il potenziale informativo degli impianti per la produzione di campane non si esaurisce nel deposito stratigrafico e nella ricostruzione della sequenza operativa svolta. Il contesto in cui si ambienta l'attività è infatti un prezioso indicatore per ricostruire lo scenario sociale e liturgico in cui si realizza la fusione e per valutare alcune scelte operative spesso influenzate da credenze magiche e gesti apotropai.

La fusione è quasi sempre svolta all'interno o nelle immediate vicinanze dell'edificio a cui la campana doveva essere destinata, per evitare trasporti difficoltosi o impossibili. L'ambientare l'attività produttiva all'interno o in prossimità della sede culturale o civile oltre che a ragioni pratiche rispondeva a questioni rituali ed ideologiche, poiché il getto era effettivamente sentito come un momento sacro in cui il metallo, emblema del male, veniva trasformato in un oggetto ad uso liturgico, come riferisce già un *exorcismus ad signum basilicae consecrandrum* di VIII sec.⁴⁰ di ambiente mozarabico. Inoltre, il getto di una campana all'interno di un edificio di culto può essere interpretato come un atto che sancisce la nuova fondazione, in cui il valore magico dell'oggetto, realizzato sotto il piano pavimentale, non solo conferma la sacralità degli interventi edilizi, ma anche garantisce, come la stessa campana, la protezione dell'edificio e del suo territorio dai demoni⁴¹.

A questo atto di notevole importanza probabilmente assistevano, oltre al committente, più membri della società civile, religiosa o monastica per cui la campana era fusa. La campana infatti è emblema dell'unità della comunità e per questo la comunità si identifica in essa. Si può supporre infatti che l'atto della fusione fosse volto da una parte a manifestare ed esaltare gli intenti del committente, dall'altra a rappresentare ciò che viene espresso nella campana: l'unità della Chiesa o della società che partecipa all'attività a cui la campana invita.

D'altronde si ha notizia⁴² che fino alla prima metà del secolo scorso molti membri della comunità partecipassero all'atto di fusione, prima del quale le donne si toglievano gli orecchini e gli uomini la fibbia della cintura per gettarli nel metallo fuso, in modo da sancire l'unione. Come già supposto da L. Dallai⁴³ per la fusione avvenuta nell'abbazia del monte Amiata durante il cantiere di Winizo (abate nel 1016) e dal Bonora⁴⁴

⁴⁰ Il testo è stato commentato da BATTISTI 1930. La volontà di esorcizzare la presenza del diavolo nel metallo liquido per assicurare la riuscita del manufatto, ambientando l'attività in una cornice sacra, sembra talvolta permanere anche quando la produzione avviene in un luogo stabile. Come caso esemplificativo di questa dinamica si può citare l'impianto produttivo rinvenuto nella chiesa comense dei SS. Cosma e Damiano (BERNARDI - CAIMI - GRANATA 1991, p. 125). Nell'ultima fase di questo contesto (fase IV), prima che la chiesa venisse trasformata in abitazione, si ambienta un'officina per la fusione di campane. Le numerose campane qui fuse non erano certamente destinate alla chiesa che fa da cornice all'attività produttiva, perché l'edificio non svolgeva più in questo periodo una funzione liturgica. Eppure è come se l'attività necessitasse di essere svolta in una cornice sacra per assicurare l'esorcismo del metallo, necessario per la riuscita della campana. Su questo contesto cfr. anche CAIMI c.s.

⁴¹ La campana è avvertita nel Medioevo come strumento di protezione del territorio: infatti veniva suonata all'arrivo dei nemici non solo per segnalare il pericolo imminente, ma anche per scongiurarlo. Ancora oggi si perpetua infatti, in alcuni contesti rurali, di suonare la campana quando la tempesta è imminente con lo stesso intento (cfr. NERI 2006b, pp. 269-272 e BORCA 2006, pp. 274-276).

⁴² MAULI 1991; MARINELLI 1995; BALMA 1996.

⁴³ CAMBI - DALLAI 2000, p. 206.

⁴⁴ BONORA 1975.

per l'impianto di S. Andrea a Sarzana, la posizione centrale che gli impianti hanno talvolta all'interno degli edifici di culto potrebbe aiutare ad immaginare la presenza di molti fedeli al getto della campana. Sembra confermare lo scenario ricostruito una miniatura di un codice del *Rationale divinatorum officiorum*, datato 1323-1325 e proveniente dalla Badia di Cava (Fig. 13). Questa introduce la discussione sul valore liturgico della campana e rappresenta l'atto di fusione e la campana finita. In alto, in primo piano, c'è un forno fusorio a riverbero; sulla destra sono rappresentati il *magister* e l'apprendista e sulla sinistra il vescovo in primo piano e l'assemblea in secondo. In basso, in primo piano, c'è la campana indicata dal *magister*.



Fig. 13. Iniziale "C" da un codice del XV sec. del *Rationale divinatorum officiorum*, proveniente da Badia di Cava. Londra, British Library (ms. Adol. 31032, f. 11r.)

Un altro indicatore che permette di ricostruire quali fenomeni orientavano le prassi empiriche è il fatto che spesso più fosse di epoche diverse si sovrappongono o si incastrano l'una nell'altra. Trai i casi prima illustrati questo fenomeno si riscontra, ad esempio, nelle fornaci normanne dell'Old Minster di Winchester⁴⁵, in quelle di S. Andrea a Sarzana o in quelle di Castelnuovo di Sotto⁴⁶ (RE), ma anche a S. Maria a Monte (PI)⁴⁷. È stato supposto⁴⁸ che tale situazione stratigrafica rifletta la volontà degli artigiani, per ragioni scaramantiche, di eseguire il getto della campana nello stesso luogo dove precedenti gettate erano ben riuscite.

Talvolta, poi, la sovrapposizione è dovuta ad una ragione pratica, in cui la fossa più recente ingloba e riutilizza, in maniera funzionale, le strutture della fossa precedente, come ad esempio accade a S. Maria di Vezzano Ligure⁴⁹. Secondo la recente rilettura di questo impianto⁵⁰, la fornace centrale delle tre rinvenute nella chiesa riutilizzerebbe come *prefurnium* quella carolingia. La struttura produttiva si presenterebbe quindi così

⁴⁵ BIDDLE 1966, pp. 308-332, DAVIES - OVEDEN 1990, pp. 108-111.

⁴⁶ CERCBI 1998, pp.138-139.

⁴⁷ REDI *infra*.

⁴⁸ MANNONI - GIANNICCHEDDA 1996, pp. 308.

⁴⁹ FRONZONI 1996, pp. 60-71; GELTRUDINI 2000, pp. 185-204.

⁵⁰ LUSUARDI SIENA, c. s.; LUSUARDI SIENA - NERI 2003, pp. 659-664.

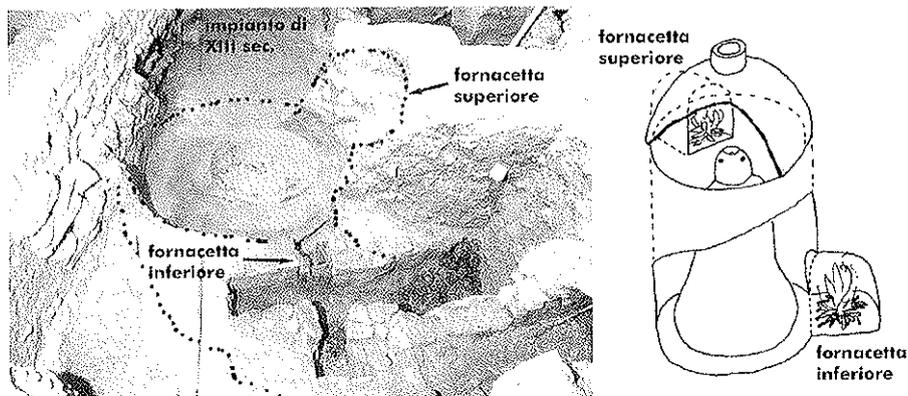


Fig. 14. L'impianto produttivo di XIII sec. di S. Maria di Vezzano Ligure, comparato a uno dei modelli teorici proposti da Biringuccio nella *Pirotechnia*. (GELTRUDINI 2000, elaborata).

articolata in una fossa con due *praefurnia*, uno collocato sul piano di cantiere, l'altro ai piedi della fossa, secondo un sistema descritto da Biringuccio⁵¹ (Fig. 14).

Anche per quanto riguarda la fornace di Pavia⁵² alcuni elementi invitano a pensare ad un utilizzo ripetuto dell'atelier rinvenuto all'interno della Torre Civica. Se, infatti, l'impianto è costituito secondo le indicazioni di Teofilo, i frammenti provenienti dagli strati di interro della struttura riportano, per modalità di modellazione e cottura, ad un'altra prassi operativa. I frammenti si riferiscono ad uno stampo di 52 cm che non solo non rispecchierebbe l'impronta presente sul fornello, ma sarebbe anche staticamente poco stabile, data la distanza delle strutture di sostegno per lo stampo (Fig. 1a, c). I frammenti sono stati datati per TL 1300 ± 40 , mentre l'impianto per posizione stratigrafica rinvia al XII sec. Sarebbe quindi che si possa riconoscere un primo uso secondo la tecnica di Teofilo di cui rimane la fornace ed un secondo uso solo forse come fossa di gettata, di cui rimarrebbe testimonianza nei frammenti.

Perché si verifichi che più fosse di epoche diverse si sovrappongano o vengano riusate è necessario ipotizzare che il luogo della prima fusione sia segnalato da un epigrafe, da segni sul pavimento, da documenti scritti o in altro modo, non esclusa la tradizione orale⁵³. La prassi di segnalare con epigrafi l'atto di benedizione e fusione delle campane è nota ad esempio a Norrey en Bessin, in Normandia, dove nella chiesa di Notre Dame un pilastro del XIII sec. riporta la scritta in francese arcaico "CY DEV A[N] T A ESTE FONDU [L]A PETITE CLOQUE"⁵⁴.

⁵¹ BIRINGUCCIO, *De la Pirotechnia*, VI, 10, ed. CARUGO 1977, p. 98.

⁵² WARD-PERKINS 1978; SPATOLA 1993; NERI 2006, pp. 175-177, *contra* NEPOTI c.s.

⁵³ La campana era un oggetto utile all'intera comunità ed era quindi avvertita come patrimonio e possesso di tutti. Pertanto la popolazione partecipava alla sua benedizione e probabilmente ricordava il luogo della fusione tramandando di generazione in generazione la memoria di questo atto, volto a proteggere tutto il territorio pievano. Probabilmente il senso del ruolo della campana fu in un primo momento avvertito in maniera così forte che non rendeva necessario fissare nella scrittura il suo ricordo, ma poi andò sempre di più scemando e la memoria non fu più sufficiente a fissare un atto, comunque sentito come importante fino a quasi i giorni nostri e si rese necessario l'intervento della scrittura.

⁵⁴ NICOURT 1971, pp. 55-60. È questo finora il solo caso a me noto.

È infine interessante notare come talvolta le fornaci per campane siano associate, in fase di cantiere, ad altri impianti produttivi funzionali alla realizzazione dell'edificio. Ad esempio la fornace per campane di VIII-IX sec. documentata davanti al S. Vincenzo Maggiore a S. Vincenzo al Volturno (IS)⁵⁵ è vicina agli impianti per la produzione di vetro, mattoni e metalli. Anche nel cantiere romanico dei SS. Giovanni e Reparata a Lucca sull'asse centrale della navata alle fornaci per campane è associata una fornace per mattoni⁵⁶. O ancora nella Torre Civica di Pavia dove sono note due fasi di cantiere in cui si dispongono fornace da campana, forgia, fossa per la tempratura dei metalli e scarti della produzione di vetrate.

Il cantiere edile medievale è un luogo dove si riuniscono maestranze diverse e dove perciò le conoscenze tecniche e i diversi saperi possono fondersi producendo soluzioni originali. Sarà interessante in futuro indagare in che rapporto erano le maestranze operanti che svolgevano diverse attività, se provenivano dalla medesima area culturale con cui il messaggio ideologico del committente collimava, se interagivano tra di loro scambiandosi saperi che potevano migliorare le loro competenze, se coinvolgevano collaboratori non esperti reclutati sul posto, così da tramandare e da far sedimentare il loro sapere nel luogo in cui operavano.

Questo scenario di dialogo immaginato sui cantieri getta luce su come nascano le nuove tecniche e su come migliorino quelle consolidate: tramite l'interazione di più saperi e fenomeni di in prestito tra varie tecniche. Per realizzare un oggetto nuovo o che usciva dagli schemi tradizionali gli artigiani, infatti, ricorrevano all'uso di tecniche provenienti da altri mestieri, talvolta facendosi aiutare da coloro che detenevano le competenze dell'arte. Come i campanari, una volta diventati esperti nell'arte di fonder in un sol getto, mettono le loro abilità pratiche al servizio degli artigiani che realizzano grandi porte bronzee o alti candelabri, così i *magistri* campanari stessi attingono e sviluppano il loro sapere dall'incontro sui cantieri con altri artigiani⁵⁷.

Il processo produttivo di Teofilo è d'altronde assimilabile alle fusioni antiche⁵⁸: ripropone il metodo di fusione indiretta piena a cera persa, peculiare del ciclo produttivo delle statue. Non si può però supporre una derivazione diretta della produzione di campane da quella della grande bronzistica classica. Tra statue e campane variano innanzitutto le dimensioni dell'oggetto da realizzare e quindi anche quella degli impianti per produrlo, inoltre le campane dovevano essere fuse in un sol getto, non a pezzi, e non potevano essere soggette a ricolate per la durezza della lega utilizzata⁵⁹, necessaria a garantire le vibrazioni sonore. Il dover realizzare la campana in un sol getto richiedeva particolare porosità e resistenza degli stampi, raggiungibile solo con una modalità di cottura differente rispetto agli stampi da statua, ovvero con il fuoco diretto da sotto lo stampo e poi collocato intorno ad esso.

⁵⁵ MARAZZI - FRANCIS 1996; MORAN - FRANCIS 1997.

⁵⁶ QUIRÓS CASTILLO 2000.

⁵⁷ NERI 2004a, pp. 96-99. Sull'interazione tra vari saperi nel sedimentarsi di una tecnica cfr. lo studio sul Magister Toscolus de Imola (SAVINI 2005).

⁵⁸ FORMIGLI 1993; MIAZZO 1999; ZIMMER 2001.

⁵⁹ Il rapporto stagno-rame proposto da Teofilo è 1:4. Lo stagno aumenta la durezza della lega, ma deve essere accuratamente calibrato, perché un'eccessiva presenza di questo metallo renderebbe fragile il manufatto a tal punto da comprometterne l'usabilità.

Le fornaci per cuocere gli stampi delle campane sono poi formalmente simili a quelle da ceramica e da mattoni, nonostante la diversità di temperature e condizioni atmosferiche in cui avviene la cottura. La parentela tra le due arti del fuoco potrebbe poi essere suggerita dalla mutuaione di elementi non funzionali nelle fornaci da ceramica: sono infatti documentate fornaci per campane con "corridoio a setti voltati"⁶⁰, in cui le volte non hanno alcuna funzionalità, mentre nelle fornaci da ceramica sostenevano il piano forato.

Il prodotto più simile alle campane mi sembra però riconoscibile nei vasi bronzei, con cui è forse instaurabile una relazione formale e produttiva. Il rapporto vasi-campane è sancito, dal punto di vista morfologico, già dalle fonti di VIII sec.⁶¹, mentre dal punto di vista produttivo dai trattati che propongono lo stesso processo per la produzione di vasi bronzei e campane⁶². Purtroppo però, poiché non sono stati individuati archeologicamente impianti produttivi, troppo poco o quasi nulla si conosce sulle modalità di produzione di vasi bronzei a fusione di età tardoantica ed altomedievale per stabilire un rapporto derivativo tra la produzione di vasi e quella di campane. Gli elementi proposti portano quindi ad affermare che la matrice culturale della tecnica "teofiliana" è classica; d'altronde Teofilo è un abile interprete della classicità e nelle sue ricette ripropone, filtrato dalla sua esperienza autoptica, lo stesso sapere ordinato da Rabano Mauro, Isidoro di Siviglia, lo Pseudo Eraclio, eredi del sapere tecnico classico. Rilevabile con meno certezza è la matrice culturale sottesa alla tecnica di Biringuccio, anche se è chiaramente percepibile l'allotropia culturale rispetto alla prassi "teofiliana". Biringuccio propone infatti un processo di formatura con modello in argilla, che per H. Maryon⁶³ è una modalità operativa di tradizione nordica, una cottura degli stampi senza la realizzazione di una fornace in muratura e un uso rilevante di leve lignee per separare e sollevare gli stampi. È inoltre noto che Biringuccio ha una formazione germanica: svolse infatti viaggi di istruzione in area transalpina ed al sapere di queste regioni rimandano esplicitamente molte delle sue ricette⁶⁴. Individuata dunque la matrice culturale delle due diverse tecniche rimane ora da chiarire con quali criteri, in che tempi ed in relazione a quali eventi le tecniche si affermino in diverse aree geografiche. Per ora è possibile ipotizzare che i committenti abbiano avuto, soprattutto in epoca altomedievale, un ruolo fondamentale nella scelta delle maestranze che operavano secondo una tecnica classica o germanica e che abbiano indirizzato le loro scelte in base al messaggio ideologico che volevano esprimere. Probabilmente quindi i fonditori che operavano nei cantieri non avevano una provenienza diversa dagli altri artigiani, carpentieri, vetrai, marmorari, anzi con-

⁶⁰ Fornaci per campane con "corridoio a setti voltati" sono state messe in luce a S. Vincenzo al Volturno (IS) (FRANCIS - MORAN 1997, p. 375), a Venosa (FG) (VIDALE *et al.* 1992, pp. 31-46), a Pieve di Gropina (AR) (VIL-LUCCI 2002, pp. 232-233).

⁶¹ Ad esempio Amalarii *Liber officialis* IV 21 7, *Opera* II 470, ed. HANSSENS 1948-50.

⁶² *Theophili, De div. art.*, III, LXV, LXVI, in DODWELL 1961, pp. 124-125; *idem* in THEOBALD 1933, pp. 123-124, 475; BIRINGUCCIO, *Pirotechnia* in CARUGO 1977, p. 94. Sui vasi bronzei a battitura e a fusione si vedano anche PERIN 1992, pp. 35-50 e CASTOLDI - STORTI 1988, pp. 347-362.

⁶³ MARYON 1961-1965, pp. 486-487.

⁶⁴ Il tema della matrice culturale sottesa ai due modi fare è stata trattata con maggior approfondimento in NERI 2002-2003 e in seguito in NERI 2006, pp. 127-137 e pp. 209-211.

correvano insieme ad essi all'espressione del messaggio ideologico che l'edificio doveva esprimere: il richiamo mnemonico e la fedeltà alla tradizione in cui si inseriva, l'espressione dell'idea politica delle istituzioni di cui il committente faceva parte e quindi il ruolo didattico nei confronti del fruitore. Il caso di S. Vincenzo a Galliano (CO) è esemplificativo di come sia proprio il committente a scegliere il gruppo di maestranze anche in base all'idea che vuol esprimere con il suo intervento sull'edificio. Nella chiesa di S. Vincenzo a Galliano⁶⁵ sono noti due impianti produttivi per campane (Fig. 15). Proprio sulla base di alcune recenti riconsiderazioni circa la posizione stratigrafica di queste e sulla quota dei piani di cantiere di riferimento è stato possibile ritenere che la fossa centrale sia in fase con un intervento di età carolingia, mentre quella in facciata appartenga al cantiere voluto da Ariberto da Intimiano⁶⁶. All'intervento si devono anche, tra l'altro, la realizzazione di un'abside dotata di un ciclo di affreschi e di un cripta con presbiterio sopraelevato.

Che Ariberto sia il committente della fusione di una campana sembra essere testimoniato anche dal fatto che egli è rappresentato negli affreschi come offerente di una chiesa dotata di campanile⁶⁷.

A Galliano la fornace in facciata rimanda ad una tecnica descritta da Biringuccio e quindi alla probabile presenza di maestranze germaniche. *Magistri* provenienti dalla Reichenau sembrano anche essere gli artefici degli affreschi. Fonte primaria dell'opera di Ariberto è quindi in questa fase l'arte germanica, monito del legame con l'imperatore

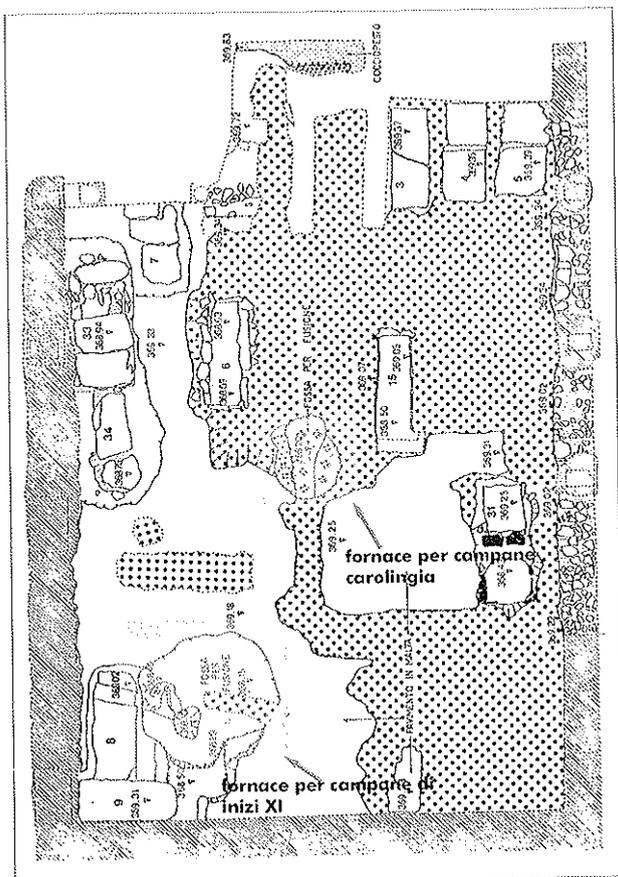


Fig. 15. Gli impianti produttivi della chiesa di S. Vincenzo a Galliano (CO) (BROGIOLO 1991, elaborata).

⁶⁵ BROGIOLO 1991, pp. 133-143.

⁶⁶ Per un riesame più dettagliato degli impianti produttivi di Galliano cfr. NERI 2006, pp. 181-186 e NERI c.s.

⁶⁷ BRENK 1988, pp. 124-155.

che in questo periodo è garante della posizione di prestigio politico della chiesa di Milano. Ariberto era infatti, al tempo della sua commessa, datata su base epigrafica al 1007, un importante proprietario terriero di origine longobarda, *subdiaconus* della diocesi milanese e legato all'impero. Di lì a pochi anni sarebbe diventato vescovo della metropoli e si sarebbe allora opposto strenuamente alla posizione imperiale. Sembra quindi che Ariberto abbia scelto appositamente *magistri campanari* e pittori di provenienza germanica per richiamare, oltre che la sua origine, il suo legame con l'imperatore, esplicitato anche nell'epigrafe che menziona l'intervento⁶⁸.

Se il committente quindi ha un grande ruolo nella scelta delle maestranze, anche la tradizione produttiva pregressa deve aver influito nella diffusione delle due tecniche in diverse aree regionali.

Così dove la tradizione classica era endemica, prevale la tecnica di Teofilo, dove invece era più vivo un saper fare germanico si praticava la tecnica di Biringuccio.

Infatti dall'osservazione della distribuzione geografica, in Italia Centro Settentrionale, dei due modi di fare, emerge che in Italia settentrionale è prevalentemente attestata la tecnica di Biringuccio, mentre in tutta l'Italia centrale è prevalente la tecnica teofiliana (Fig. 16).

Sembra d'altronde verosimile che nel Nord-Italia i secoli di dominazione longobarda prima, e lo stretto legame con il Sacro Romano Impero in età ottoniana poi, abbiano favorito lo sviluppo ed il mantenimento di una tradizione operativa germanica, che sarebbe stata adattata anche alla tecnica produttiva delle campane.

Un *input* notevole alla diffusione alla tecnica teofiliana, se non addirittura l'occasione della nascita di questo processo deve essersi verificato durante il periodo carolingio. D'altronde la ripresa dell'antico e del modello romano propugnata dai carolingi con intenti politici passa anche attraverso la ripresa delle tecniche classiche.

Infatti il confluire di tecniche appartenenti a vari cicli produttivi per realizzare un manufatto, che le nuove disposizioni conciliari rendono necessario, è prospettico di un ordinato recupero della tecnologia antica volta a realizzare oggetti con un nuovo significato e una nuova funzionalità.

⁶⁸ SANNAZARO 1991, pp. 111-132.

Bibliografia

- AMOURETTI M.C.L., COMET G. 1995, *La transmission des connaissances techniques*, Aix en Provence.
- BALMA M. 1996, *Campanari, campane, campanili in Liguria*, Genova.
- BATTISTI E. 1930, *Benedizione delle campane: testo latino-italiano con note storico liturgiche*, Torino.
- BAYLEY J., BRYANT R., HEIGHWAY C. 1993, *A tenth-century bell-pit and bell-mould from St. Oswald's priory, Gloucester*, in "Medieval Archaeology", 37, pp. 224-236.
- BERNARDI G., CAIMI R., GRANATA C. 1991, *Chiesa di SS. Cosma e Damiano. Campagna di scavo 1990-1991*, in "Notiziario della Soprintendenza Archeologica della Lombardia", pp. 123-125.
- BLAGG T.F.C. 1974, *An Umbrian Abbey: San Paolo di Val diponte*, in "Papers of the British School of Rome", 41, pp. 98-178.
- BLAGG T.F.C. 1978, *Bell-founding in Italy: archaeology and history*, in *Papers in Italian Archaeology I: the Lancaster Seminar. Recent Research in Prehistoric, Classical and Medieval Archaeology* (BAR Supplementary Series, 41), a cura di BLAKE H., POTTER T.W., WHITEHOUSE D., Oxford.
- BIDDLE M. 1966, *Excavations at Winchester, 1965: Fourth Interim Report*, in "Antiquaries Journal", XLVI, pp. 308-332.
- BONATTI F., RATTI M. 1991, *Sarzana*, La Spezia.
- BONORA F. 1975, *Scavo di una fornace da campana in S. Andrea a Sarzana*, in "Archeologia Medievale", II, pp. 123-160.
- BORCA B. 2006, *Postilla. Campane, fulmini e tempesta*, in *Memoriola Mormola. Riscoperta di una pieve dell'Oltrepò Pavese*, a cura di LUSUARDI SIENA S., Varzi.
- BRENK B. 1988, *La committenza di Ariberto da Intimiano*, in *Il millennio ambrosiano: la città del vescovo dai Carolingi al Barbarossa*, a cura di BERTELLI C., Milano, pp. 124-155.
- BROGIOLO G.P. 1991, *San Vincenzo di Galliano: lo scavo della navata centrale*, in *Archeologia a Cantù dalla Preistoria al Medioevo*, Como, pp. 133-143.
- CAIMI R. c.s., *Campione, Como, Edob: gli scavi di alcune fosse per campane*, in *Del fonder campane. Dall'Archeologia alla produzione*, Atti del Convegno (Milano 23-25 Febbraio 2006).
- CAMBI C., DALLAI L. 2000, *Archeologia di un monastero: gli scavi a S. Salvatore al monte Amiata*, in "Archeologia Medievale", XXVII, pp. 193-210.
- CARUGO A. 1977 (a cura di), *Biringuccio V, De la Pirotechnia 1540*, Milano.
- CASTOLDI M., STORTI A. 1988, *Bottiglie in bronzo tardoromane da Milano: analisi chimiche metallografiche e radiografiche*, in *Archeometallurgia: ricerche e prospettive*, Atti del colloquio internazionale di archeometallurgia, a cura di ANTONACCI SANPAOLO E., Bologna, pp. 347-362.
- CERCHI E. 1998, *La chiesa ed il cimitero di Castelnuovo di Sotto (Re)* in *Archeologia medievale in Emilia occidentale. Ricerche e Studi*, a cura di GELICHI S., Mantova, pp. 133-143.
- CUOMO DI CAPRIO N. 1985, *La ceramica in archeologia*, Roma.
- DAVIES R.M., OVEDEN P.J. 1990, *Bell-founding in Winchester in the Tenth to Thirteenth Centuries in Winchester Studies*, in *Object and Economy in Medieval Winchester*, "Winchester Studies", 7, II, a cura di BIDDLE M., Oxford, pp. 955-991.
- DE MEGLIO P. 1994, *La pieve di S. Giovanni di Mediliano ed il territorio circostante*, in "QuadSPA", 12, Notiziario, pp. 271-272.
- DE MEGLIO P. 1997, *Note preliminari sull'indagine archeologica alla pieve di San Giovanni di Mediliano a Lu (AL)*, in *Primo Congresso Nazionale di Archeologia Medievale*, (Pisa, 29-31 Maggio 1997), a cura di GELICHI S., Firenze, pp. 275-278.
- DEMEGLIO P. 2004, *La pieve di S. Giovanni di Mediliano a Lu. Indagini archeologiche (1991-1998)*, Roma.

- DIDEROT D., D'ALEMBERT J.B. 1751-1772, *Encyclopédie, Recueil de planches, V^{ème} vol., Fonte des cloches*, rist. anast. a cura di F.M. Ricci, Parma.
- DODWELL C. (a cura di) 1961, *Theophilus, De diversis artibus*, III, LXXXV, pp. 150-159; *INTRODUZIONE*, pp. IX-LXXVI, London.
- DONATI P. 1981, *Il campanato*, in "Quaderni di informazione", 3, Bellinzona.
- FORBES R.J. 1961-1984, *Metallurgia*, in SINGER C., HOLMYARD E.J., HALL A.R., WILLIAMS T.I., *Storia della tecnologia*, II, 1965, 2^a ed. 1992., pp. 41-82,
- FORMIGLI E. 1993, *Antiche officine del bronzo*, Siena.
- FRANCIS K.D., MORAN M. 1997, *Planning and technology in the early Middle Ages: the temporary workshops at San Vincenzo al Volturno*, in Atti del Primo Congresso Nazionale di Archeologia Medievale (Pisa, 29-31 Maggio 1997), a cura di GELICHI S., Firenze, pp. 373-378.
- FRONDONI A. 1996, *Le ricerche archeologiche nella chiesa di S. Maria di Vezzano*, in *La chiesa di S. Maria di Vezzano Ligure. Studi e restauri*, a cura di ROSSINI G., La Spezia, pp. 60-71.
- FUSCONI C., GANDOLFI D., FRONDONI A. 2001, *Nuove dati archeologici sul battistero di Ventimiglia*, in *L'edificio battesimale in Italia*, Atti dell'VIII Congresso di nazionale di Archeologia Cristiana (Genova, Sarzana, Finale Ligure, Ventimiglia 21-26 settembre 1998), Bordighera, pp. 793-844.
- GELTRUDINI F. 2000, *L'impianto per la fusione di campane. Confronti noti ed inediti tra Liguria, Piemonte e Toscana*, in *La chiesa romanica di S. Maria di Vezzano Ligure: un edificio ritrovato*, Atti del convegno di Studi, a cura di VECCHI E., in "Giornale Storico della Lunigiana e del Territorio Lucense", XLVI-XLVIII, pp. 227-242.
- GIANNICCHEDDA E., MANNONI T. 1996, *Archeologia della produzione*, Torino.
- GIANNICCHEDDA E., FERRARI L. 2001, *Le fosse da campane nella pieve di S. Stefano a Filattiera*, in *Scavi medievali in Italia*, Atti della II Conferenza italiana di Archeologia Medievale, a cura di PATRUCCI UGGERI S., Roma, pp. 401-410.
- GIANNICCHEDDA E., LANZA R., RATTI O. 2003, *Lo scavo archeologico di S. Caprasio ad Aulla*, in *Le ricerche archeologiche in provincia di Massa Carrara*, a cura di GIANNICCHEDDA E., pp. 97-104.
- GUERRA L. 1990, *Una struttura per stampi di campana a San Daniele del Friuli*, in "Aquila Nostra", LXI, cc. 297-324.
- HANSENS J. 1948-1950 (a cura di), *Amalarius Symphosius, Amalarii episcopi opera liturgica omnia*, 3 voll., 1948-1950, Città del Vaticano.
- HAWTHORNE J., SMITH C. 1963, *On the Divers Arts. The Treatise of Theophilus*, Chicago.
- HEIGHWAY C. 1978, *Excavation at Gloucester, 1975-1976: Fourth Interim Report: St. Oswald's Priory Gloucester*, in "Antiquaries Journal", LVIII, pp. 103-132.
- LA SALVIA V. 1997, *La fabbricazione delle spade delle grandi invasioni. Per la storia del "processo indiretto" nella lavorazione del ferro*, in "Quaderni Medievali", 44, pp. 28-54.
- LEROI-GOURHAN A. 1993, *Evoluzione e tecniche*, Milano; trad. it. di *L'homme et la matière*, Parigi 1943 e *Milieu et techniques*, Parigi 1945.
- LEVALET D. 1982, *La cathédrale Saint-André et les origines chrétiennes d'Avranches*, in "Archéologie Médiévale", XII, pp. 109-152.
- LUSUARDI SIENA S., NERI E. 2003, *Fornaci per campane in Lunigiana: il processo produttivo dalle fonti scritte alle evidenze archeologiche*, in III Congresso Nazionale di Archeologia Medievale, (Castello di Salerno, Complesso di Santa Sofia, 2-5 Ottobre 2003), a cura di FIORILLO R. - PEDUTO P., Firenze, pp. 659-664.
- LUSUARDI SIENA S. 2006, *Una fornace per campane carolingia nella cattedrale di Luni (La Spezia) nel quadro di recenti avvenimenti lunigianesi*, in CUCUZZA N., MEDRI M., *Archeologia. Studi in onore di Tiziano Mannoni*, pp. 235-243.
- MANNONI T. 1994, *Archeologia delle tecniche produttive*, Genova.
- MARINELLI G. 1995, *Storia di campane*, Agnone.

- MAULI G. 1991, *Campane nei secoli*, Verona, pp. 51-56.
- MARAZZI F., FRANCIS K.D. 1996, *L'eredità dell'antico. Tecnologia e produzione in un monastero imperiale carolingio: S. Vincenzo al Volturno*, in *L'Africa Romana*, Atti dell'XI convegno di studio (Cartagine, 15-18 dicembre 1994), Sassari 1996, pp. 1029-1045.
- MARYON H. 1961-1965, *Arte del metallo*, in *Storia della tecnologia*, a cura di SINGER C., HOLMYARD E.J., HALL A.R., WILLIAMS T.I., II, 1965, 2^a ed. 1992, pp. 457-491.
- MIAZZO L. 1999, *Il Medioevo, il Rinascimento, la tradizione tecnica antica e la rinascita della statuaria*, in *I grandi bronzi antichi. Le fonderie e le tecniche di lavorazione dall'età arcaica al Rinascimento*, a cura di FORMIGLI E., Siena, pp. 335-346.
- MICHELETTO E. 1999, *La chiesa di S. Domenico d'Alba*, in *Alba, una città nel Medioevo*, a cura di MICHELETTO E., Alba.
- NEPOTI S. c.s., *Resti archeologici degli impianti: discordanze e problemi di interpretazione*, in *Del fonder campane. Dall'Archeologia alla produzione*, Atti del Convegno (Milano 23-25 Febbraio 2006).
- NERI E. 2002-2003, *Le campane nel Medioevo: il processo produttivo tra fonti scritte ed evidenze archeologiche*, tesi di laurea, Università Cattolica di Milano, relatrice S. Lusuardi Siena.
- NERI E. 2004a, *La fusione di campane in Lunigiana: il contributo dell'archeologia alla memoria di una tradizione*, in "Quaderni del Centro Studi Lunensi", n. s. 8, pp. 79-117.
- NERI E. 2004b, *Tra fonti scritte ed evidenze archeologiche: un modello per interpretare i resti materiali della produzione di campane*, in "Archeologia Medievale", XXXI, pp. 53-98.
- NERI E. 2006a, *De campanis fundendis. La produzione di campane nel medioevo tra fonti scritte ed evidenze archeologiche*, introduzione di S. Lusuardi Siena, Milano.
- NERI E. 2006b, *Il campanile e le campane dei SS. Cornelio e Ciprano*, in *Memoriola Mormola. Riscoperta di una pieve dell'Oltrepò Pavese*, a cura di LUSUARDI SIENA S., Varzi.
- NERI E. c.s., *Magistri campanari e committenti: riflessioni su alcuni contesti della Lombardia*, in *Del fonder campane. Dall'Archeologia alla produzione*, Atti del Convegno (Milano 23-25 Febbraio 2006).
- NICOURT J. 1971, *Fabrication de cloches fondues. Permanence des techniques*, in "Ethnologie française", I, pp. 55-82.
- PEJRANI BARICCO L. 1998, *La chiesa abbaziale di Fruttuaria alla luce degli ultimi scavi archeologici*, in *Archeologia in Piemonte: il Medioevo*, a cura di MERCANODO L., MICHELETTO E., Torino, pp. 187-208.
- PERIN P. 1992, *A propos des vases "coptes" du VII^{ème} siècle en Europe de l'Ouest*, in "Cahiers Archéologiques", XI, pp. 35-50.
- QUIRÓS CASTILLO J.A. 1998, *La fabbricazione di campane a Lucca nel Medioevo e Postmedioevo*, in *Sulle vie del primo Giubileo. Campane e Campanili nel territorio della diocesi di Luni, Lucca e Pisa*, a cura di LERA G., LERA M., Lucca, pp. 43-55.
- QUIRÓS CASTILLO J.A. 2000, *Architettura altomedievale nel lucchese: la cattedrale dei santi Giovanni e Reparata*, pp. 131-154.
- QUIRÓS CASTILLO J.A. 2002, *Santi Giovanni e Reparata (Lucca)*, in *Modi di costruire a Lucca nell'Altomedioevo*, a cura di QUIRÓS CASTILLO J.A., pp. 23-44.
- SAVINI G. (a cura di), *Magister Toscolus de Imola fonditore di campane*, Imola.
- SCOTT J.G.M. 1967, *Casting a bell for Exeter Cathedral in 1372*, cit. in GUERRA L. 1990, *Una struttura per stampi di campana a San Daniele del Friuli*, in "Aquila Nostra", LXI, pp. 297-324.
- SHEPHERD E.J. 1985, *Le fornaci da campane*, in *Architettura ad Arezzo*, Firenze, pp. 208-210.
- SMITH C.S., GNUDI M.T. 1975, *The Pyrotechnia of Vannuccio Biringuccio*, Chicago.
- SPATOLA E. 1993, *La torre civica di Pavia*, in *Milano e la Lombardia in età comunale, secc. XI-XIII*, Milano, pp. 243-248.

- THEOBALD W. 1933, *Technik des Kunsthandwerks im zehnten Jahrhundert des Theophilus Presbyter Diversarum Artium Schedula*, Berlin.
- VALLE G., PALESTRA G.W. 1995, *Scavo nell'atrio della Torre Civica (1983)*, in *Archeologia urbana a Pavia*, a cura di BLAKE H., Pavia, I, pp. 193-215.
- VANNI DESIDERI A. 1986, *Scavi nella pieve di Retina*, in "NAM", 44, pp. 21-22.
- VIDALE M., MELUCCO VACCARO A., SALVATORE M.R., MICHELI M., BALISTA C. 1992, *From Theophilus to C.S. Smith: discovery of an eleventh-century bell-casting mould from Venosa (Southern Italy)*, Material Research Society Symposium Proceedings, vol. 267, pp. 31-46.
- VILLUCCHI S. 2002, *Nuovi dati sul percorso della "Via dei Setteponti" in età antica*, in *Fortuna e declino di una società feudale valdarnense. Il Poggio della Regina*, a cura di VANNINI G., pp. 229-256.
- WARD-PERKINS B. 1975, *Scavi nella torre civica-Pavia*, in "Sibrium", XII, pp. 177-184.
- WARD-PERKINS B. 1978, *Il pozzetto per la gettata delle campane*, in *Scavi nella torre civica di Pavia*, in "Archeologia Medievale", V, pp. 77-121.
- ZIMMER G. 2001, *Römische Bildnisse aus Bronze: Kunst und Technik*, Monaco.