

CENTRO STUDI LUNENSI

---

QUADERNI

8

---

nuova serie



2004

# Indice

- 3 Casi di esproprio di aree private per uso pubblico a Luni  
e in centri romani dell'Italia settentrionale  
nel corso del I secolo d.C.  
*Grazia Facchinetti*
- 47 Sui marmi lunensi recentemente scoperti  
*Enrico Dolci*
- 79 La fusione delle campane in Lunigiana:  
il contributo dell'archeologia alla memoria di una tradizione  
*Elisabetta Neri*
- 115 La ricerca del Volto Santo  
*Elisabetta Neri, Isabella Vaj*
- 163 Itinerario di archeologia industriale nelle Alpi Apuane  
*Luciana e Tiziano Mannoni*
- 174 Bibliografia archeologica di Luni,  
della Lunigiana e del golfo della Spezia  
dalla protostoria all'età medievale  
(2001-2004)  
*a cura di G. Facchinetti, E. Neri e I. Vaj*
- 178 Abbreviazioni bibliografiche
- 179 Centro Studi Lunensi – Statuto
- 182 Comunicazione ai soci del Centro Studi Lunensi
- 183 Indice

*Elisabetta Neri*

## La fusione di campane in Lunigiana: il contributo dell'archeologia alla memoria di una tradizione\*

L'interessante rinvenimento di un atelier per la produzione di campane, occorso durante gli scavi del 1988 nell'area della cattedrale di S. Maria a Luni, ha reso necessaria una ricerca complessiva sul ciclo produttivo delle campane che permettesse di decodificare appieno il potenziale informativo dell'impianto nella prospettiva della pubblicazione del volume *Scavi di Luni III*, 2.

Le strutture qui emerse hanno infatti una notevole importanza sia per la comprensione della sequenza degli eventi che si sono succeduti nella cattedrale lunense, dal momento che erano contenute in una rara isola stratigrafica riferibile alla fase di cantiere altomedievale – perlopiù sacrificata da sterri di epoca moderna –, sia per una più ampia indagine sul ciclo produttivo delle campane, data l'antichità dell'impianto che testimonia un processo anteriore a qualsiasi codificazione scritta del fenomeno produttivo.

La fornace lunense sarà quindi qui analizzata come occasione esemplificativa delle più generali dinamiche emerse nel corso di uno studio complessivo sulla fusione delle campane<sup>1</sup>: dinamiche spesso intrise di magico ed apotropaico che, influenzando le scelte operative dei fonditori, invitano a valutare il getto anche come un evento religioso e sociale. In particolare il fenomeno produttivo verrà inquadrato nel panorama delle fornaci per campane tra alto e basso medioevo in Lunigiana, valutando le procedure di modellazione e gettata delle campane messe in luce dagli scavi con quelle riportate nella trattatistica medievale e postmedievale. Sembra infatti una questione di primaria importanza, allo stato attuale della ricerca, individuare le differenti modalità operative ed analizzare il sedimentarsi di queste in contesti diversificati, costituendo tradizioni regionali, di cui nelle prassi adottate in fonderie a tutt'oggi attive si percepisce ancora l'eco.

Riflessioni tutte che concorrono ad una miglior valutazione del

manufatto nel contesto del cantiere carolingio della cattedrale, specchio di più ampi fenomeni che rimangono ancora poco indagati.

*La fornace di S. Maria a Luni: dai resti materiali allo scenario ricostruito per il getto delle campane*

L'impianto produttivo per la fusione di campane è stato messo in luce all'interno della navata sud, in prossimità della facciata della chiesa bizantina, e risulta nella parte meridionale intaccato da una trincea ottocentesca (figg. 1, 2)<sup>2</sup>.

La posizione stratigrafica della fornace è chiara: al di sotto del reinterro dello scavo ottocentesco del Podestà è stato rintracciato un taglio funzionale ad accogliere un impianto a doppia fornace per il getto delle campane, riconosciuto come posteriore ad una sepoltura altomedievale<sup>3</sup> che taglia a sua volta il mosaico a sinusoidi vegetalizzate pertinente alla fase bizantina della cattedrale<sup>4</sup>.

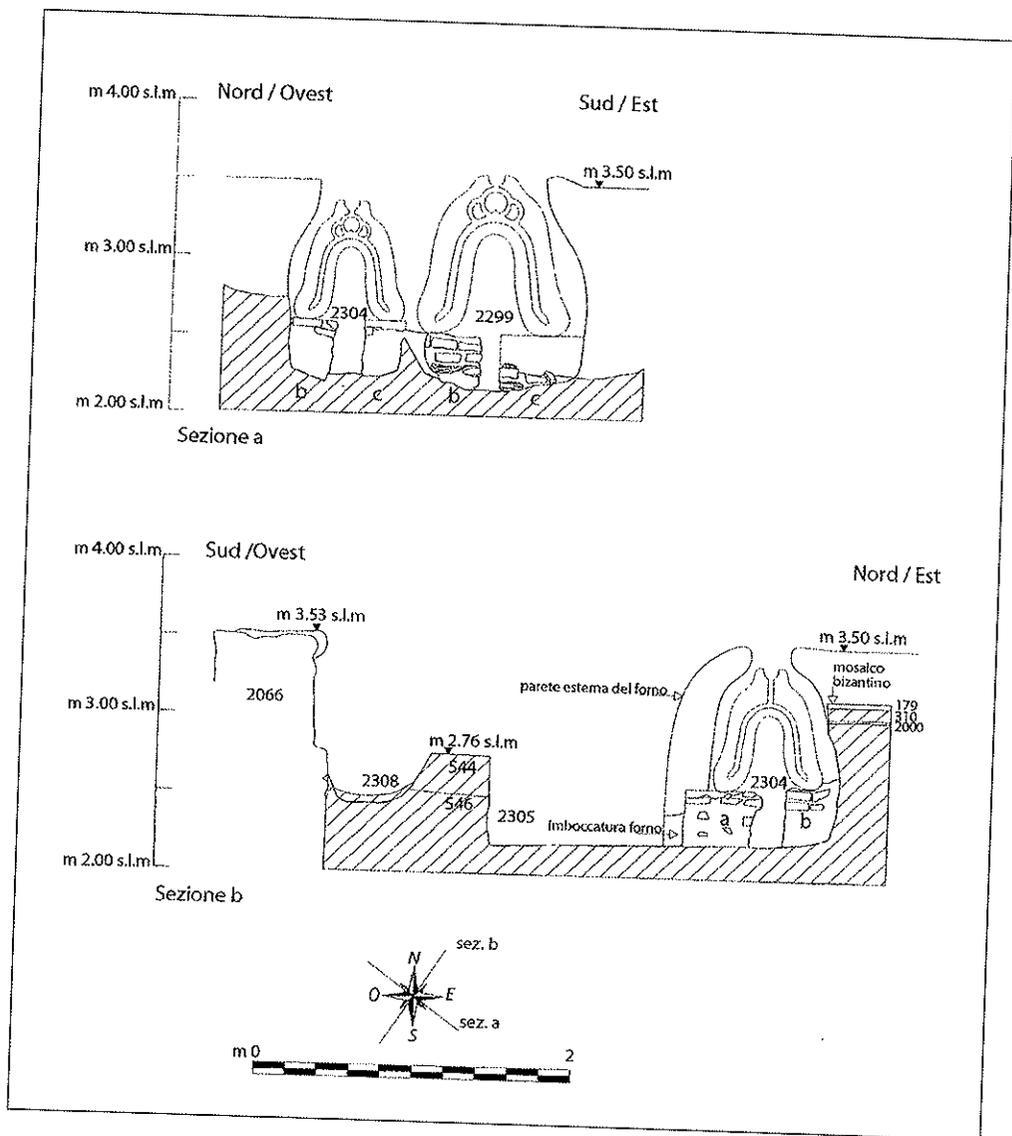
Il piano pavimentale a partire dal quale è stato costruito l'impianto è stato ipotizzato, sulla base della ricostruzione della fornace nel suo elevato, nel cantiere pertinente alla ristrutturazione, attestato ad un livello di poco più alto del mosaico bizantino<sup>5</sup>. L'assegnazione cronologica all'altomedievale della fornace, fondata



1. Luni, cattedrale di S. Maria. L'impianto per la produzione di campane a fine scavo

sulla posizione stratigrafica, è stata confermata dall'analisi al radiocarbonio dei carboni del pozzetto settentrionale e della fossa di alimentazione<sup>6</sup>.

Al di sotto del reinterro ottocentesco il taglio della fornace era riempito da due unità stratigrafiche che obliteravano le strutture dell'impianto: la più superficiale (US 536) era costituita da terreno argilloso con fustoli di carbone, grumi di malta, scorie e frammenti



2. Luni, cattedrale di S. Maria. Sezioni ricostruttive dell'impianto per la produzione di campane (da LUSUARDI SIENA c.s., elaborata)

di laterizi e di argilla concotta, esito dell'obliterazione delle strutture con il materiale di risulta delle attività produttive, in seguito alla parziale demolizione della fornace, documentata dalla sottostante US 537. Il prelievo di questi strati ha consentito di mettere in luce i resti della struttura pirotecnica: la fornace, collocata all'interno del taglio US 2306, è costituita da una fossa di alimentazione subrettangolare, collegata mediante una doppia imboccatura a due fornelli circolari adiacenti, costituiti ciascuno da uno zoccolo di argilla, laterizi e pietre scistose attraversato da un condotto cruciforme. I fornelli sono posizionati sul fondo di due fosse circolari contigue, realizzate unitariamente al taglio della fossa di alimentazione nel deposito argilloso oblitterante le strutture della *domus* tardoantica sottostante alla cattedrale; essi hanno diametri diversificati: quello settentrionale è circa di 80 cm, quello meridionale approssimativamente di 100 cm. I fornelli riportano le inequivocabili tracce dell'uso per la cottura degli stampi: i condotti sono stati rinvenuti colmi di carboni e con le pareti annerite, i piani d'appoggio presentano un cospicuo annerimento nelle zone di mancato tiraggio e la fossa di alimentazione, soprattutto in corrispondenza delle bocche, risulta annerita e con un'alta concentrazione di carboni, esito di un tiraggio lento e prolungato in questa direzione.

Anche quanto rimane delle pareti, che dovevano completarsi in una struttura voltata in semplice argilla, risulta rubefatto in maniera irregolare. Le interfacce orizzontali dei fornelli riportano inoltre due impronte anulari in negativo, con ogni probabilità causate dal peso del metallo immesso negli stampi lì posizionati durante la gettata e che quindi consentono di ricostruire i diametri approssimativi delle campane: la più piccola avrebbe dunque un diametro di 50 cm, mentre la più grande di 70 cm.

Sul pianale che separa le due camere di combustione si è poi riscontrata una terza impronta annerita, costituita da due archi di cerchio simmetrici, frutto di un'alterazione da fuoco svolta *in situ*, stratigraficamente posteriore alle due lasciate dagli stampi, e dalla presenza di carboni (fig. 3). Questa misteriosa evidenza documenta un processo svolto dopo l'estrazione degli stampi, a fusione avvenuta e che potrebbe quindi riferirsi ad operazioni di rifinitura delle due campane qui fuse o di restauro di una terza campana di cui la basilica era già dotata; non assurda sembra anche la possibilità di riconoscervi i resti di una forgia temporanea per la realizzazione del batocchio<sup>7</sup>.



3. Luni, cattedrale di S. Maria. Particolare dell'impianto produttivo per campane, la c.d. 'terza impronta'

Le evidenze meglio conservate a Luni sono comunque quelle relative alla fossa per la cottura degli stampi ed il getto del bronzo, mentre meno rilevabili, come nella maggior parte dei casi<sup>8</sup>, sono le tracce del processo di fusione del metallo.

In una prima fase di interpretazione si è tentato di individuare il forno fusorio nella cavità messa in luce nel muro del nartece (US 2066) e nello strato argilloso che ad esso si addossa (US 2309), data la presenza di scorie e di alterazioni da fuoco. Un primo riesame, per ora esclusivamente autoptico e parziale, ha permesso di riconoscere due fosse di butto, data l'eterogeneità dei materiali qui emersi<sup>9</sup>. Proprio la presenza in queste strutture di indicatori di differenti attività produttive permette, purtroppo, solo di immaginare l'esistenza di più officine temporanee, le cui tracce sono state sacrificate dagli sterri del Podestà, che dovevano offrire uno scenario non molto diverso da quello messo in luce dagli scavi di S. Vincenzo al Volturmo e di cui la fornace per campane è solo un limitato lacerto<sup>10</sup>.

Così anche della struttura per affinare il metallo ed infonderlo negli stampi tramite condotti non sono documentate evidenze, perché probabilmente essa doveva essere posizionata ad est degli stampi sul piano di cantiere carolingio, asportato dallo sterro del Podestà. Sono rimasti però nel riempimento del taglio della fornace

un blocco di materiale poroso, alterato da fusione, probabilmente riferibile alla fucina del crogiolo, scorie di bronzo e schiuma di fusione che potrebbero essere indizi dell'effettiva esistenza di un forno per l'affinamento del metallo, vicino agli stampi, ad una quota adatta alla realizzazione della gettata.

Le evidenze materiali descritte e la stratificazione superstite permettono di ricostruire, quasi nella sua interezza, il processo produttivo effettuato, esito della tradizione tecnica tramandata da Teofilo, autore del *De Diversis Artibus*<sup>11</sup>. È utile quindi, per mettere in evidenza le differenze dell'impianto di Luni dal modello teorico del trattato, riepilogare la tecnica qui codificata.

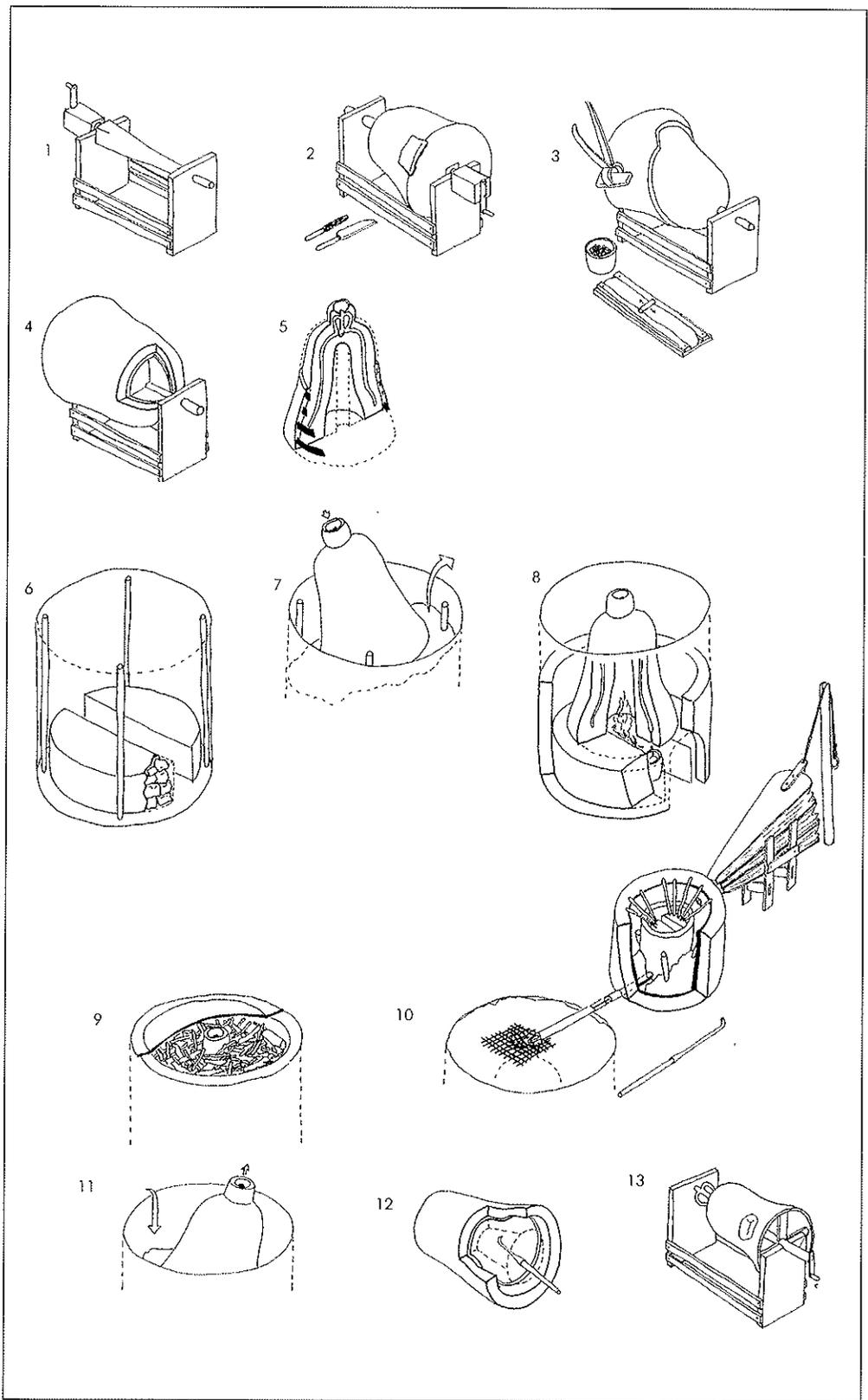
Innanzitutto sull'asse piramidale di un tornio orizzontale<sup>12</sup> (fig. 4, 1) viene realizzato il nucleo della forma sovrapponendo più strati di argilla (fig. 4, 2). Su di esso vengono poi giustapposte delle strisce di cera in modo da costituire la falsa campana (fig. 4, 3), che verrà a sua volta ricoperta di uno spesso strato d'argilla (fig. 4, 4).

In seguito, portata la forma in verticale, si provvede ad aggiungere il gancio per il batocchio e la forma della corona, oltre che a rinforzare lo stampo con cerchiature metalliche ed alleggerirlo sgrossandone il nucleo (fig. 4, 5).

Quindi si realizza la fornace in cui cuocere la forma, scavando una fossa e costruendo sul fondo uno zoccolo in muratura attraversato da un condotto, connesso a due fosse di alimentazione e tiraggio (fig. 4, 6). Si procede poi riempiendo la fossa di terra, posizionando la forma sul riempimento e togliendo la terra da sotto di essa finché la forma non si adagi sullo zoccolo (fig. 4, 7). 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 sciolga (fig. 4, 8).

Terminata dunque la costruzione della copertura si dispone legna e carbone attorno allo stampo e, dopo averli incendiati, si posiziona un coperchio, in modo da rallentare la combustione (fig. 4, 9). A cottura quasi ultimata si procede alla fusione del metallo in una apposita fornace, così da poterlo infondere nella forma, una volta smontate le pareti della fornace e costipato lo stampo con terra (fig. 4, 10). Dopo gli opportuni tempi di raffreddamento si estrae la forma dalla fossa (fig. 4, 11), si libera la campana dall'argilla dello stampo (fig. 4, 12) ed infine la si rifinisce (fig. 4, 13).

La struttura pirotecnica di Luni riflette la tradizione produttiva



4. La sequenza operativa proposta da Teofilo (disegno di G. Sosio)

teofiliana, con alcune differenze rispetto al modello descritto dalla fonte, probabilmente riconducibili a tre ordini di ragioni che non si escludono e si intrecciano: in primo luogo dalle evidenze archeologiche è individuabile uno stadio di sviluppo della tecnica ancora in una fase sperimentale rispetto a quella codificata da Teofilo; in secondo luogo sono rintracciabili delle peculiarità operative, soprattutto nella modalità di realizzazione dell'impianto, che caratterizzano il modo di fare dei maestri fonditori attivi in Toscana nell'altomedioevo; infine deve aver influito anche l'adeguamento al contesto ed alle condizioni meteorologiche.

Nella sequenza di attività ricostruita per l'impianto lunense possono essere probabili indicatori dell'impiego di una prassi operativa 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<sup>13</sup>, la cottura dell'esterno dello stampo<sup>14</sup> senza servirsi 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 cotto<sup>15</sup>.

Non è forse però superfluo chiarire 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 una quantità enorme di prove ed errori. Pertanto mi limiterei a dire che le varianti riscontrate nell'impianto lunense sono operazioni alternative meno efficaci di quelle proposte da Teofilo tre secoli dopo la fusione della campana di S. Maria a Luni.

Probabilmente riconducibile invece alle scelte operative delle maestranze è la forma della base d'appoggio dello stampo a quattro alari e di conseguenza del condotto cruciforme della camera di combustione<sup>16</sup>, nonché della realizzazione di un impianto a doppio forno, peculiarità per ora senza confronti certi in Italia<sup>17</sup>. Altrettanto riconducibile ad una variante regionale deve essere la costruzione della fornace con una sola bocca di alimentazione: caratteristica che, per l'uniformità di diffusione riscontrata in area subalpina, potrebbe essere indice di una prassi derivata da un'esperienza operativa sedimentata e peculiare di altri cicli produttivi. Sembra confermare questa ipotesi la presenza in Italia di forni da ceramica esclusivamente a tiraggio verticale con un solo imbocco, mentre in area transalpina il tipo più diffuso è quello a

tiraggio orizzontale con doppio imbocco<sup>18</sup>.

Infine dalle evidenze archeologiche lunensi emerge anche un accorgimento probabilmente dettato dalle condizioni atmosferiche: la realizzazione della copertura della fornace con una volta in concotto, non proposta da Teofilo e contraddittoria per quanto riguarda la funzionalità dell'impianto. Infatti l'alterazione con forte annerimento della fossa di alimentazione è riconducibile ad un tiraggio lento e prolungato in orizzontale, causato dalla bassa pressione in un impianto concepito per un tiraggio verticale, poiché dotato di una sola fossa di alimentazione e con una copertura probabilmente aperta sulla sommità della volta<sup>19</sup>.

Mi chiedo quindi se l'impianto non fosse stato dotato di copertura per le condizioni di bassa pressione ed il conseguente rischio di precipitazioni, dal momento che i tempi di cottura avevano una durata superiore a ventiquattro ore. Questo porterebbe ad ipotizzare che nella fase di cantiere in cui viene realizzata la campana la chiesa non era dotata del tetto.

Le differenze constatabili tra il modello codificato da Teofilo e la prassi empirica documentata dai resti lunensi, non esclusivamente imputabili al lasso temporale intercorso tra la fusione avvenuta nella cattedrale di S. Maria e la razionalizzazione teorica del processo presentata nel *De Diversis Artibus*, permettono di fare alcune considerazioni sulle modalità di trasmissione ed acquisizione delle competenze necessarie per "saper fare". Indubbiamente l'arte campanaria, 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 funzionale<sup>20</sup>. 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.

A tal proposito non è forse ovvio ricordare che, ancora oggi, la produzione delle campane è un'attività legata a poche famiglie, che gelosamente si tramandano il sapere di padre in figlio. Per ricostruire lo scenario in cui si ambienta l'attività produttiva e per indagare i canali attraverso i quali si trasmette il sapere è poi di fondamentale importanza ricordare che la fusione delle campane,

seppur associata dal XV sec. all'attività in fonderia, 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 limitati 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 lavoro di ricerca del materiale con le caratteristiche adeguate e di scelta e preparazione del luogo che avrebbe ospitato l'attività produttiva. Quindi, poiché i *magistri* operavano sempre in contesti diversi, la maestria del fonditore stava 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.

Dati i tempi molto lunghi<sup>21</sup> che l'attività richiedeva era probabile che gli artigiani alloggiassero nelle vicinanze del cantiere ed interagissero con la popolazione del luogo, reclutando artigiani specializzati in altre attività perché aiutassero i fonditori nello svolgimento delle operazioni. Con buona certezza possiamo ipotizzare che queste maestranze fossero chiamate da un committente, sia che lo si voglia riconoscere in un singolo o in un'intera comunità. A carico del committente era probabilmente l'onerosa spesa di remunerare gli artigiani e di fornire il metallo, come sembra emergere dai contratti postmedievali.

Non è ancora del tutto chiaro con che logiche i committenti chiamassero ad operare diverse maestranze; è tuttavia possibile proporre due ordini di motivazioni che si integrano: i fonditori infatti possono essere scelti sia per motivi pratici come la vicinanza geografica, la fama, il costo, ma anche perché portatori di una tradizione culturale che ben si associa all'ideologia del committente, come si tenterà di dimostrare in seguito.

È comunque indubbio che la campana, sia che la sua fusione venga promossa da un singolo o da una comunità, è realizzata per la *societas* religiosa, civile o monastica del luogo in cui è fusa. La campana è infatti emblema della comunità e quindi la comunità si identifica in essa; anche per questo è stato possibile ipotizzare che all'atto di fusione assistessero più membri della comunità, e che

questo fosse volto da una parte ad esaltare gli intenti del committente, dall'altra ad esprimere l'unità della Chiesa o della società che partecipa alle attività cui la campana invita<sup>22</sup>.

Oltre che come fenomeno con risvolti sociali, la fusione della campana deve essere valutata come un evento religioso: infatti l'ambientare l'attività produttiva all'interno o in prossimità dell'edificio a cui le campane dovevano essere destinate aveva anche un forte valore sacrale e non seguiva solo ragioni di ordine pratico. Il compiere la gettata in un'area sacra permetteva infatti di esorcizzare la presenza del diavolo che si pensava fosse nel metallo liquido<sup>23</sup>, ed allo stesso tempo di ribadire la sacralità dell'edificio stesso in cui si contestualizzava la fusione delle campane, emblema della trasformazione del male nel bene<sup>24</sup>.

### *Genesi ed affermazione di due prassi operative altomedievali nel contesto dei rinvenimenti lunigianesi*

Lo studio della fornace per campane di Luni ha permesso di confermare che il trattato di Teofilo ripropone tecniche note e praticate da secoli o quantomeno che all'interno del testo è rintracciabile il nucleo di una tradizione operativa per molto tempo tramandata oralmente e gelosamente custodita.

Inoltre un'attenta rianalisi delle fonti che codificano le azioni necessarie per realizzare una campana, correlata ad un riesame della documentazione archeologica edita, induce a riconoscere come una tecnica differente quella riportata da Biringuccio in età post-

"Teofilo"	"Biringuccio"		
falsa campana in cera	falsa campana in argilla		
modellazione fuori fossa, cottura con fornace, gettata nello stesso luogo di cottura	1	2	3
	modellazione e cottura fuori fossa, gettata in fossa	modellazione e cottura con nocciolo in mattoni nella stessa fossa di gettata	cottura a riverbero con fornacette, nella stessa fossa della gettata

tab. I. *Le tecniche note dai trattati medievali e postmedievali*

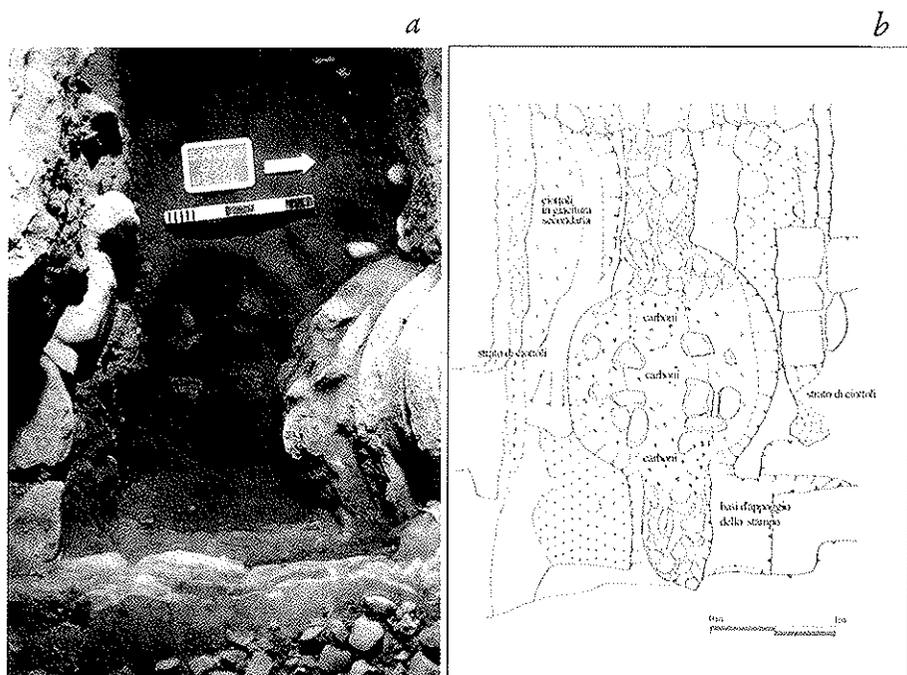
medievale nella *Pirotechnia* (XVI sec.)<sup>25</sup> e a retrodattarla all'altomedioevo.

Quindi, anche se la maggior parte degli studiosi<sup>26</sup> valuta la prassi operativa codificata in età moderna come uno stadio evolutivo successivo della stessa tecnica registrata nel XII sec. da Teofilo, i trattati sembrano in verità descrivere modalità operative differenti la cui razionalizzazione teorica è avvenuta in momenti distanti: se Teofilo infatti propone di formare uno stampo con falsa campana in cera, Biringuccio invece codifica un processo con falsa campana in argilla, che richiede modalità di cottura e strutture diverse (tab. I)<sup>27</sup>.

L'analisi dei casi lunigianesi permette di esemplificare le dinamiche emerse.

Gli scavi di S. Stefano a Filattiera<sup>28</sup> hanno riportato alla luce una fornace per campane cronologicamente precedente alla metà del X sec., che documenta la prassi operativa 'teofiliana'; un impianto produttivo di XI sec. nei cui resti si riconosce uno dei processi riportati da Biringuccio ed infine una fossa di fusione della seconda metà del XII sec., che permette anch'essa di ricostruire l'impiego della tecnica di codificazione post-medievale.

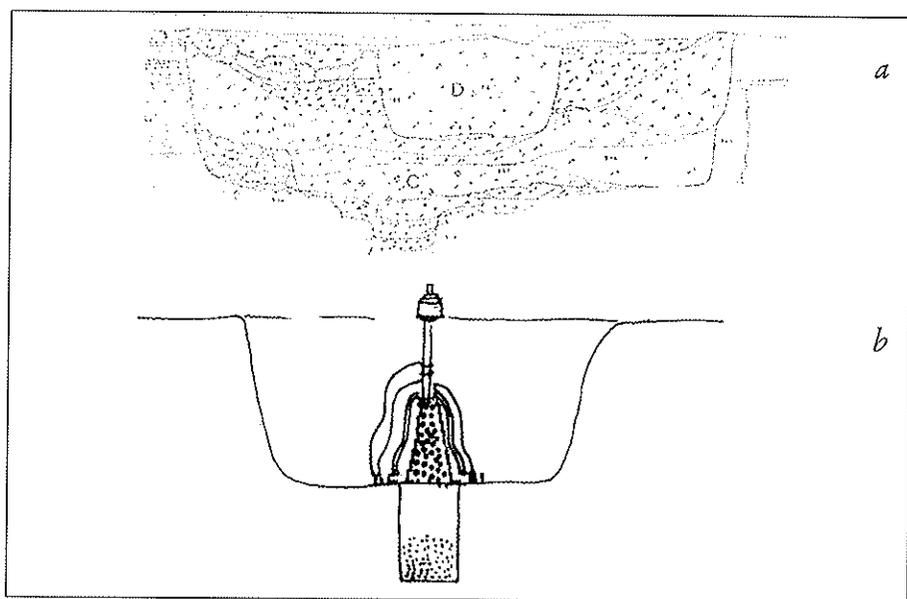
La struttura più antica è caratterizzata da una fossa circolare,



5. Le fornaci per campane altomedievali rinvenute  
a. nel monastero di S. Caprasio ad Aulla (da GIANNICHELLA 2003);  
b. a S. Stefano di Filattiera (da GIANNICHELLA, FERRARI 2001)

collegata sui lati nord e sud a due canali, dotata di quattro pilastri destinati a reggere lo stampo<sup>29</sup> e probabilmente di pareti in ciottoli, trovati in giacitura secondaria (fig. 5b).

Il deposito stratigrafico consente qui di ricostruire un processo leggermente più stabilizzato rispetto a quello pienamente sperimentale registrato a Luni e più vicino al paradigma 'teofiliano', sebbene anche nell'impianto di Filattiera la cottura sembra essere avvenuta ancora esclusivamente con il fuoco sotto lo stampo<sup>30</sup>. Accorgimenti attenti dei fonditori operanti sembrano però essere sia la probabile volontà di non dotare di copertura la fornace<sup>31</sup>, dovuta forse alle proprietà dell'argilla locale che, essendo particolarmente plastica come mostrano i frammenti rinvenuti nelle strutture più recenti, richiedeva un maggior ritiro in cotto per dare coesione allo stampo, sia la scelta della base d'appoggio dello stampo, che rende più agevole la circolazione dell'aria dall'alto verso il basso e permette una miglior distribuzione del calore minimizzando la superficie d'appoggio. A tal proposito mi sembra significativo notare come l'impianto, di recente messo in luce all'esterno della chiesa abbaziale di S. Caprasio ad Aulla (MS)<sup>32</sup> (fig. 5a), presenti invece una tipologia formale della base d'appoggio dello stampo che sembra segnalare una fase intermedia tra quella ad



6. S. Stefano di Filattiera:  
a. sezione dell'impianto produttivo di XI sec. (fossa C)  
(da GIANNICCHEDDA-FERRARI 2001);  
b. sezione illustrativa della tecnica "Biringuccio 2"

alari con setti cruciformi e quella a pilastri, probabile indicatore di un'evoluzione della tipologia a pilastri da quella a canale cruciforme<sup>33</sup>.

Con questo non si vuole assolutamente dedurre, almeno per ora, indicazioni di carattere cronologico, perché è ben noto che entrambe le tipologie, documentate nell'altomedioevo, permangono anche in epoca bassomedievale; tuttavia non è neppure superfluo notare che la fornace di Aulla viene riconosciuta come coeva o di poco posteriore alla fondazione dell'abbazia (884) e si colloca cronologicamente quindi tra quella lunense e quella più antica della pieve di S. Stefano a Filattiera.

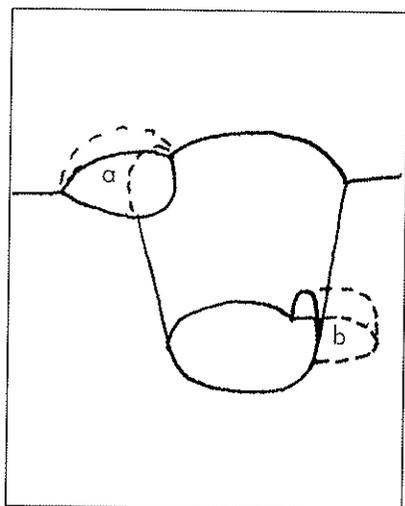
L'impianto di Filattiera, datato XI sec., permette di riconoscere l'impiego di una delle tecniche riportate da Biringuccio, che sembra essere la più efficace dal momento che viene riproposta, con poche modifiche, anche dall'*Encyclopédie* e risulta a tutt'oggi la più praticata (fig. 6).

Le dimensioni della fossa suggeriscono che in essa siano avvenute le operazioni di modellazione, probabilmente plasmando le forme intorno ad un nucleo piramidale a base circolare di mattoni, di cui, secondo quanto documentato, è rimasto adeso al fondo il primo giro, in seguito all'estrazione dello stampo dopo la gettata. La cottura poi dovrebbe essere avvenuta principalmente immettendo carboni all'interno della "piramide vacua"<sup>34</sup> ed infine la gettata compiuta infondendo il metallo dal piano di cantiere nello stampo, stipato da terra compressa<sup>35</sup>.

Per quanto riguarda la struttura più recente che taglia il riempimento della fornace appena descritta, le grandi dimensioni della fossa porterebbero a supporre una modellazione ed una cottura in fossa, anche se praticamente irrilevabili sono le alterazioni da fuoco presenti sul fondo e sulle pareti del taglio che rendono problematica l'interpretazione dell'impianto, comunque ascrivibile alla tradizione tecnica riportata da Biringuccio.

Quindi a Filattiera, probabilmente nel X sec., abbiamo testimonianza di un intervento edilizio sulle strutture paleocristiane dell'edificio, associato alla fusione di una campana con la medesima tecnica adottata già in epoca carolingia nella cattedrale di Luni e nell'abbazia di Aulla, e che anche qui rimane uno dei pochi indizi per ricostruire questa fase di cantiere.

Il confronto più vicino alla fornace lunense è però documentato nel priorato di S. Maria di Vezzano Ligure. Questo impianto è il più



7. S. Maria di Vezzano L.:  
 a destra le fornaci per campane con in centro quella di XIII sec.;  
 a sinistra la sezione illustrativa della tecnica "Biringuccio 3"  
 (a. fornacetta superiore; b. fornacetta inferiore).

antico di una sequenza di tre ritenuti pertinenti ad un unico atelier produttivo e funzionali a diverse fasi della lavorazione: la più antica alla cottura, la seconda, che taglia la precedente, alla gettata, la terza, che oblitera quest'ultima, ad operazioni di rifinitura.

L'analisi di termoluminescenza sul concotto della prima struttura e sui frammenti di stampo rinvenuti nella seconda ha restituito una datazione univoca al terzo quarto del XIII sec., perfettamente coincidente con la data iscritta sull'epigrafe che ricorda l'atto di benedizione della campana ed a cui viene verosimilmente associata la costruzione del campanile romanico-gotico. Questa interpretazione non sembra tuttavia convincente, perché propone una sequenza operativa incompatibile con il processo produttivo narrato dalle fonti e priva di riscontro<sup>36</sup>. Le tre fosse potrebbero appartenere invece a tre fasi costruttive distinte corrispondenti ai cantieri edilizi della chiesa evidenziati archeologicamente<sup>37</sup>.

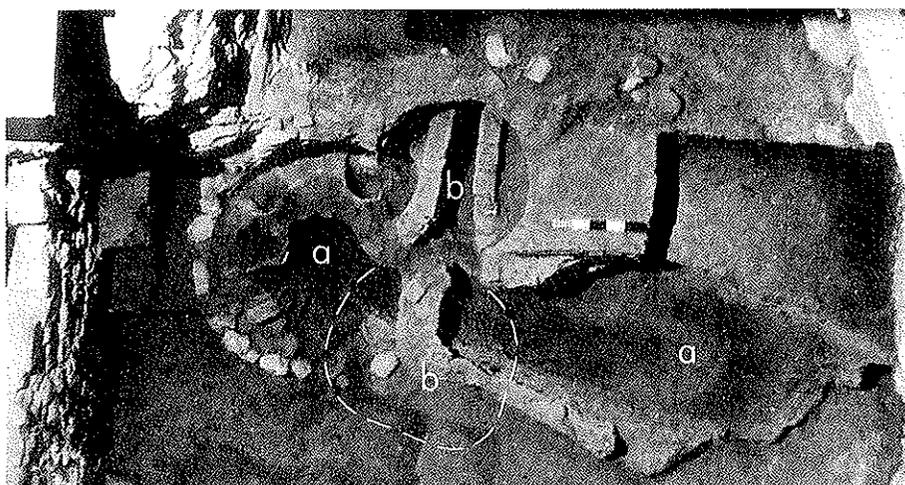
Quindi la struttura più antica sarebbe in fase con il restauro altomedievale dell'edificio e potrebbe essere datata sulla base del confronto tipologico con la fornace di S. Maria a Luni: anzi, la presenza di un condotto cruciforme e di alari del tutto analoghi a quelli lunensi suggerisce l'identità delle maestranze operanti nei due contesti culturali interessati da una significativa fase edilizia in età carolingia.

La seconda fossa sarebbe poi da correlare alla realizzazione del campanile romanico-gotico e riconducibile a uno dei processi descritti da Biringuccio, secondo cui la forma viene cotta in una

fornace a riverbero alimentata da “due fornacette l’una da basso e l’altra da capo”<sup>38</sup>. La camera di combustione superiore sarebbe da identificare nella cavità sopra descritta, mentre quella ai piedi della fornace potrebbe essere riconosciuta nel condotto cruciforme, riutilizzato quando venne riaperto il cantiere per fondere la nuova campana (fig. 7).

Dunque l’esito dell’analisi alla termoluminescenza per la fossa più antica dovrebbe essere giustificato con il riuso, come camera di combustione, della seconda fornace. L’ipotesi del riutilizzo sembra inverata dal restauro del condotto meridionale della struttura cruciforme e da un taglio non pertinente alla prima fornace.

La terza fossa, invece, per l’assenza di tracce di rubefazione, deve essere stata utilizzata per la sola gettata e potrebbe essere contestuale alla costruzione di un nuovo campanile (XVII sec.). Un’indicazione cronologica per questa attività sarebbe fornita dalla tomba-ossario in cui sono stati rinvenuti materiali variamente datati dal XV al XVII sec., tra cui delle barre metalliche riconosciute come pertinenti alle cerchiature di rinforzo dell’esterno dello stampo. Potremmo essere di fronte, come documentato anche per la coeva fornace dell’abbazia di Novalesa<sup>39</sup>, ad un ossario per la rideposizione di resti scheletrici di tombe pluristratificate, intercettate quando si praticò l’escavazione della fossa per il getto



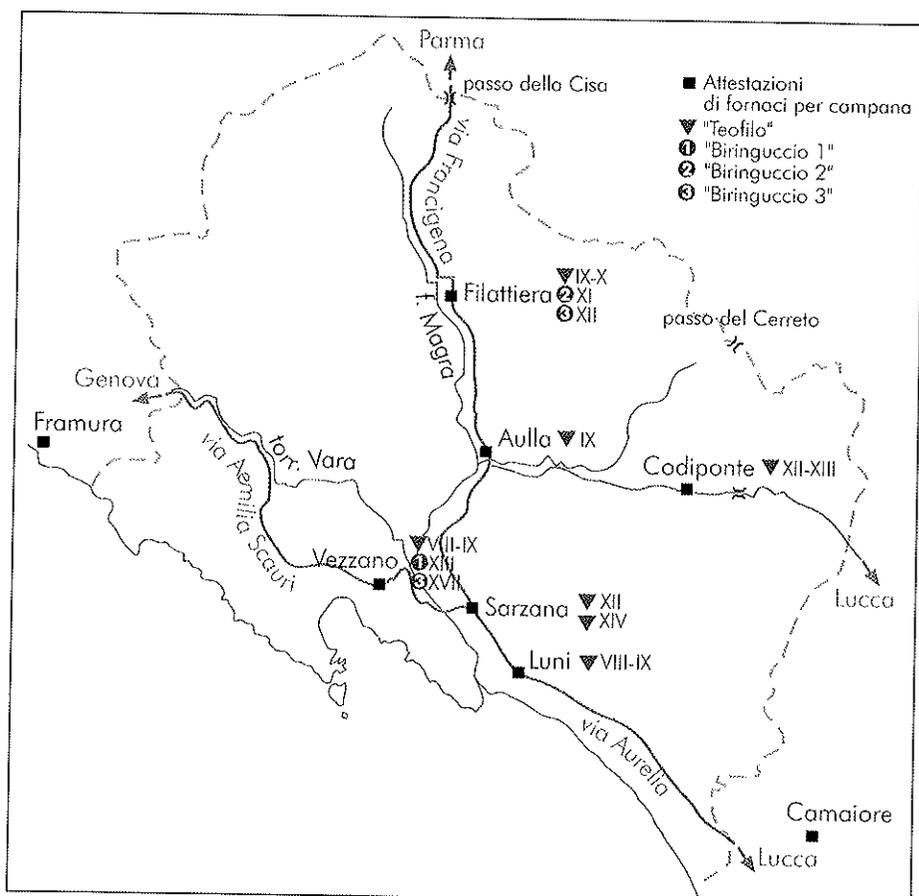
8. S. Andrea di Sarzana. Le fornaci per campane: a. l’impianto più antico; b. la struttura più recente con ricostruito a tratteggio l’ingombro approssimativo della fossa di alimentazione (da BONORA 1975, elaborata)

dell'ultima campana.

La sequenza di fosse rinvenuta a Vezzano, collocate nella stessa 'area sacra', documenta, come in molti altri casi, la ritualità dell'atto di fusione, che ribadisce il valore sacrale della riedificazione o del restauro in cui si contestualizza e forse il legame di continuità con i precedenti interventi edilizi e le rispettive fusioni<sup>40</sup>.

Anche le due fosse della chiesa di S. Andrea a Sarzana<sup>41</sup>, 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. In tal caso la fossa più piccola, di cui probabilmente è stata asportata la fossa di alimentazione, avrebbe tagliato la struttura più antica (fig. 8).

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. Questi frammenti hanno una



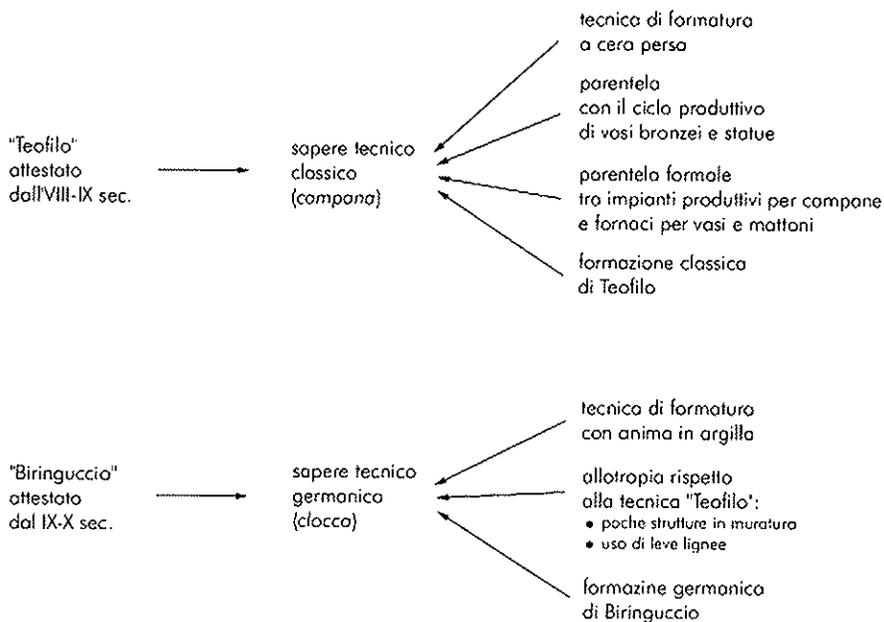
9. Gli impianti per la produzione di campane in Lunigiana

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 alla termoluminescenza<sup>42</sup>. 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 Bonora<sup>43</sup>, mentre la struttura più recente potrebbe essere ricondotta al cantiere di XIV sec.<sup>44</sup>, durante il quale la chiesa è interessata da un intervento di restauro che prevede anche il rifacimento del tetto.

I frammenti di stampo risultano preziosi indicatori per ricostruire la tecnica impiegata anche per la fornace della pieve dei SS. Cornelio e Cipriano<sup>45</sup> a Codiponte (MS), dal momento che le strutture dell'impianto sono state completamente asportate dai restauratori. I frammenti recuperati hanno un diametro di 14 cm ed un'altezza di 18 cm; l'impasto e la superficie interna sono neri e presentano tracce di bronzo, mentre quella esterna è di colore marrone. La superficie non omogenea anche della parte interna dello stampo riconduce molto probabilmente alla realizzazione di una falsa campana in cera, così come la colorazione dei frammenti, dovuta ad una cottura in ambiente riducente, rimanda a quanto prescritto da Teofilo. Inoltre il profilo interno dei frammenti, riferibili alla parte esterna dello stampo, è retto-convesso e riporta ad una tipologia formale di XII-XIII sec., non difforme da quanto proposto su basi stratigrafiche, nel limite delle possibilità, da chi ha pubblicato questo contesto.

Certamente la rapida analisi dei contesti produttivi lunigianesi permette di aprire alcune questioni di fondamentale importanza per valutare dal punto di vista storico il fenomeno produttivo. Se infatti la tecnica di Biringuccio non può essere valutata come un'evoluzione di quella teofiliana, s'innesta il problema del perché dell'esistenza di due tradizioni operative e dell'affermazione di una pratica sull'altra in contesti regionali differenti.

Allo stato attuale della ricerca sembra possibile proporre che i due trattatisti codifichino prassi operative appartenenti a tradizioni culturali differenti: l'esistenza delle due tecniche sarebbe così giustificabile osservando le radici del sapere delle maestranze che realizzano il manufatto (tab. II). In particolare mi sembra di poter riscontrare nella tecnica teofiliana una tradizione operativa classica e con meno certezza nella prassi operativa di Biringuccio elementi di un



tab. II. *Le tradizioni culturali sottese alle due tecniche altomedievali*

modo di fare di radici germaniche. La distinzione di queste aree, da cui provengono maestranze con un sapere tecnico differente, può essere suggerita da indicazioni di tipo linguistico: infatti in area mediterranea (Africa, Spagna, Italia e dalla seconda metà dell'VIII sec. anche Francia) la parola utilizzata per indicare la campana è *campana*, mentre dal IX-inizi X sec. in area germanica la parola utilizzata è *clocca*.

Per indagare quali possano essere gli elementi indicatori delle radici delle diverse tecniche occorre forse ricordare che per realizzare oggetti 'nuovi' o più probabilmente che uscivano dagli schemi tradizionali gli artigiani ricorrevano all'uso di tecniche provenienti da altri mestieri, talvolta facendosi aiutare da coloro che detenevano le competenze dell'arte<sup>46</sup>.

Il processo produttivo di Teofilo è d'altronde assimilabile alle fusioni antiche<sup>47</sup>: ripropone il metodo di fusione indiretta piena, peculiare del ciclo produttivo delle statue. Non si tratta però di un legame stringente a tal punto da 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 utilizzata<sup>48</sup>, necessaria per garantire le vibrazioni sonore.

Questo 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.

Le fornaci degli stampi sono poi, come già messo in luce altrove<sup>49</sup>, formalmente simili a quelle da ceramica e da mattoni, nonostante la diversità di temperature e condizioni atmosferiche in cui avviene la cottura: d'altronde i manufatti ceramici cocendosi devono diventare microporosi, mentre gli stampi devono mantenere l'adeguata permeabilità. 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"<sup>50</sup>, in cui le volte non hanno alcuna funzionalità, mentre nelle fornaci da ceramica sostenevano il piano forato. In alcuni contesti si può poi riscontrare un'analogia planimetrica, come ad esempio tra la fornace per campane lunense e quella a camera doppia di S. Miniato di Sotto<sup>51</sup>. Vorrei poi ribadire, come peraltro già messo in evidenza da B. Ward Perkins e T.C.F. Blagg<sup>52</sup> e sostanzialmente non smentito dai nuovi ritrovamenti, che le fornaci per campane in Italia sono perlopiù progettate per un tiraggio verticale, mentre quelle transalpine sono quasi sempre strutturate per un tiraggio orizzontale. Mi chiedo quindi se questa differenza regionale, riscontrata anche per le fornaci da ceramica romane, non possa essere un ulteriore indizio di una derivazione strutturale delle fornaci da campana da quelle da ceramica.

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 formale dalle fonti di VIII sec.<sup>53</sup>, mentre dal punto di vista produttivo, dai trattati che propongono lo stesso processo per la produzione di vasi bronzei e di campane<sup>54</sup>. 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 da questa produzione di quella delle campane.

Penso tuttavia che gli elementi proposti siano sufficienti per soppesare la matrice culturale classica della tecnica 'teofiliana'; 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'. Infatti Biringuccio propone un processo di formatura con modello in argilla, che per H. Maryon<sup>55</sup> 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: infatti egli ha svolto viaggi di istruzione in area transalpina, come se avesse avvertito che queste regioni erano depositarie di un sapere tecnico in cui egli si inseriva.

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 e che abbiano indirizzato le loro scelte in base al messaggio che volevano esprimere. Probabilmente quindi i fonditori che operavano nei cantieri non avevano una provenienza diversa dagli altri artigiani, carpentieri, vetrai, marmorari, anzi concorrevano insieme ad essi all'espressione del messaggio dell'edificio: 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. Non sembra infatti casuale che la tecnica di matrice classica si affermi proprio in epoca carolingia quando il modello romano torna in auge e viene imposto come elemento unificatore del nuovo stato universale. È noto infatti che la politica di Carlo Magno richiedeva l'adeguamento del clero alla tradizione romana sul piano liturgico, canonico, linguistico e cronologico e che quindi gli edifici sacri dovevano adeguarsi alle nuove disposizioni, tra cui appunto l'uso di disporre campane in apposite strutture.

Non sembra neppure fortuito che in Italia la tecnica di Biringuccio si affermi durante l'età ottoniana e con i Salii che, pur mantenendo le strutture del Sacro Romano Impero, si presentano come eredi di una tradizione culturale germanica. Questa tecnica non si impone, o si afferma più lentamente, laddove la tradizione classica era diventata endemica, perché sedimentata da secoli, come ad esempio in Toscana, dove si riscontra una netta prevalenza della tecnica 'teofiliana' anche nel basso medioevo.

*La fusione di campane nel cantiere carolingio  
della cattedrale di Luni: il significato di una scelta*

L'arco cronologico entro il quale si può collocare la fornace della cattedrale di Luni è circoscritto dalle analisi archeometriche tra la prima età carolingia e la prima età ottoniana. In questo lasso di tempo sono noti due interventi edilizi sulla cattedrale: attribuiti il più antico genericamente all'età carolingia ed il secondo a una committenza vescovile di X sec.

Il rifacimento di età carolingia della basilica di Santa Maria si inserisce nell'ampio progetto politico di *renovatio* volto ad uniformare l'impero tramite la diffusione del modello romano. In questo cantiere potrebbero quindi essere stati realizzati la cripta semianulare<sup>56</sup>, e forse il campanile<sup>57</sup>, raccordato alla chiesa tramite un atrio: soluzioni architettoniche entrambe mutate dalla basilica vaticana.

Nella prima età carolingia Luni doveva probabilmente aver assunto un ruolo politico ed economico di rilievo, anche se amministrativamente sottomessa a Lucca, *caput Tusciae* dall'età liutprandea<sup>58</sup>. Luni infatti, forse proprio secondo un preciso disegno dei Carolingi, deve essere stata rivitalizzata come approdo marittimo. La struttura portuale viene dotata di una flotta per espressa volontà imperiale tramite Hunfrido, prefetto dell'Istria<sup>59</sup>, la gestione della flotta è affidata al duca di Lucca con lo scopo di difendere le coste. La città di Luni sembra inoltre aver svolto un ruolo fondamentale nelle ricche ambascerie degli abbassidi e del patriarca di Gerusalemme destinate a Carlo: l'itinerario delle *legationes* prevedeva infatti il passaggio dalla Corsica, pertinenza della Tuscia, e l'approdo sulla costa ligure-toscana, dove venivano appositamente preposti funzionari imperiali ad accogliere bottini e ambasciatori. Luni quindi, città portuale all'ingresso del Sacro Romano Impero doveva essere stata repentinamente restaurata con un linguaggio architettonico che fosse in grado di rappresentare visivamente l'orientamento politico dell'imperatore.

La città deve aver inoltre mantenuto il tradizionale legame con il papato, forse anche perché rientra nelle terre promesse dall'imperatore al papa al momento della conquista franca e che Adriano I rinuncerà ad ottenere solo dopo il congresso del 787<sup>60</sup>.

In età ottoniana invece Luni viene valorizzata, perché diventa un territorio giuridicamente ed amministrativamente dipendente dagli

imperatori<sup>61</sup>. È noto dalle fonti che il vescovo Adalberto (961-?) ampliò e decorò la cattedrale<sup>62</sup>; intervento che potrebbe forse corrispondere alla ricostruzione dell'area absidale.

Per stabilire se la fornace per campane è da contestualizzare nella fase di cantiere carolingio o in quella ottoniana sarebbe necessario essere a conoscenza della natura delle maestranze operanti e delle modalità di realizzazione degli interventi noti nelle due diverse epoche. Sembra però palese che la ricostruzione carolingia ripropone un atteggiamento di *imitatio urbis Romae*, forse estraneo al meno noto intervento ottoniano, data la diversa posizione politica della committenza.

La fusione di campane secondo una tecnica di derivazione classica sembrerebbe quindi meglio inquadrabile nel cantiere carolingio. L'impiego della prassi della 'falsa campana in cera' potrebbe anzi essere la conferma di come l'*imitatio urbis Romae* non implichi solo l'impiego di modelli architettonico-artistici 'classici', ma anche la trasmissione e l'uso delle tecniche per realizzarli. In questo senso lo scenario fornito dai dati archeologici per Luni è ugualmente prospettato dalle fonti scritte per Lucca.

Per Lucca infatti siamo informati da un passionario del XII sec.<sup>63</sup> che il primo vescovo dopo la caduta dei Longobardi, Giovanni I (780-801), fece costruire nella cattedrale di S. Martino una *confessionem similem beati Petri apostoli Romae*, oltre che un ciborio ed un recinto presbiteriale.

Le due città adeguano quindi le loro sedi episcopali alle nuove disposizioni imperiali, inserendosi in un ampio progetto di *renovatio* che implica l'imitazione dei manufatti 'classici' e delle tecniche per realizzarli.

Questo atteggiamento a Lucca si riscontra nell'iniziativa del vescovo Giovanni o del suo successore di commissionare a chierici di passaggio la trascrizione delle *Compositiones ad tingenda musiva*, un trattato sulla modalità di preparazione dei colori e di varie sostanze metalliche, derivato da un archetipo greco di V sec. non conservatosi<sup>64</sup>. Tale trascrizione, stando al parere degli studiosi che se ne sono occupati<sup>65</sup>, deve essere stata realizzata con finalità pratica, e, forse a giudicare dalla corruzione dei termini tecnici, anche attraverso la relazione con officine laiche<sup>66</sup>. Il testo rimanda a Roma sia dal punto di vista contenutistico che paleografico, ed è quindi indice di un organico programma di *renovatio* che si attua su diversi livelli, tra cui anche la ripresa artigianale delle tecniche

‘classiche’.

A tal proposito sembra significativo notare la probabile identità di maestranze operative<sup>67</sup> nella realizzazione degli impianti produttivi per campane della cattedrale di Luni e della pieve di Vezzano Ligure: i due edifici di culto della stessa diocesi attestano come nello stesso periodo le stesse idee, forse legate a disposizioni imperiali, venivano espresse con gli stessi mezzi.

L'unica attestazione invece per ora nota in età ottoniana nel territorio di Luni è l'impianto di XI sec. di Filattiera, che documenta un modo di fare germanico, forse erede dell'ampia ingerenza che l'imperatore operava in Lunigiana e sulla via Francigena in quel periodo storico.

Verrebbe quindi da concludere che la fornace per campane di Luni è inserita in un intervento di rinnovamento della cattedrale lunense, con buona probabilità da collocarsi nella prima età carolingia, sulla base sia del contesto storico sia dell'indirizzo delle scelte della committenza evincibili dai pochi manufatti conservati. L'impianto produttivo per campane di Luni mostra quindi come la reinterpretazione dell'antico, fenomeno peculiare dell'età carolingia, passi anche attraverso la ripresa di tecniche classiche ancora note e tramandate senza soluzione di continuità, oltre che arricchite da contatti con altre tradizioni culturali.

Il confluire di saperi appartenenti a vari cicli produttivi per realizzare un manufatto, che le nuove disposizioni conciliari rendono necessario, sembra, infatti, chiaramente prospettico di quella ordinata eredità dell'antico che, usando le parole di J. Le Goff, diventa “giustapposizione di testo senza contesto, di parole senza discorso, di gesti senza azione”<sup>68</sup> e, per quanto visibile dal processo esaminato, crea un nuovo contesto, un nuovo discorso, una nuova azione: ovvero un nuovo oggetto.

#### NOTE

\* Il contributo qui presentato sviluppa alcune riflessioni svolte in E. NERI, *Le campane nel Medioevo: il processo produttivo tra fonti scritte ed evidenze archeologiche*, tesi di laurea in Archeologia Medievale presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano, a.a. 2002/2003, relatore prof.ssa Silvia Lusuardi Siena. Alla mia *magistra* va riconosciuto il merito di avermi instillato le curiosità sull'argomento e di avermi iniziato agli strumenti metodologici per affrontare il lavoro, oltre a quello di aver condiviso la gioia dei risultati. Mi piace ringraziarla in questa sede, perché penso che Luni sia stato uno dei luoghi in cui Silvia Lusuardi Siena ha affermato le passioni che oggi continua a comunicare.

1 NERI 2002/2003.

2 È noto che, prima che iniziassero nel 1976 le indagini stratigrafiche all'interno della basilica, Parea

subì diversi interventi a partire dal Settecento con il Benettini e soprattutto alla fine dell'Ottocento con il Podestà. Naturalmente queste ricerche hanno inevitabilmente danneggiato la storia sigillata negli strati post-classici del sito. La trincea, che intacca parte della fornace, è lungo il perimetrale sud della chiesa e lo asporta interamente. La presenza di attività relative alla produzione di metallo in questa area era già stata segnalata dal rinvenimento di scorie in strati superficiali, occorso nel 1983, mentre si procedeva allo svuotamento con la ruspa delle trincee moderne reinterrate con la stessa terra da esse asportata.

- 3 La tomba US 2209 è disturbata da strutture bassomedievali ed è quasi interamente asportata dall'impianto produttivo. Fabrizio Geltrudini (GELTRUDINI-RIGHETTO c.s.) ha però posto in relazione questa sepoltura ad un'altra posta in posizione speculare nella navata sinistra, sigillata dai livelli di cantiere carolingio.
- 4 LUSUARDI SIENA 1986.
- 5 Tramite le impronte lasciate dagli stampi sui fornelli (cfr. *infra*) è stato calcolato l'ingombro dei manufatti, considerando il rapporto diametro-altezza con una proporzione di 1:1,1 ricostruito dalla campana carolingia di Canino (VT) (Musei Vaticani, Pio Cristiano). In tal modo il piano di cantiere viene ricostruito ad una quota superiore di circa 20 cm rispetto al pavimento bizantino (LUSUARDI SIENA c.s.).
- 6 Le analisi dei carboni della fossa di alimentazione hanno riportato una datazione all' $867 \pm 120$ , mentre quelli del pozzetto settentrionale sono state datate all' $827 \pm 115$ . Siccome l'attività svolta nei due punti cui sono stati effettuati i prelievi è contestuale, l'intervallo temporale più probabile (787-942) in cui si deve essere realizzata l'attività produttiva va dalla prima età carolingia alla prima età ottoniana. Assolutamente incompatibile al contesto, dato l'abbandono della cattedrale a partire dal XIII sec., è invece la datazione fornita dall'analisi dei carboni del pozzetto meridionale ( $1418 \pm 110$ ), che ha indotto a supporre un inquinamento del campione a causa di interventi successivi oppure un'infiltrazione dovuta alle acque meteoriche (LUSUARDI SIENA c.s.).
- 7 È stata altrove proposta l'ipotesi di riconoscere nell'alterazione un'unica impronta anulare da ricondurre alla realizzazione di una terza campana, di 30 cm di diametro, a cui sarebbe peraltro consono l'unico frammento di stampo rinvenuto (LUSUARDI SIENA-NERI 2003, LUSUARDI SIENA c.s.). Rimane tuttavia difficile ricostruire dalla sola impronta l'intero ciclo produttivo della campana, tanto più che non sembra per ora possibile dire quale azione, tra quelle note dall'analisi etnoarcheologica e dalla trattatistica specifica, possa aver prodotto questa misteriosa evidenza. Suggestiva rimane l'ipotesi che si tratti di una terza campana, perché è attestato da Amalario (*Amalarii Epistula ad Hilcuinum abatem*, in HANSENS 1948-50, vol. I, p. 344) che in anni di poco precedenti la basilica di S. Pietro in Vaticano fu dotata di tre campane, posizionate in un campanile, da Stefano II (752-757) e che molte cattedrali seguirono l'esempio di Roma, già prima che il concilio di Aquisgrana (814) regolarizzasse l'uso delle campane stabilendo che le chiese diocesane dovevano dotarsi di sei campane (MGH, *Legum sectio II, Capitularia regum Francorum*, I). Siccome l'intervallo più noto della musica carolingia era V-VIII-XII e poiché per la campana con il diametro di 70 cm, in base alla legge di Chladni, è possibile supporre l'emissione della nota Do, mentre per quella con il diametro di 50 cm la nota Sol, è probabile che una terza campana più piccola avesse un diametro di 30 cm ed emettesse la nota Sol di un'ottava superiore all'ultima.
- 8 Solo però un'analisi comparata dei resti qui emersi con i materiali rinvenuti nel riempimento della fornace consentirà di stabilire quali residui di produzione sono estranei e quali sono pertinenti a questa attività.
- 9 Le strutture fuori fossa, tra cui anche quella del forno fusorio, sono con difficoltà individuabili, perché vengono demolite ed asportate per limitare l'accrescimento del livello pavimentale. Una preziosa eccezione a questa prassi è documentata dalla fossa di fusione di Alba del XVI sec. che conserva ancora intatto il forno fusorio ed il condotto di immissione del metallo (MICHELETTO 1984, MICHELETTO 1999).
- 10 Per i contesti produttivi di S. Vincenzo al Volturno MARAZZI-FRANCIS 1996, FRANCIS-MORAN 1997.
- 11 Il *De Diversis Artibus* (THEOBALD 1933, DODWELL 1961) è un trattato tecnico-artistico riferibile, secondo le posizioni più recenti, al XII sec. (TOSATTI 2000). Il monaco Teofilo ha qui organizzato, alla luce della sua esperienza, una materia da secoli tramandata oralmente, esplicitando la finalità empirica che, pur non essendo applicabile alla lettera, rende il testo potenzialmente utile alle conoscenze tecnico artistiche medievali.  
Per una correlazione tra quanto riporta il *De Campanis Fundendis* ed il deposito stratigrafico lunense si rimanda a LUSUARDI SIENA-NERI 2003.
- 12 È interessante notare come ancora oggi nella fonderia Picasso di Avegno si continui a servirsi di un tornio orizzontale, sebbene sia stato altrove univocamente prescelto l'uso del tornio verticale,

- perché più funzionale a modellare stampi di grosse dimensioni. Mi chiedo se la persistenza di questa prassi non sia retaggio di un particolare radicamento della tecnica 'teofiliana' in quest'area.
- 13 Teofilo propone di costruire muretti a secco, ricoperti di argilla allo scopo di aumentare il potere coibente e di evitare la dispersione del calore, oltre che di assicurare, restringendo gli spazi, una cottura in ambiente riducente. Negli impianti di età carolingia, come ad esempio a Gloucester (HEIGHWAY 1978, BAYLEY-BRYANT-HEIGHWAY 1993) ed in quello altomedievale di Pieve di Retina (SHEPHERD 1985), tuttavia, non sono stati documentati resti di pareti laterali della fornace, che sembrano essere, invece, già presenti nella fossa più antica di Filattiera e che sono perlopiù documentate nei casi posteriori al X sec. 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 struttura da fornaci utilizzate per altri oggetti. Bisogna però considerare che questo accorgimento, che migliora il processo, viene impiegato solo quando è ritenuto utile o indispensabile per contrastare le condizioni climatiche, come le correnti dei venti, o la consistenza della terra umida o poco argillosa.
  - 14 Un'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. La cottura infatti avviene molto lentamente distribuendo il calore in maniera omogenea solo per conduzione e non anche tramite i moti convettivi dell'aria che accrescerebbero il "ritiro in cotto" della forma. Il mantenimento della permeabilità dello stampo è importantissimo per la riuscita del processo: infatti se la forma non avesse adeguata porosità vetrificherebbe a contatto con il metallo liquido, causando bollosità 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. Che la cottura c.d. alla "carbonera" sia la modalità ottimale per queste esigenze sembra provato dal fatto che sia Biringuccio che i campanari moderni lo propongono 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.
  - 15 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.
  - 16 La base d'appoggio dello stampo con setti cruciformi trova confronti puntuali negli impianti altomedievale e romanico di Pieve di Retina (AR) (SHEPHERD 1985, VANNI DESIDERI 1986) e soprattutto in quello più antico di S. Maria a Vezzano Ligure (SP) (FRONDONI 1996, FRONDONI 2000, GELTRUDINI 2000b, LUSUARDI SIENA-NERI 2003, *infra*). Una fornace per campane con base d'appoggio a quattro alari con setti cruciformi è documentata nella chiesa messa in luce dagli scavi a Castelnuovo di Sotto (RE) (CERCHI 1998, pp. 133-143). Questa è la struttura intermedia di una sequenza di tre fosse – di cui vengono riconosciute solo due – databili solo approssimativamente tra ante fine XI e fine XIII. La regolarità degli alari e la maturità del processo, per quanto documentato, mi permettono di accettare una datazione alla piena età romanica.
  - 17 L'unico confronto proponibile è quello con due strutture cruciformi posizionate davanti alla facciata della cattedrale carolingia di St. André d'Avranches (Bretagna), considerate anteriori al rifacimento romanico. Sfortunatamente l'indagine archeologica non rigorosamente stratigrafica attuata in questo contesto e la sola marginale menzione di queste evidenze non permette di proporre una sicura relazione crono-tipologica con la fornace di Luni (LEVALET 1982, p. 125, p. 136). Non è forse da escludere il riconoscimento di una struttura a doppio forno nel pozzo A messo in luce nella chiesa di Castelnuovo di Sotto (CERCHI 1998, pp. 138-139). L'assenza però di documentazione fotografica e la descrizione cursoria dell'impianto non consentono una sicura associazione con l'impianto lunense a camera doppia. La struttura di Castelnuovo sarebbe da inquadrarsi forse nella prima fase di vita dell'edificio, non ben identificata se non come precedente alla fine dell'XI.
  - 18 WARD PERKINS 1978, BLAGG 1978, CUOMO DI CAPRIO 1985, PEACOCK 1990.
  - 19 Le tracce di fumigazione e rubeificazione 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.
- 20 LEROI-GOURHAN 1993, pp. 28-54; MANNONI 1994, pp. 56-63; AMOURETTI-COMET 1995; LA SALVIA 1997.
- 21 Ancora oggi, secondo quanto riferitomi dalla dott.ssa Laura Capanni della fonderia Capanni di Castelnuovo ne' Monti, la realizzazione di una campana di medie dimensioni richiede almeno un mese di lavoro. Inoltre bisogna considerare che in epoca medievale il processo non si serviva di mezzi meccanici e che gli impianti dovevano essere ricostruiti ogni volta. Tempi altrettanto lunghi erano poi quelli della faticosa ricerca del materiale adeguato.
- 22 Spesso le fornaci teofiliane sono collocate al centro della navata, come per la più antica delle due fosse di S. Vincenzo a Galliano (CO) (BROGIOLO 1991), o come entrambe le fornaci di S. Andrea di Sarzana (SP) (BONORA 1975), o ancora come le tre fosse posizionate sull'asse centrale della cattedrale dei SS. Giovanni e Reparata a Lucca (QUIRÓS CASTILLO 1998, QUIRÓS CASTILLO 2000) ed in molti altri casi. Tale posizione, centrale e simmetrica rispetto alla chiesa, fa pensare ad una scelta rituale e simbolica attribuita all'operazione tecnica, che poteva anche svolgersi dinanzi ad un pubblico non costituito dai soli artigiani e committenti. Si ha notizia che fino alla metà del secolo scorso molti membri 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 della comunità a cui appartenevano. Una situazione simile è ricostruita anche da L. Dallai per la fusione avvenuta nell'abbazia del monte Amiata durante il cantiere di Winizo (CAMBI-DALLAI 2000, p. 204). Il getto della campana si sarebbe realizzato secondo la suggestione proposta dall'autrice, in occasione della benedizione del nuovo complesso, avvenuta alla presenza del patriarca Poppo di Aquileia, di vescovi e di cardinali nell'anno 1035, come documentato dal codice diplomatico amiatino.
- 23 Il più antico rituale di benedizione delle campane è un *exorcismus ad consecrandum signum basilicae* in uso presso la chiesa spagnola prima della conquista musulmana, tramandato dal *Liber Ordinum*. Qui è descritto il rito della benedizione delle campane per liberarle dallo spirito maligno, contenuto nel metallo di cui erano formate, in modo tale che potessero aprire le porte della casa di Dio per l'adunanza e la preghiera dei fedeli (BATTISTI 1930).
- 24 Il getto 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, garantisce la protezione dell'edificio e del territorio dai demoni. Forse anche per questo gli impianti sono spesso posizionati vicino alla facciata come la fornace più recente di Galliano (BROGIOLO 1991), e la sequenza delle fornaci a Lu (AL) (DEMEGLIO 2004). A tal proposito vorrei notare come la fornace carolingia di Vezzano Ligure si inserisca in un restauro significativo dell'edificio e dell'area esterna ad esso, ribadito da un atto di fondazione. In questa fase infatti il piano pavimentale interno in cocciopesto è consacrato da un rito di fondazione (FRONDONI 2000) di cui rimangono tracce in un vasetto sigillato da esso, e l'area del sagrato, anch'essa riorganizzata, sancisce la sua sacralità probabilmente proprio tramite la fusione della campana. Un altro caso interessante, a questo proposito, è la fornace del X sec. di Winchester. Questa è tagliata dal perimetrale sud della chiesa dell'Old Minster, come se il getto della campana fosse un vero e proprio atto di fondazione dell'edificio di culto (BIDDLE 1966, pl. LXV; DAVIES-OVEDEN 1990, pp. 100-102).
- 25 Biringuccio è un metallurgista senese vissuto tra XV e XVI sec. Nella *Pivotechmia* egli codifica tecniche e varianti che i numerosi viaggi di esilio e di formazione, soprattutto in area germanica, gli hanno permesso di conoscere (CARUGO 1977).
- 26 NICOURT 1971; BLAGG 1974, BLAGG 1978, DONATI 1981; GUERRA 1990; QUIRÓS CASTILLO 1998; CAMBI-DALLAI 2000; GELTRUDINI 2000b.
- 27 Nella *Pivotechmia* sono riportate 3 "modi di fare le campa" differenti riconducibili però ad un'unica matrice tecnica, caratterizzata dalla realizzazione di uno stampo con falsa campana in argilla (per una lettura critica di Biringuccio cfr. NERI 2002/2003):
- modellazione fuori fossa su tornio orizzontale, cottura fuori fossa lenta per conduzione mediante carboni posizionati all'interno del maschio (parte interna dello stampo), gettata in fossa;
  - modellazione in fossa con tornio verticale intorno ad un cono in mattoni, cottura contemporanea alla modellazione immettendo carboni nel "nocciolo" in mattoni, gettata nella stessa fossa in cui avviene la modellazione e la cottura;
  - modellazione in fossa con tornio verticale, cottura a riverbero mediante due "fornacette" una ai piedi e una alla bocca della fossa, gettata nella stessa fossa in cui avviene la modellazione e la cottura.

La tecnica 'biringucciana' per prima esposta nella *Pirotechnia* è attestata nel IX-X sec. a S. Giulia di Brescia (MANNONI-CUCCHIARA-RABBI 1992) e nel XII sec. nella fossa più recente rinvenuta a S. Stefano di Filattiera (GIANNICCHEDDA-FERRARI 2001, p. 408). È possibile poi notare come anche la seconda tecnica riportata da Biringuccio sia forse già attestata nel IX-X sec. nella chiesa di S. Martino a Lonato (BS) (BROGIOLO ET AL. 2002). Questa prassi è con sicurezza documentata dall'XI sec.: è stata infatti riconosciuta la sua pratica nelle evidenze archeologiche datate all'XI sec. della fossa in prossimità della facciata a S. Vincenzo a Galliano (BROGIOLO 1991, p. 137; per la datazione di questo impianto all'XI, cfr. NERI 2002/2003, p. 275) e di quella pertinente alla prima fase di cantiere della chiesa romanica a S. Stefano di Filattiera (GIANNICCHEDDA-FERRARI 2001, pp. 406-407). L'utilizzo di questo modo di fare le campane è ben documentato anche nella prima metà del XII sec. nella chiesa di S. Daniele in Castello a S. Daniele del Friuli (UD) (GUERRA 1990, pp. 298-302), ed in quella di S. Maria in *fontibus* ad Albenga (IM) (GANDOLFI 1994, pp. 87-104). Invece il metodo che prevede la cottura dello stampo a riverbero con "fornacette" è documentato finora solo a partire dalla seconda metà del XIII sec. a S. Maria di Vezzano Ligure (GELTRUDINI 2000b, cfr. *infra*).

- 28 GIANNICCHEDDA-FERRARI 2001.
- 29 La stessa tipologia di base d'appoggio per lo stampo a pilastri è documentata nell'impianto rinvenuto nel battistero di Ventimiglia (IM), datato XI sec. in base alla termoluminescenza dei frammenti di stampo (FUSCONI ET AL. 2001, pp. 793-844).
- 30 La presenza di carboni solo nell'area circoscritta dai pilastri e prossima alle bocche di tiraggio rinvia al procedimento di cottura dell'esterno della forma, solo mediante un fuoco sottostante ad essa.
- 31 L'assenza della copertura della fornace emerge dall'arrossamento delle pareti, indice di una cottura avvenuta con un buon tiraggio in ambiente ossidante.
- 32 GIANNICCHEDDA-LANZA-RATTI 2003.
- 33 La fornace è costituita da una fossa circolare con condotto di combustione cruciforme, delimitato da quattro spicchi triangolari legati alle pareti e costituiti da una pietra posta di taglio al vertice del triangolo connessa ad una posta di piatto (GIANNICCHEDDA-LANZA-RATTI 2003, p. 102).
- 34 "Piramide vacua" è l'espressione con cui Biringuccio definisce il nucleo conico in mattoni intorno al quale si modella lo stampo (*Pirotechnia*, VI, 190).
- 35 Non mi sembra verisimile l'ipotesi che la vetrificazione dell'interfaccia superiore del muro emergente sul fondo della fossa possa essere riferibile ad attività di fusione del metallo, dal momento che necessariamente la gettata doveva avvenire dall'alto ed il crogiolo doveva quindi essere posizionato sul piano di cantiere. Mi chiedo se questa alterazione non possa essere dovuta alla realizzazione del batocchio.
- 36 Per una puntuale argomentazione dell'interpretazione qui riproposta si rimanda a LUSUARDI SIENA-NERI 2003.
- 37 FRONDONI 1996; FRONDONI 2000.
- 38 *Pirotechnia*, VI, 10. Ho riscontrato come questa tecnica sia a tutt'oggi in uso presso la fonderia Capanni a Castelnuovo ne' Monti per cuocere gli stampi di piccole dimensioni.
- 39 CANTINO WATAGHIN 2004; GELTRUDINI 2000a, pp. 185-204.
- 40 Numerosi sono i contesti in cui si riscontra questa dinamica. Spesso più fosse di epoche diverse si sovrappongono collocandosi l'una sopra l'altra, come le fosse C e D a S. Stefano di Filattiera e come le fosse, probabilmente altomedievali, e le basi per la modellazione degli stampi tardomedievali rinvenute a St. André d'Avranches (Bretagna) (LEVALET 1982). È altrettanto frequente che le strutture produttive di epoche diverse siano l'una incastrata nell'altra, come nel caso di S. Pietro a Quinto (Canton Ticino) (DONATI 1981), in quello delle fornaci normanne dell'Old Minster di Winchester (DAVIES-OVEDEN 1990) o ancora a S. Lorenzo a Cerreto (QUIRÓS CASTILLO et al. 1996) e a S. Maria a Monte (PI).
- 41 BONORA 1975, BONATTI-RATTI 1991
- 42 I frammenti rinvenuti nel riempimento dell'impianto posizionato all'interno della torre civica sono datati alla termoluminescenza  $1315 \pm 40$  (WARD PERKINS 1978).
- 43 BONORA 1975.
- 44 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.
- 45 GARDINI 1977.

- 46 MANNONI 1994, pp. 276-278; pp. 258-265.
- 47 FORMIGLI 1993; MIAZZO 1999; ZIMMER 2001.
- 48 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.
- 49 LUSUARDI SIENA-NERI 2003.
- 50 Fornaci per campane con "corridoi a setti voltati" sono state messe in luce a S. Vincenzo al Volturmo (IS) (FRANCIS-MORAN 1997, p. 375), a Venosa (FG) (VIDALE ET AL. 1992, pp. 31-46), a Pieve di Gropina (AR) (VILLUCCHI 2002, pp. 232-233).
- 51 VILLUCCHI 2002, pp. 242-243.
- 52 WARD PERKINS 1978, p. 111; BLAGG 1978, pp. 425-426.
- 53 Ad esempio Amalarii *Liber officialis*, IV, 21, 7, *Opera*, II, 470.
- 54 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.
- 55 MARYON 1961-1965, pp. 486-487.
- 56 MANCUSO 1996.
- 57 LUSUARDI SIENA c.s.
- 58 NERI-VAJ in questo stesso volume, con bibliografia di riferimento.
- 59 La fonte che narra l'episodio è la *Traslatio sanguinis Domini* (MGH SS, IV), che racconta l'arrivo al porto di Luni di reliquie orientali destinate a Carlo e che l'imperatore donerà all'abbazia di Reichenau.
- 60 BERTOLINI 2000.
- 61 I diplomi di Berengario del 900, di Ottone I del 963 e di Ottone III del 981 documentano la diretta dipendenza della diocesi di Luni dall'imperatore, senza alcuna ingerenza dell'autorità locale.
- 62 SILVA 1992.
- 63 Cod. Vat. Lat. 6453, cit. in SILVA 1989, p. 1.
- 64 BETTELLI BERGAMASCHI 1994, pp. 272-274.
- 65 Schiapparelli, Schaube e Violante: cfr. bibliografia in BETTELLI BERGAMASCHI 1994, p. 274, nota 107.
- 66 SILVA 1989, p. 3.
- 67 LUSUARDI SIENA c.s.
- 68 J. Le Goff, *Travail, techniques et artisans dans le système de valeurs du haut Moyen Age (Ve-Xe siècle)*, in *Artigianato e tecnica nell'Altomedioevo occidentale*, Settimane del centro studi sull'Altomedioevo, XVIII, (Spoleto 2-8 aprile 1970), p. 244.

## Referenze bibliografiche

- AMOURETTI M.CL., COMET G. 1995, *La transmission des connaissances techniques*, Aix en Provence.
- 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.
- BERTOLINI O. 2000, s.v. *Adriano I*, in *Enciclopedia dei papi*, I, a cura di M. SIMONETTI, Roma.
- BETTELLI BERGAMASCHI M. 1994, *Sete e colori nell'altomedioevo. Il siricum del monastero bresciano di S. Salvatore*, Bologna.

- BIDDLE M. 1966, *Excavations at Winchester, 1965: Fourth Interim Report*, in "Antiquaries Journal", XLVI, pp. 308-332.
- BLAGG T. F. C. 1974, *An Umbrian Abbey: San Paolo di Valdeponte*, in "Papers of the British School of Rome" 1974, 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*, a cura di H. BLAKE, T. W. POTTER, D. WHITEHOUSE, (BAR Supplementary Series, 41), Oxford.
- 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.
- BROGIOLO G.P. 1981, *Cantù (Co), chiesa di S. Vincenzo a Galliano. Saggi di scavo nella navata centrale*, in "NSAL", pp. 103-105.
- 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.
- BROGIOLO ET AL. 2002, *La chiesa di S. Martino a Lonato (Brescia). Indagini archeologiche e analisi stratigrafica delle strutture murarie*, in "Archeologia Medievale", XXIX, pp. 7-14.
- CAMBI C., DALLAI L. 2000, *Archeologia di un monastero: gli scavi a S. Salvatore al monte Amiata*, in "Archeologia Medievale", XXVII, pp. 193-210.
- CANTINO WATAGHIN G. 2004, *L'abbazia dei SS. Pietro e Andrea in Novalesa: il contributo delle indagini archeologiche al recupero della sua memoria*, in *Novalesa: nuove luci dall'abbazia*, a cura di M.G. CERRI, Milano.
- CARUGO A. 1977 (a cura di), Biringuccio V., *De la Pirotechnia*, I. VI, cap. 10, pp. 94-100.
- CASTOLDI M., STORTI A. 1988, *Bottiglie in bronzo tardoromane da Milano: analisi chimiche, metallografiche e radiografiche*, in *Archeometallurgia: ricerche e prospettive*, a cura di E. ANTONACCI SANPAOLO, "Atti del colloquio internazionale di archeometallurgia", 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 S. GELICHI, pp. 133-143.
- CUOMO DI CAPRIO N. 1985, *La ceramica in archeologia*, Roma.
- CUSCITO G. 1998, *All'origine del campanile nell'architettura cristiana*, in *Campane e campanili in Friuli*, pp. 15-34.

DAVIES R.M., OVEDEN P. J. 1990, *Bell-founding in Winchester in the Tenth to Thirteenth Centuries* in *Winchester Studies*, in BIDDLE M. (a cura di), *Object and Economy in Medieval Winchester*, "Winchester Studies", 7, II, Oxford, pp. 100 ss.

DEMEGLIO P. 1997, *Note preliminari sull'indagine archeologica alla pieve di San Giovanni di Mediliano a Lu (AL)*, in *Atti del Primo Congresso Nazionale di Archeologia Medievale* (Pisa, 29-31 Maggio 1997), a cura di S. GELICHI, Firenze, pp. 275-278.

DEMEGLIO P. 2001, *San Giovanni di Mediliano a Lu (AL). Una pieve altomedievale e il suo fonte battesimale*, in *L'edificio battesimale in Italia*, "Atti dell'VIII Congresso nazionale di Archeologia Cristiana", pp. 590-608.

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, vème vol., Fonte des cloches*, rist. anast., 1970-80, Parma.

DODWELL C. 1961, *Introduzione*, pp. IX-LXXVI (a cura di), Theophilus, *De Diversis Artibus*, III, LXXXV, pp. 150-159.

DONATI P. 1981, *Il campanato*, in "Quaderni di informazione", 8, Bellinzona.

DRESCHER H. 1999, *Die glocken der karolingerzeitlichen Stiftskirche in Vreden, Kreis Ahaus in 799 – Kunst und Kultur der Karolingerzeit*, Paderborn.

FORBES E. 1961-1965, *Metallurgia* in C. SINGER, E.J. HOLMYARD, A.R. HALL, T.I. WILLIAMS, *Storia della tecnologia*, II, 1992<sup>2</sup>, 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 S. GELICHI, 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 G. ROSSINI, pp. 60-71.

FRONDONI A. 2000, *Gli scavi e le fasi edilizie di S. Maria di Vezzano. Introduzione alle indagini archeologiche*, in *La chiesa romanica di S. Maria di Vezzano Ligure: un edificio ritrovato* (Atti del convegno di Studi), a cura di E. VECCHI, in "Giornale Storico della Lunigiana e del Territorio Lucense", XLVI-XLVIII, 1995-1997, pp. 151-184.

FUSCONI ET AL. 2001, *Nuovi 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.

GANDOLFI D. 1994, *Albenga, chiesa di Santa Maria in fontibus. Rapporto preliminare sulle campagne 1991-1993*, in "Rivista Ingauna e Intemelia", XLIX-X, pp. 87-104.

GARDINI A. 1977, *I saggi archeologici nel complesso della pieve di Codiponte*, in "Giornale storico della Lunigiana", 28, pp. 30-64.

GELTRUDINI F. 2000a, *La chiesa di S. Maria di Vezzano Ligure: analisi del deposito archeologico*, in *La chiesa romanica di S. Maria di Vezzano Ligure*, pp. 185-204.

GELTRUDINI F. 2000b, *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*, pp. 227-242.

GELTRUDINI F., RIGHETTO c.s., *Le sepolture nell'area della cattedrale*, in *Scavi di Luni, III*, 2.

GIANNICCHEDDA E. 1996, *Antichi mestieri. Archeologia della produzione*, Genova.

GIANNICCHEDDA E. 2000, s.v. *Archeologia della produzione*, in *Dizionario di archeologia*, a cura di R. FRANCOVICH e D. MANACORDA, Roma-Bari.

GIANNICCHEDDA E. 2003, *Insedimenti e culti in Lunigiana*, in *Le ricerche archeologiche in provincia di Massa Carrara*, a cura di E. GIANNICCHEDDA, pp. 76-86.

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 S. PATTUCCI UGGERI, 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 E. GIANNICCHEDDA, 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. 1948-50 (a cura di), *Amalarius Symphosius, Amalarii episcopi opera liturgica omnia*, 3 voll., 1948-1950, Città del Vaticano.

HAWTHORNE J., SMITH C. 1963, *On the Diver 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", 58, 1978, pp. 103-132.

*La chiesa romanica di S. Maria di Vezzano Ligure: un edificio ritrovato* (Atti del convegno degli Studi), a cura di E. VECCHI, in "Giornale Storico della Lunigiana e del territorio Lucense", XLVI-XLVII, 1995-1997.

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, (ed or. *L'homme et la matière*, Paris 1943 e *Milieu et techniques*, Paris 1945).

LEVALET D. 1982, *La cathédrale Saint-André et les origines chrétiennes d'Avranches*, in "Archéologie Médiévale", XII, pp. 109-152.

LUSUARDI SIENA S. 1976, *Archeologia altomedievale a Luni: nuove scoperte nella basilica*, in "QCSL", 1, pp. 35-48.

LUSUARDI SIENA S. 1985, *Lo scavo nella cattedrale di Luni (SP)*, in "Archeologia Medievale", XII, pp. 303-311.

LUSUARDI SIENA S. 1985-1987, *Luni paleocristiana e altomedievale nelle vicende della sua cattedrale*, in "QCSL", 10-12, pp. 289-320.

LUSUARDI SIENA S. 1986, *La pavimentazione musiva della cattedrale di S. Maria a Luni. Notizia preliminare*, in *Scritti in ricordo di Graziella Massari Gabello e Umberto Tocchetti Pollini*, Milano, pp. 303-322.

LUSUARDI SIENA S. c.s., *Una fornace per campane carolingia nella cattedrale di Luni nel quadro di recenti rinvenimenti lunigianesi*, in *Scritti in onore di Tiziano Mannoni*.

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" (Salerno, 2-5 ottobre), pp. 659-664.

MANCUSO C. 1996, *Genesi e sviluppo della cripta semianulare in Italia: spunti e riflessioni*, in "QCSL", 2 n.s., pp. 143-166.

MANNONI T. 1994, *Archeologia delle tecniche produttive*, Genova.

MANNONI T. 1991, *Introduzione*, in Ottavio Brembato. *La mineralogia* a cura di M. TIZZONI, pp. V-XIII.

MANNONI ET AL. 1992, *Scorie e forni di S. Giulia e la metallurgia nel Medioevo*, in *S. Giulia di Brescia: archeologia, arte e storia di un monastero regio dai Longobardi al Barbarossa*, a cura di C. STELLA e G. BRENTEGANI, pp. 211-215.

MANNONI T., GIANNICCHEDDA E. 1996, *Archeologia della produzione*, Torino.

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 C. SINGER, E. J. HOLMYARD, A. R. HALL, T. I. WILLIAMS, *Storia della tecnologia*, II, 1992<sup>2</sup>, 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 E. FORMIGLI, pp. 335-346.

MICHELETTO E. 1984, *La chiesa di S. Domenico ad Alba: note sullo scavo*, in "QuadSPA", 3, pp. 77-104.

MICHELETTO E. 1999, *La chiesa di S. Domenico d'Alba*, in *Alba, una città nel Medioevo*, a cura di E. MICHELETTO.

NERI E. 2002/2003, *Le campane nel Medioevo: il processo produttivo tra fonti scritte ed evidenze archeologiche*, tesi di laurea in Archeologia Medievale presso la facoltà di Lettere e Filosofia dell'Università Cattolica di Milano, relatore Prof.ssa Silvia Lusuardi Siena.

NERI E. c.s., *Tra fonti scritte ed evidenze archeologiche: un modello per interpretare i resti materiali della produzione di campane*, in "Archeologia Medievale".

NERI E. 2004, in NERI-VAJ, *La ricerca del Volto Santo*, in "QCSE", 8 n.s., pp. 132-162.

NICOURT J. 1971, *Fabrication de cloches fondues. Permanence des techniques*, in "Ethnologie française", I, pp. 55-82.

PEACOCK D.P.S. 1990, *La ceramica romana tra archeologia e etnografia*, a cura di G. PUCCI, pp. 88-89.

PERIN P. 1992, *A propos des vases "coptes" du VII<sup>ème</sup> siècle en Europe de l'Ouest*, in "Arch", XL, pp. 35-50.

PISTILLI P.F. 2000, s.v. *campana*, in *EAM*, vol. IV, pp. 85-91.

QUIRÓS CASTILLO J.A. 1998, *La fabbricazione di campane a Lucca nel Medioevo e Postmedioevo*, in G. LERA, M. LERA, *Sulle vie del primo Giubileo. Campane e Campanili nel territorio della diocesi di Luni, Lucca e Pisa*, 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 J.A. QUIRÓS CASTILLO, pp. 23-44.

QUIRÓS CASTILLO J.A. ET AL. 1996, *Storia ed archeologia di una chiesa rurale nella diocesi medievale di Lucca: San Lorenzo a Cerreto (Pescia, PT)*, in "Archeologia Medievale", pp. 401-448.

RICCA G. 1965, s.v. *Fonderia*, in "Galileo. Enciclopedia delle scienze e delle tecniche", IV, pp. 335-342.

SCOTT J.G.M. 1967, *Casting a bell for Exeter Cathedral in 1372*, in "Trans. Devonshire Assoc.", cit. in GUERRA 1990.

SHEPHERD E. J. 1985, *Le fornaci da campane*, in *Architettura ad Arezzo*, Firenze, pp. 208-210.

SILVA R. 1989, *Limitazione di Roma e l'attività artistica a Lucca in età carolingia: il significato di una scelta*, in "Arte Medievale" 1, p. 1-6.

SILVA R. 1992, *Dilexi decorem domus tuae: il ruolo dell'episcopato nello sviluppo dell'architettura in Toscana dall'XI sec. alla prima metà del XII*, in "Arte Medievale" III, pp. 23-38.

SMITH C.S., GNUDI M. T. 1975, *The Pirotechnia 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.

SPATOLA E. 2000, *Stampi per fusione*, in *Scavo nell'atrio della Torre Civica (1983): i reperti*, in *Archeologia urbana a Pavia*, I, a cura di S. NEPOTI, pp. 43-45.

SOMIGLI G. 1964, s. v. *Fonderia*, in *Enciclopedia della scienza e della tecnica*, Milano, pp. 161-167.

TOSATTI S.B. 2000, s.v. *Teofilo*, in *EAM*, vol. XI, pp. 129-131.

THEOBALD W. 1933, *Technik des Kunsthandwerks im zehnten Jahrhundert des Theophilus Presbyter Diversarum Artium Schedula*, Berlin.

TYLECOTE R.F. 1962, *Metallurgy in Archaeology*, Londra.

VALLE G., PALESTRA G.W. 1995, *Scavo nell'atrio della Torre Civica (1983)* in *Archeologia urbana a Pavia*, I, a cura di H. BLAKE, pp. 193-215.

VANNI DESIDERI A. 1986, *Scavi nella pieve di Retina*, in "NAM" 44, pp. 21-22.

VECCHI E.M. 2000, *La benedizione alle campane e l'epigrafe del 1270*, in *La chiesa romanica di S. Maria di Vezzano Ligure*, pp. 227-242.

VIDALE ET AL. 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 G. VANNINI, 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 AA.VV., *Scavi nella torre civica di Pavia*, in "Archeologia Medievale", V, pp. 77-121.

ZIMMER G. 2001, *Römische Bildnisse aus Bronze: Kunst und Technik*, Monaco.