

UNA 'CARBONAIA' E UN IMPIANTO METALLURGICO A POGGIO CIVITELLA

(Con le tavv. XLII-XLIV f.t.)

I. LA 'CARBONAIA'

Nel corso delle campagne di scavo che a partire dal 1993 hanno interessato l'altura di Poggio Civitella presso Montalcino (661 m. s.l.m.), grazie alle quali è stato possibile definire le fasi di vita etrusca del sito, è emersa sul fianco occidentale, in un tratto di bosco a forte pendenza situato immediatamente fuori del villaggio di VI sec. a.C., una lunga struttura di forma insolita che i dati di scavo indicano contemporanea ad esso (*fig. 1, 3*)¹.

L'opera, realizzata nel bancone di arenaria che costituisce il paleosuolo del sito, rimaneva completamente nascosta sotto un sottile strato di humus ed è stata fortuitamente scoperta nel corso delle operazioni di allargamento dello scavo di una tomba a camera con tumulo all'incirca coeva (*fig. 2, A-C*). Essa sale diagonalmente rispetto al pendio della collina con una angolazione ed una leggera curvatura accuratamente studiate per ottenere una precisa pendenza, per una lunghezza complessiva di m. 7,20 (*fig. 3; tav. XLII a-b*). In basso inizia con una vaschetta a cielo aperto di forma approssimativamente triangolare, rivestita con blocchi irregolari di pietra (lunghezza cm. 100; larghezza max. cm. 80), la quale si restringe in alto dando origine ad una sorta di canaletta provvista di spallette e copertura di lastre, che corre completamente incassata nel piano geologico (dimensioni dell'imboccatura: larghezza cm. 26-30; altezza cm. 30). Nella parte iniziale, per una lunghezza di cm. 160, la canaletta fungeva da camera di combustione, come rivelano inequivocabilmente sia lo spesso strato di carbone di quercia e di erica arborea che si trovava all'interno, sia la vistosa coloritura rossastra assunta dalle pietre di rivestimento in seguito

¹ Per notizie e resoconti sugli scavi, incentrati in particolare sui due periodi di vita stanziale del sito, vale a dire quella del villaggio di età arcaica e della fortezza di età ellenistica che nasce sulle sue rovine, vedi L. DONATI, *Poggio Civitella (Comune di Montalcino, Siena)*, in *StEtr* LXI, 1996, pp. 469-471; ID., *Gli Etruschi sul Poggio Civitella*, in *Archeologia Viva* 68, 1998, pp. 64-69; ID., *Poggio Civitella (Montalcino, Siena). From Etruscan village to fortress*, in *Classical Archaeology towards the Third Millennium*, XVth International Congress of Classical Archaeology, Amsterdam 1998, p. 84 sg.; ID., *Excavations at Poggio Civitella (Montalcino, Siena) 1993-1998*, in *Etruscan Studies, Journal of the Etruscan Foundation* VI, 1999, pp. 145-161; L. DONATI - L. CECCARELLI, *Poggio Civitella (Montalcino, Siena). Le ricerche sull'insediamento etrusco*, in *RdA* XIXB, 2002, pp. 9-43; L. DONATI, *Una fortezza di confine, le nuove ricerche a Poggio Civitella presso Montalcino*, in *Archeo* 11, 2004, pp. 42-51; ID. - L. CECCARELLI, *Poggio Civitella. Gli scavi 1993-2002*, in A. CORTONESI - A. PAGANI (a cura di), *Ilcinensia. Nuove ricerche per la storia di Montalcino e del suo territorio*, Atti della giornata di studio (Montalcino 2001), Roma 2004, pp. 15-36; L. DONATI, *Ai confini del territorio chiusino: Poggio Civitella*, in *L'Etrurie et l'Ombrie avant Rome*, Colloque International (Louvain-la-Neuve 2004), in stampa.

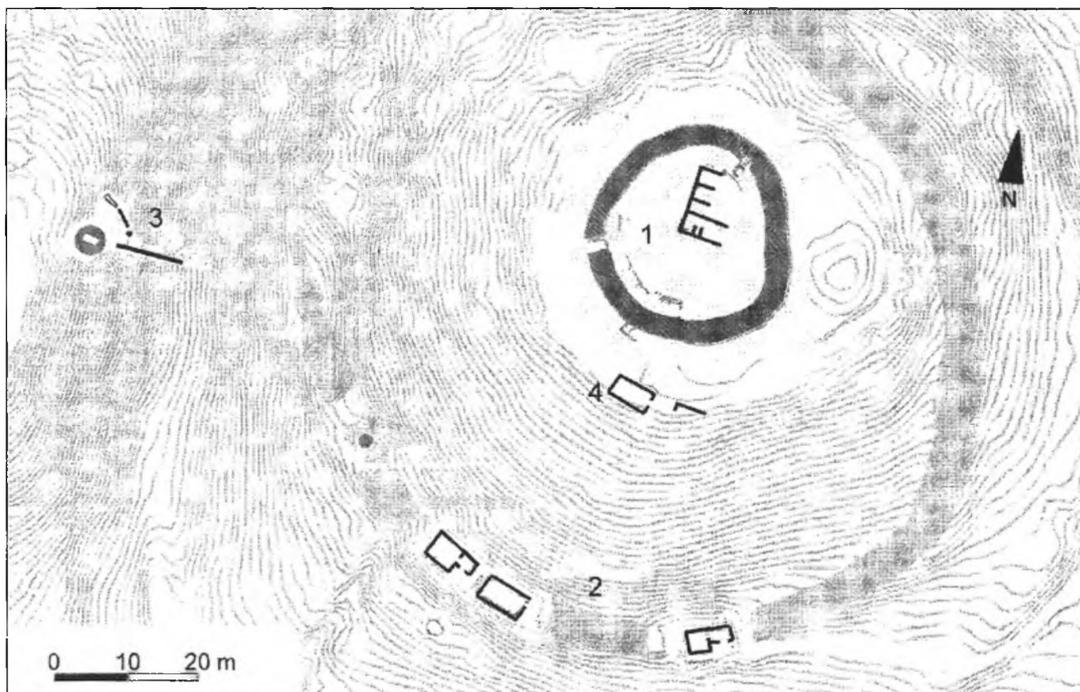


fig. 1 - Poggio Civitella, pianta dello scavo. 1: cinta sommitale; 2: abitazioni arcaiche, 3: area artigianale; 4: abitazione arcaica (2005).

all'esposizione ad una forte fonte di calore. La camera di combustione era sovrastata su tre lati da un muretto a secco conservato per un solo filare di pietre, nel quale sono da riconoscere i resti di una piccola costruzione rettangolare aperta a valle, originariamente coperta con tegole, di cui qualche frammento è stato trovato nei paraggi: data la sua collocazione, non vi è dubbio che servisse per essiccare la legna da impiegare nell'ambiente sottostante.

Tutto il resto della canaletta fungeva invece da canna fumaria: si tratta di un condotto lungo circa m. 4,60, costruito con la stessa tecnica della camera di combustione, che andava gradualmente riducendosi di dimensioni via via che saliva verso l'alto, assumendo una sezione quadrata di cm. 15 x 15. A monte il condotto terminava con un camino verticale interamente costruito con piccole pietre regolari per un'altezza di circa 1 metro; sulla sua sommità, immediatamente sotto un blocco di arenaria disposto a mo' di coperchio, si apriva una piccola finestra orientata in direzione della struttura, con lo scopo di tenere sotto controllo l'emissione dei fumi.

La struttura era concepita per ottenere un buon tiraggio grazie sia al dislivello fra l'imboccatura ed il camino, corrispondente a circa cm. 120-130, sia alla perfetta tenuta della canna fumaria che era stata accuratamente sigillata con argilla negli interstizi per evitare dispersioni: con tali requisiti non doveva essere difficile conseguire alti valori termici nella camera di combustione che, essendo incassata nel terreno, garantiva una migliore conservazione del calore.

Pur in assenza di confronti soddisfacenti, la collocazione di questa struttura in una

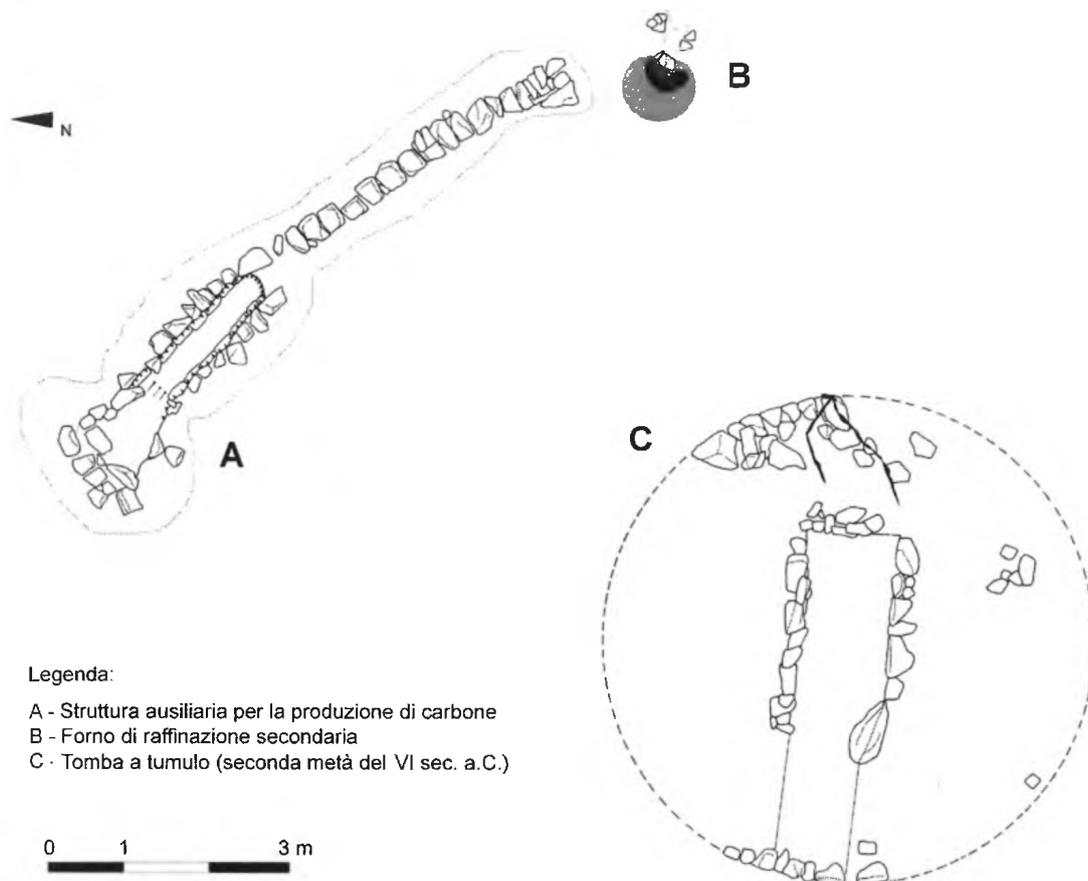
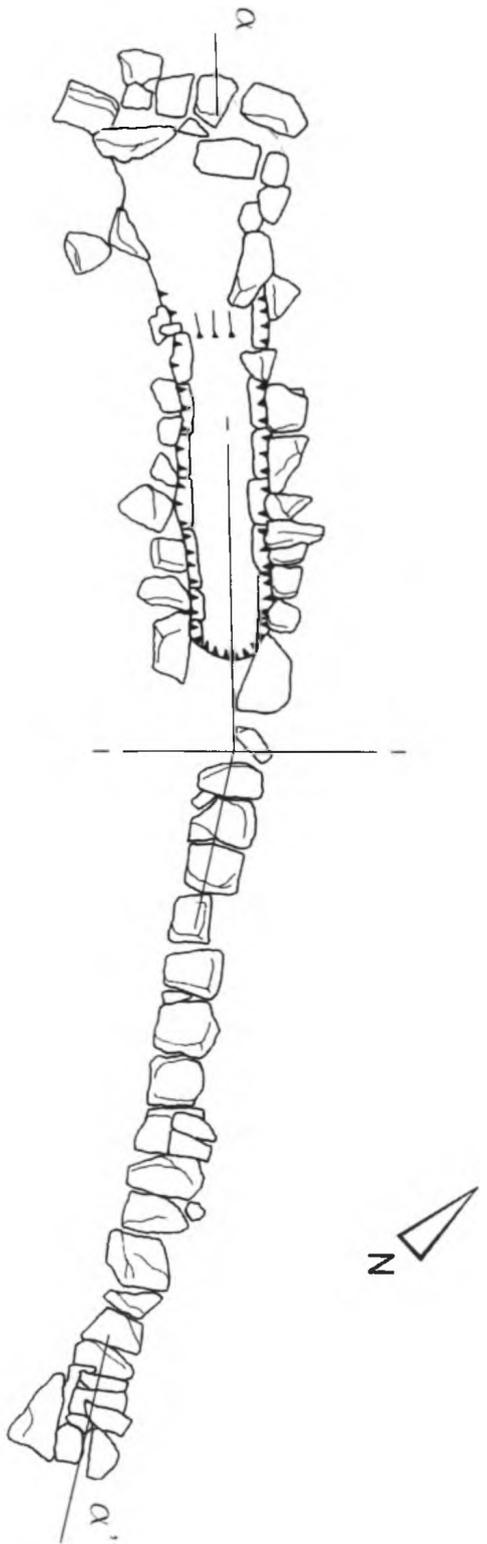


fig. 2 - Poggio Civitella: l'area artigianale.

area caratterizzata dalla presenza di impianti metallurgici, uno dei quali scavato (*fig. 2, B*: vedi II parte) e gli altri semplicemente indiziati da ritrovamenti sparsi di scorie di ferro, ha fatto pensare fin dall'inizio che fosse connessa con le operazioni metallurgiche. In proposito era stata avanzata l'ipotesi che potesse trattarsi di una fornace per l'arrostimento del minerale²: una proposta avanzata dubitativamente, considerata l'assoluta mancanza di residui di lavorazioni metalliche sia all'interno della camera di combustione, sia nella vaschetta che la precede.

In alternativa a questa ipotesi, è stata quindi seguita quella che potesse trattarsi in realtà di un impianto per la produzione del carbone da impiegare come combustibile per i forni; a tal proposito, con l'ultima campagna di scavi, è stato possibile procedere ad una prova sperimentale che ha dato risultati sorprendenti. Preliminarmente la camera di combustione è stata rivestita con lamiera di rame opportunamente sagomate per evitare danneggiamenti e contaminazioni alle pareti originali ed al fondo, provvedendo nel contempo per precauzione a sostituire con tabelloni moderni le lastre di copertura, che

² Vedi DONATI, *cit.*, in stampa.



Sezione $\alpha - \alpha'$

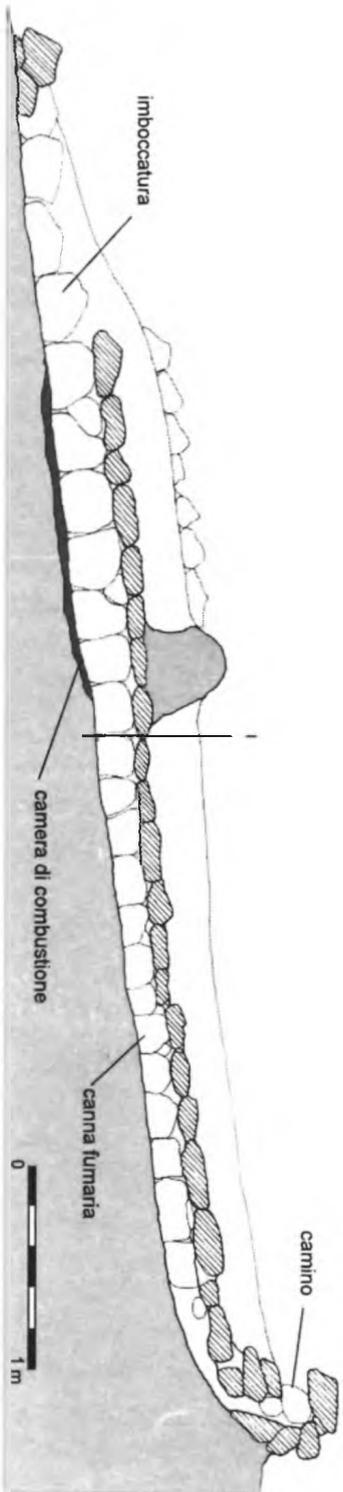


fig. 3 - Poggio Civitella: pianta e sezione della 'carbonara'.

si presentavano in condizioni particolarmente fragili per le prolungate esposizioni al fuoco subite in antico.

La camera è stata quindi caricata con legname di quercia di piccola pezzatura, tagliato in tronchi di circa un metro di lunghezza e, una volta avviato il fuoco, ne è stata chiusa con moderni tabelloni l'imboccatura, sigillandola con fango (*tav. XLIII a*). Dopo circa quarantacinque minuti di combustione in ambiente riducente, durante i quali si è potuto apprezzare l'ottimo tiraggio della canna fumaria, è stata riaperta l'imboccatura del forno e si è potuto constatare che i tizzoni, all'interno, si erano già trasformati in carbone che è stato immediatamente spento con terra (*tav. XLIII b*). L'impianto, quindi, si è dimostrato eccezionalmente funzionale e conveniente, in termini di economia di tempo, rispetto ad una normale carbonaia, la quale impiega normalmente circa dieci giorni per trasformare la legna in carbone, con tutti i rischi di ordine meteorologico che comporta un tale lasso di tempo. Rispetto alla normale carbonaia presentava inoltre il vantaggio di poter essere utilizzato per qualsiasi tipo di legname, purché di piccola pezzatura, compresa l'erica arborea, che infatti era presente fra i resti fossili trovati nella camera di combustione; va infatti sottolineato che di norma, per carbonizzare la radice dell'erica, la prassi prevede lo scavo di un'apposita buca nel terreno nella quale viene gettata ed accesa, facendo quindi ben attenzione a bruciarvela a fuoco lento ma costante. Naturalmente l'impianto di Poggio Civitella poteva produrre solo piccole quantità di combustibile per volta, tenuto conto della scarsa capienza della camera di combustione, nella quale non potevano entrare cariche di legname superiori ai 25-30 kg, non comparabili quindi con quelle che dà la normale carbonaia.

Considerando che in media per ottenere un kg di metallo di ferro ne occorrono tra i 10 ed i 15 di carbone, forniti a loro volta da 70-100 kg circa di legna, viene da pensare che la 'carbonaia', che tutto lascia credere fosse l'unica della zona, funzionasse a ciclo pressoché continuo per provvedere al fabbisogno energetico degli impianti produttivi circostanti³. In tale ottica, un requisito molto importante della struttura era rappresentato dalla camera di essiccamento, sovrastante a quella di combustione, che consentiva di disporre in qualsiasi stagione ed in qualunque condizione meteorologica di legna pronta per essere bruciata.

Poiché la collina di Poggio Civitella è coperta da un bosco di essenze comprendenti in netta prevalenza quercio, cerri, lecci ed erica arborea, con le quali si ricava il carbone detto 'forte' per l'alta resa calorica, doveva essere questo il legname normalmente impiegato nell'impianto di trasformazione⁴; in particolare, un occhio di riguardo doveva

³ I dati sono quelli forniti nella tab. 1 del lavoro di A. ZIFFERERO, *Miniere e metallurgia estrattiva in Etruria meridionale: per una lettura critica di alcuni dati archeologici e minerari*, in *StEtr* LVII, 1991, p. 217: i rapporti quantitativi tra legna, carbone e metallo sono ricavati da un intervento di G. Sperl nella discussione in *Etruria meridionale. Conoscenza, conservazione, fruizione*, Atti del convegno, Roma 1988, p. 102; e da un lavoro di L. HORNE, *Fuel for the metal worker. The role of charcoal and charcoal production in ancient metallurgy*, in *Expedition* XXV 1, 1982, pp. 6-13. Sull'argomento vedi anche R. J. FORBES, *Studies in Ancient Technology* VIII, Leiden 1964, p. 103 sgg.

⁴ Su queste associazioni vedi G. A. MONDINO, *La vegetazione forestale*, in *Boschi e macchie di Toscana*, Regione Toscana 1998, pp. 199-200.

essere riservato proprio all'erica arborea, risultata presente insieme al legno di quercia alle analisi sui resti fossili trovati nella camera di combustione. Il carbone ricavato dalla sua radice ha infatti un alto valore termico⁵: per questo suo requisito, oltre che per la lentezza della combustione, è stato sempre particolarmente apprezzato nell'attività metallurgica, tanto che proprio a Montalcino costituiva ancora nel secondo dopoguerra una voce importante nell'economia, poiché veniva ricercato per far funzionare le fucine dei fabbri operanti non solo sul posto, ma anche nei paesi vicini come S. Quirico e Buonconvento⁶. È probabile che sia stata proprio la disponibilità di questo combustibile a rendere conveniente il trasporto del minerale dai giacimenti, la cui localizzazione è da cercare certamente al di fuori dell'altura di Poggio Civitella, dove la composizione geologica del terreno, caratterizzato da un suolo di arenaria a componente argillosa, è incompatibile con tali presenze. In proposito, pur non escludendo che il minerale potesse venire dai giacimenti di ematite di Casal di Pari, i più vicini tra quelli a noi noti, che distano pur sempre una ventina di chilometri ed avrebbero comportato, per le carovane impegnate nel trasporto del minerale, la discesa fino al fondovalle dell'Ombrone, l'attraversamento del fiume e la risalita coprendo un dislivello di oltre 400 metri, un possibile campo di ricerca alternativo è offerto dalla zona a settentrione di Montalcino dove, immediatamente ai piedi dell'altura che ospita l'abitato moderno, una sorgente perenne versa acqua dal marcato color ruggine: chiaro indizio di presenze ferrose che non possono essere sfuggite all'occhio attento degli antichi 'metal prospectors', che avrebbero potuto avvantaggiarsi anche della presenza dell'acqua per le operazioni connesse con l'arrostimento⁷.

[L. D.]

II. L'IMPIANTO METALLURGICO⁸

Immediatamente a lato della canna fumaria con cui termina la 'carbonaia', in una sorta di pianerottolo ricavato sul fianco in forte pendio della collina, sono stati messi in

⁵ Il carbone impiegato nei forni dell'insediamento siderurgico di Rondelli, presso Follonica, risulta composto per il 97% di erica (*Erica arborea* L.) e per il rimanente di leccio (*Quercus* cfr. *ilex*): B. ARANGUREN *et al.*, *Attività metallurgica negli insediamenti costieri dell'Etruria centrale fra VI e V secolo a.C.*, in A. LEHOËRFF (a cura di), *L'artisanat métallurgique dans les sociétés anciennes en Méditerranée occidentale. Techniques, lieux et formes de productions*, Collection de l'École Française de Rome 332, Rome 2004, pp. 332-334.

⁶ I. RAFFAELLI, *Montalcino, collina d'Italia*, Massa 1989, p. 50, parla di 1200-1500 quintali di erica estratti annualmente dai boschi di Montalcino.

⁷ Sul problema del nesso fra risorse minerarie e insediamenti vedi ZIFFERERO, *cit.* (nota 3), pp. 201-241; D. LOCATELLI, *La 'fonderia' della Regio V, insula 5: elementi per una definizione dell'attività produttiva*, in G. SASSATELLI - E. GOVI (a cura di), *Culti, forma urbana e artigianato a Marzabotto. Nuove prospettive di ricerca*, Atti del Convegno (Bologna 2003), Bologna 2005, pp. 230-231.

⁸ Per l'analisi e il supporto scientifico riguardo a questo studio, desidero ringraziare il prof. Marco Benvenuti (Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra). Parte dei dati qui riassunti è stata presentata in F. AMINTI - L. CAPPUCINI - L. DONATI - M. BENVENUTI - L. CHIARANTINI, *Indagini sulle attività metallurgiche espletate nel villaggio etrusco di Poggio Civitella (Montalcino, Siena)*, in *Riassunti delle comunicazioni del III Congresso Nazionale AIAR "L'Archeometria in Italia: la Scienza per i Beni Culturali"* (Bressanone 2004), Padova 2004, pp. 159-160. Sulla metallurgia antica, vedi l'ampia bibliografia in ZIFFERERO, *cit.* (nota 3).

luce i resti di un forno circolare completo di 'tuyère' in pietra vulcanica (*fig. 2, B; tav. XLIII c-d*)⁹; oltre la 'tuyère', la struttura proseguiva all'esterno con un apprestamento di pietre destinato ad alloggiare la canna del mantice (*fig. 4*).

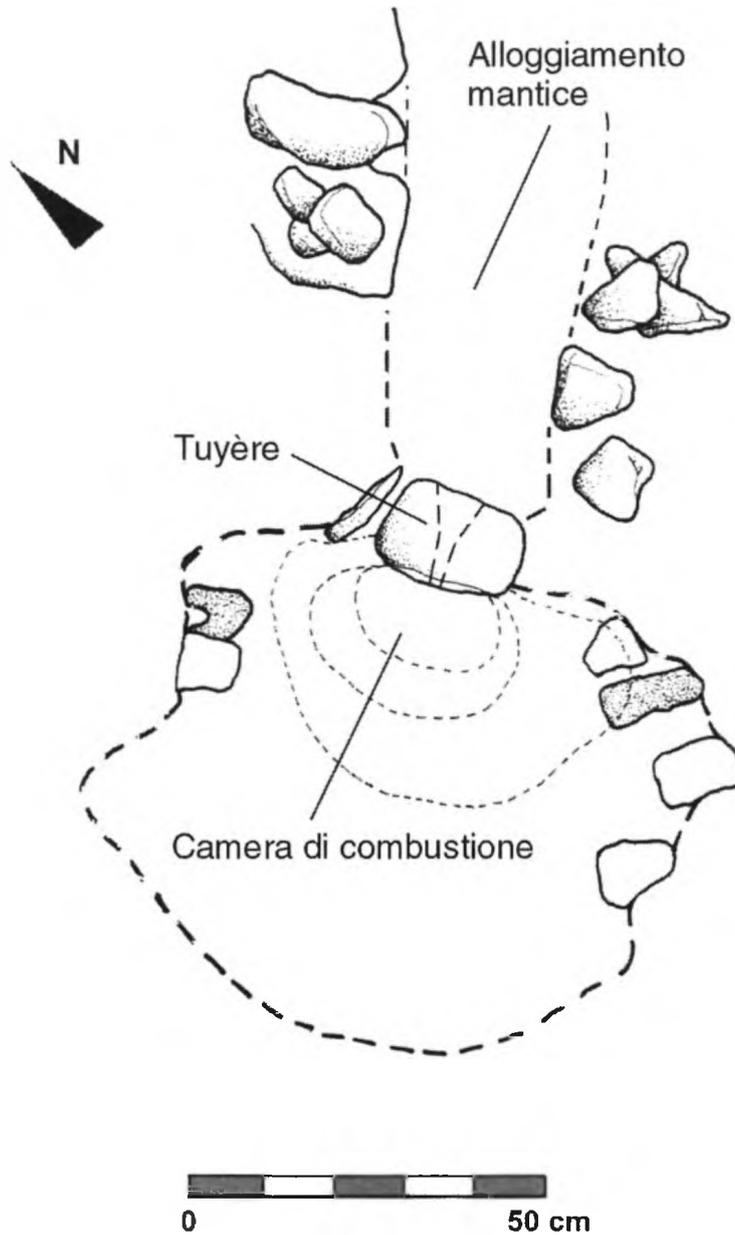


fig. 4 - Poggio Civitella: pianta dell'impianto metallurgico.

⁹ 'Tuyère': elemento in cui veniva inserito il mantice. Questo elemento aveva la duplice funzione di proteggere il tubo del mantice dal calore del forno e di smorzare le vibrazioni del mantice stesso. Per una classificazione dei tipi, vedi R. F. TYLECOTE, *From pot bellows to tuyère*, in *Levant XIII*, 1981, pp. 107-118; R. PLEINER, *Iron in Archaeology. The European Bloomery Smelters*, Praha 2000, pp. 196-214.

Il forno presenta le caratteristiche tipiche della forgia¹⁰; ha infatti una camera di combustione di circa cm. 20 di diametro e cm. 10 di profondità rispetto al foro della 'tuyère'. La copertura doveva essere realizzata con un manto compatto di argilla, come testimoniano i resti concotti rinvenuti lungo il margine della struttura¹¹.

Al suo interno sono state ritrovate alcune piccole sfere metalliche, oltre a consistenti frustuli di carbone e a minuscole particelle di quarzo, comunemente usato come 'scorificante'. Le sfere, riunite nel fondo della camera di combustione, indicano che, in questo punto, doveva essere raggiunta una temperatura elevata, tale da rendere possibile la fusione della parte più esterna della porzione scoriacea, dalla quale esse si sono distaccate assumendo, nel successivo raffreddamento, una forma sferica¹².

Importanti per l'interpretazione dell'impianto sono state soprattutto le scorie di ferro ritrovate nelle immediate vicinanze, caratterizzate da un magnetismo minimo e da un peso ridotto, qualità tipiche di quelle prodotte da una forgia. Alle operazioni di forgiatura rimanda anche la forma pianoconvessa ('a calotta') di alcune di esse, tipica dei processi di post-riduzione: una forma, peraltro, perfettamente corrispondente all'incavo della camera di combustione¹³.

Il recupero, all'esterno del forno, di due chiodi e di alcuni frammenti in ferro può avvalorare l'ipotesi che la struttura, oltre che per il riscaldamento della 'bluma'¹⁴ ottenuta dal minerale, potesse essere impiegata nel riciclaggio di manufatti in ferro rotti o usurati; il metallo così ottenuto veniva poi nuovamente lavorato e trasformato in un nuovo oggetto¹⁵.

Analisi

Su vari campioni di scorie prelevati nel corso dello scavo sono state effettuate analisi al microscopio metallografico¹⁶ e al 'S.E.M.' ('Scanning Electron Microscope')¹⁷.

¹⁰ PLEINER, *cit.* (nota precedente), pp. 215-217. Vedi anche AA.VV., *Technique des fouilles. Mineral, scories, fer. Cours d'initiation à l'étude de la métallurgie du fer ancienne et à l'identification des déchets de cette industrie*, Bâle 1997.

¹¹ Per un confronto, vedi J. DOMERGUE *et al.*, *Un centre sidérurgique romain de la Montagne Noire - Domaine des Forges (Les Martyrs, Aude)*, Paris 1993, pp. 221-222, fig. 217.

¹² Per le sfere metalliche, vedi S. SERNEELS, *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, in *Monographies 4, Instrumentum*, Lausanne 1998, pp. 7-34.

¹³ Per una classificazione tipologica delle scorie metalliche, vedi H. G. BACHMANN, *The Identification of Slags from Ancient Archaeological Sites*, Institute of Archaeology, Occasional Publication 6, London 1982.

¹⁴ Massa dalla struttura spugnosa costituita da metallo misto a carbone e scoria.

¹⁵ C. CUCINI - M. TIZZONI, *La miniera perduta. Cinque anni di ricerche metallurgiche nel territorio di Bienno*, Bienno (Brescia) 1999, pp. 189-193.

¹⁶ Microscopio ottico dove l'osservazione viene effettuata per riflessione della luce da parte della superficie metallica e non per trasparenza (C. GIARDINO, *I metalli nel mondo antico: introduzione all'archeometallurgia*, Bari 2002², p. 34, 5.1).

¹⁷ Vedi GIARDINO, *cit.* (nota precedente), pp. 36-37.

Per quanto concerne le sferette metalliche, la presenza, sulla superficie, di un piccolo apice ha portato ad identificarle come 'gocce'; dall'osservazione al microscopio metallografico e dall'analisi al 'S.E.M.' è stato possibile individuare la presenza di plaghe¹⁸ di 'ferro metallico' e di dendriti¹⁹ di wüstite (FeO) all'interno di una massa vetrosa non omogenea (*tav. XLIV a*); l'analisi della massa vetrosa ha permesso infine di ipotizzare che le gocce abbiano subito un raffreddamento piuttosto rapido, confermato dall'assenza di cristallizzazione dei silicati.

Da una delle scorie piano-convesse ('a calotta') sono state ricavate tre sezioni che all'analisi al microscopio a luce riflessa hanno mostrato una struttura molto disomogenea:

- *sezione 1*: porzione costituita da plaghe di ferro metallico (*tav. XLIV b*);
- *sezione 2*: porzione costituita da lamelle di fayalite (Fe₂SiO₄) in una fase²⁰ di fondo vetrosa non omogenea;
- *sezione 3*: porzione costituita quasi esclusivamente da vetro con piccole plaghe di titanio e terre rare.

Nelle foto relative alla sezione 1 si nota, accanto ad alcune plaghe di ferro metallico e di idrossidi di ferro, la presenza di plaghe di titanio. La presenza di titanio e altre terre rare²¹, difficilmente alterabili, rivela che nella costruzione del forno furono utilizzati materiali contenenti questo elemento, come l'arenaria, facilmente reperibile nel sito di Poggio Civitella.

Analisi di questo tipo sono state effettuate anche su altri campioni di scorie, che verranno qui identificati con i termini: Scoria I, II e III.

Il primo campione (Scoria I) è stato scelto in quanto presentava una forma assimilabile ad una 'calotta', simile a quella del campione precedentemente esaminato; da questo sono stati ricavati tre frammenti, A, B e C, per lo più composti prevalentemente da cristalli di fayalite e di wüstite, su un fondo vetroso omogeneo.

- *Frammento A*: Cristalli di fayalite, di forma piuttosto tozza, e una matrice di fondo vetrosa non perfettamente omogenea; sono presenti molte dendriti rotondeggianti di wüstite. Una porzione della sezione presenta dendriti a stella, a forma euedrale (perfettamente cristallizzata), tipiche della magnetite (Fe₃O₄); nella parte più esterna sono state individuate alcune plaghette metalliche. Sul bordo esterno di questa sezione è stato possibile osservare la presenza di carbone.

- *Frammento B*: Simile al frammento A, possiede una grossa porzione vetrosa quasi completamente omogenea in cui appaiono fasi trasparenti (quarzi), e lamelle di fayalite.

¹⁸ In metallurgia: scaglie metalliche di dimensioni microscopiche.

¹⁹ In metallurgia: formazione arborescente, con ramificazioni perpendicolari le une alle altre, determinata dal lento raffreddamento tipico dei cristalli metallici (GIARDINO, *cit.* [nota 16], pp. 27-28).

²⁰ In metallurgia: stato caratterizzato da uniforme composizione chimica e proprietà fisiche.

²¹ Con il termine 'terre rare' si identificano un gruppo di minerali (Ti [titanio], La [lantano], Ce [cerio] e Nd [neodimio]) simili nel comportamento chimico e separabili con notevole difficoltà.

Nel frammento si distinguono cristalli di fayalite ben visibili, associati a cristalli di wüstite di forma quasi euedrale, ed alcune plaghette di 'ferro metallico'.

– *Frammento C*: Presenta anch'esso lamelle di fayalite e di dendriti di wüstite su una base vetrosa.

Il campione Scoria II, privo della forma 'a calotta' che caratterizza i due campioni precedenti, presenta sul bordo un sottile strato ('film') di magnetite; all'interno sono presenti gocce di piccole dimensioni che le analisi al 'S.E.M.' hanno rivelato essere titanio e terre rare e fasi trasparenti (quarzo). Si distinguono inoltre lamelle di fayalite in una massa di fondo vetrosa e dendriti di wüstite. Tutta la parte centrale della scoria è costituita in genere da vetro non omogeneo (fayalite e fasi silicatiche relitte [quarzi]); si osservano anche idrossidi di ferro e piccole plaghette di ferro come confermato dall'analisi con il microscopio elettronico.

Anche il campione Scoria III, privo pur esso, come il precedente, della forma a 'calotta', presenta una massa vetrosa non sempre omogenea con dendriti di wüstite e magnetite insieme.

Conclusioni

La presenza di plaghette di ferro metallico e di una notevole quantità di idrossidi di ferro all'interno dei campioni esaminati delle sferette e delle scorie 'a calotta' ne denuncia la provenienza da processi di alterazione (ossidazione) dello stesso ferro metallico. Se infatti nella fase della riduzione²² è possibile eliminare la maggior parte delle impurità presenti nel minerale senza perdere forti quantità di ferro, durante il processo di 'reheating', nel quale veniva invece lavorata la spugna di ferro, era inevitabile che venisse eliminata parte del ferro metallico insieme alla porzione scoriacea residua. Quindi la presenza di idrossidi di ferro non deve stupire, ma anzi è un chiaro indizio che si tratta di un forno di 'reheating': un forno, cioè, in cui il metallo veniva lavorato dopo il processo di riduzione. Anche la disomogeneità di queste scorie, che, all'interno, presentano in molti casi zone composte prevalentemente da vetro insieme a zone con prevalenza di fayalite e wüstite, è una caratteristica tipica di quelle prodotte da forni di lavorazione post-riduzione²³.

Riguardo agli altri campioni esaminati, chiamati Scoria II e Scoria III, si può ragionevolmente pensare che siano invece relativi al precedente processo di riduzione. Innanzi tutto questi due campioni non presentano una forma riconducibile ad alcuna tipologia; dalle analisi al microscopio metallografico e dalle analisi effettuate al 'S.E.M.' questi campioni mostrano poi una struttura piuttosto omogenea caratterizzata da silicati, wüstite e fayalite su fondo vetroso; inoltre la presenza di ferro metallico in questi campioni è minima, tutte caratteristiche che riconducono queste scorie a forni di riduzione.

²² Processo metallurgico che consente l'estrazione della 'bluma' dal minerale di partenza attraverso la riduzione chimica degli ossidi di ferro dagli altri componenti, prevalentemente non metalli.

²³ Cfr. ARANGUREN *et al.*, *citt.* (nota 5), pp. 332-334.

Tuttavia, l'assenza di 'cordonature' di colata dimostra che esse non provengono da forni di riduzione del tipo 'a spillatura' della scoria²⁴. Alla luce di questi dati si può ragionevolmente ipotizzare che nell'area fossero presenti anche forni per la riduzione del minerale di ferro, per quanto, al momento, non siano state rinvenute evidenze riferibili a simili strutture.

[F. A.]

LUIGI DONATI - FEDERICA AMINTI

²⁴ Forni di questo tipo erano provvisti di un foro che consentiva di far uscire fuori dalla camera di combustione il materiale scoriaceo (vedi ad es. PLEINER, *cit.* [nota 10], pp. 145-163).



a



b

Poggio Civitella. a) 'Carbonaia'. Imboccatura e canna fumaria;
b) 'Carbonaia'. Camino terminale.



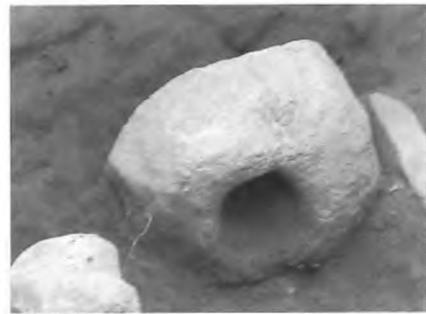
a



b

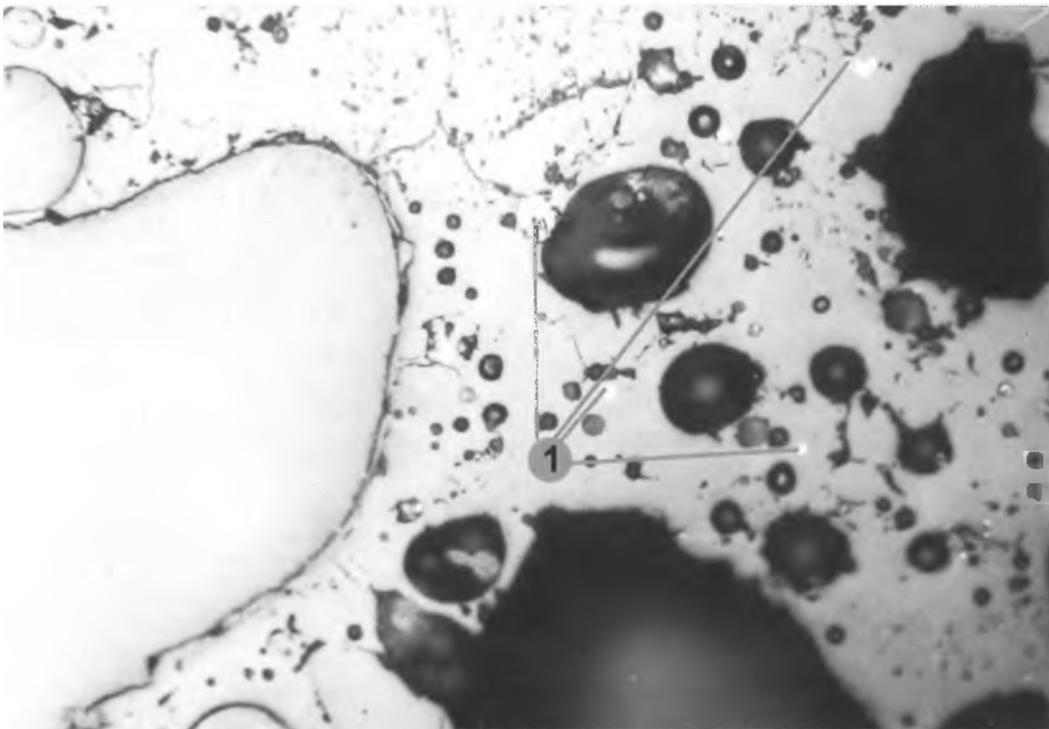
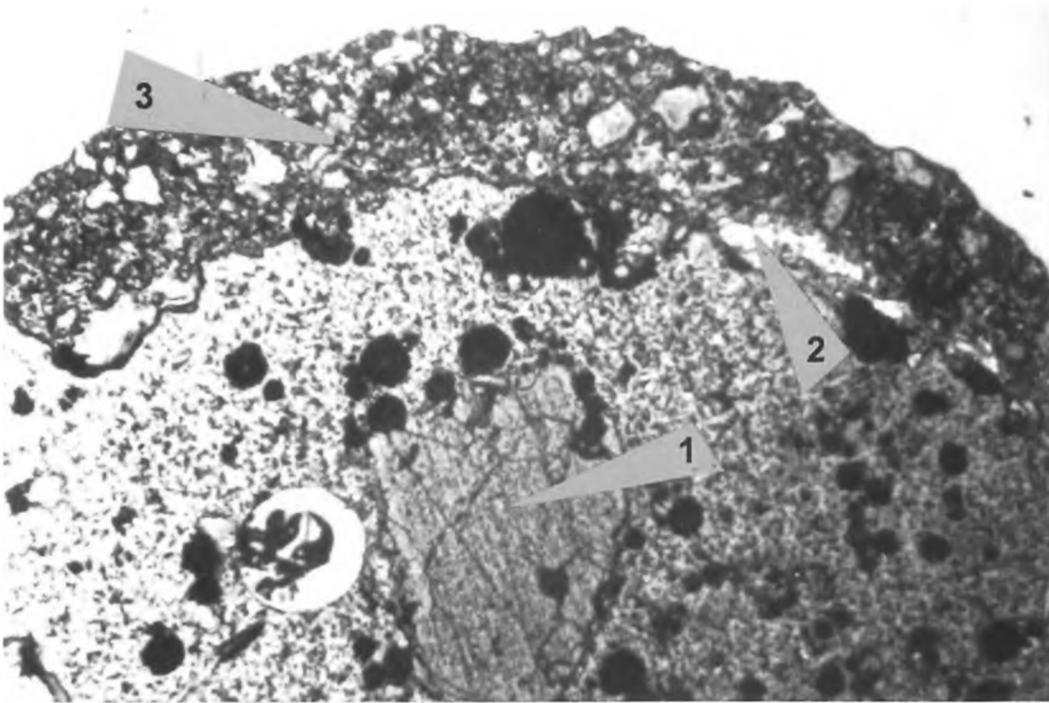


c



d

Poggio Civitella. a) 'Carbonaia'. Prova sperimentale: fuoco nella camera di combustione; b) 'Carbonaia'. Prova sperimentale: carbone prodotto; c) Forno di 'reheating'; d) 'Tuyère'. Visione posteriore.



Poggio Civitella. *a*) Microscopio metallografico (ingr. 4×): 1. Cristallo di quarzo; 2. Agglomerato di wüstite; 3. Idrossidi di ferro; *b*) Microscopio metallografico (ingr. 16×): 1. Plaghetto di ferro metallico; sfondo vetroso.