



Università degli Studi di Siena

Facoltà di Lettere e Filosofia
Corso di Laurea in Scienze dei Beni Archeologici

*Sviluppo di un modello di gestione ed interpretazione
informatizzata del dato archeologico per il sito di Monteleo
(Monterotondo M.mo, GR)*

Relatore

Chiar. ma Prof. ssa Giovanna Bianchi

**Tesi di Laurea di
Giulio Poggi**

Anno Accademico 2008/2009

RINGRAZIAMENTI

Vorrei ringraziare la Professoressa Giovanna Bianchi per l'opportunità concessami di realizzare questo lavoro e per aver accresciuto l'interesse da parte mia per i suoi insegnamenti e le sue aree di ricerca.

Per l'aiuto che mi hanno dato nel redigere questa tesi e per le bellissime esperienze di scavo e di ricerca che abbiamo condiviso, i miei più sentiti ringraziamenti vanno a tutto il gruppo di lavoro del Laboratorio di Topografia dei Territori Minerari del dipartimento di Archeologia di Siena: Luisa Dallai, Andrea Bardi, Silvia Travaglini, Stefania Fineschi, Elisabetta Ponta, Marcello Trotta e Angela Sardini.

Un grazie particolare a Luisa, per avermi seguito direttamente nella redazione della tesi e per avermi dato infiniti consigli e suggerimenti; a Marcello e Angela, per avermi aiutato nell'enorme lavoro di archiviazione dei dati di scavo e nella digitalizzazione dei rilievi.

INDICE

1- Premessa

- 1.1 Il progetto “Colline Metallifere”: il sito di Monteleo all’interno delle strategie dell’indagine.

2- Il Territorio di Monterotondo Marittimo.

- 2.1 Il paesaggio Naturale
- 2.2 Il paesaggio Storico

3- Attività estrattiva e produzione di allume nel territorio delle Colline Metallifere.

- 3.1 La tradizione di studi e le nuove ipotesi interpretative
- 3.2 Il sito di Monteleo, breve storia a partire dalle fonti
- 3.3 L’attività estrattiva e la produzione d’allume nel sito di Monteleo

4- Sviluppo di un modello di gestione informatizzata del dato archeologico.

- 4.1 L’informatica applicata all’archeologia.
- 4.2 La scelta dei software.
- 4.3 La piattaforma GIS di scavo.
- 4.4 Il database alfanumerico e la gestione fotografica.

5- Ricostruzione e interpretazione storica del sito.

- 5.1 Dalla sequenza stratigrafica alla ricostruzione per fasi di vita dell’impianto

6- Conclusioni

7- Fonti e Bibliografia

1- PREMESSA

1.1 - Il progetto “Colline Metallifere”: il sito di Monteleo all'interno delle strategie dell'indagine.

Lo studio del sito di Monteleo (Monterotondo Marittimo, GR) si colloca all'interno del progetto “Colline Metallifere” che, sin dalla metà degli anni '80, è stato portato avanti dall'insegnamento di Archeologia Medievale dell'Università di Siena.

Il progetto, iniziato dal professor Riccardo Francovich e tutt'ora continuato sotto la direzione scientifica della professoressa Giovanna Bianchi, si è sviluppato attraverso una serie numerosa di ricerche volte allo studio dei rapporti esistenti tra le forme dell'insediamento antropico e la presenza di risorse minerarie sfruttate attraverso i secoli.¹

Le indagini condotte nel territorio delle Colline Metallifere hanno evidenziato le enormi potenzialità di questa regione geografica per lo studio delle dinamiche insediative e hanno sottolineato la necessità di una accurata tutela e valorizzazione dei resti superstiti.² Con queste finalità è stato inoltre istituito nel 2002 il Parco Tecnologico ed Archeologico delle Colline Metallifere Grossetane.

Al primario obiettivo di mappare le evidenze archeominerarie, cioè quegli antichi luoghi di estrazione e lavorazione dei metalli, per conservarne la memoria storica e proporre la valorizzazione, si sono affiancate nel tempo una serie di indagini territoriali condotte su campioni rappresentativi di paesaggi minerari e una serie cospicua di scavi archeologici che hanno interessato principalmente insediamenti fortificati (fra cui Cugnano, Rocchette Pannocchieschi, Scarlino) e siti produttivi (ricordiamo Pian delle Gore e Monteleo).³

Il sito di Monteleo è oggetto di campagne di scavo da parte dell'Università di Siena iniziate nel settembre 2008 e tutt'ora in corso.

Le strutture oggetto dell'indagine archeologica sono appartenenti all'antica allumiera, ossia ad un complesso di edifici realizzati per la produzione di allume.⁴

¹ DALLAI, PONTA, FINESCHI, TRAVAGLINI, 2009, pp.29-32.

² DALLAI, 2009, pp. 33-38.

³ Per necessità di sintesi si rimanda alle citazioni bibliografiche contenute in FRANCOVICH, DALLAI, 2005.

⁴ Si veda a questo proposito il capito 3 e il capitolo 5 della tesi.

Sebbene l'allume non abbia rivestito nel tempo importanza pari all'argento o al ferro, sappiamo dalle fonti che in molti periodi della storia è stato ugualmente un minerale prezioso, capace di muovere interessi e persone e per questo in grado di modificare il rapporto dell'uomo con il territorio. Il sito di Monteleo assume così grande rilievo all'interno del panorama delle Colline Metallifere, ed anche a livello nazionale, per il fatto che è uno dei pochi impianti produttivi di questo minerale ancora in buono stato di conservazione nel panorama europeo. Al termine della campagna di scavo è prevista un'azione di valorizzazione e tutela del sito all'interno del Parco Tecnologico ed Archeologico delle Colline Metallifere Grossetane.

Come per ogni altra indagine archeologica, anche lo studio dell'allumiera di Monteleo richiede un inquadramento storico-geografico e un'analisi delle relazioni sociali ed economiche all'interno delle quali il sito si inserisce; sarebbe infatti impossibile avvicinarsi allo studio di una miniera o di un centro di produzione di una materia prima avendo trascurato questi fattori.⁵ A partire dal Medioevo, infatti, ogni attività mineraria inizia a configurarsi come un piccolo microcosmo di relazioni sociali ed economiche. La vita della miniera trasforma anche il paesaggio tramite la modificazione degli spazi circostanti (campi destinati all'approvvigionamento di vettovaglie, deforestazioni, canalizzazioni, etc.) e la creazione di vie di comunicazione funzionali all'approvvigionamento e al trasporto.⁶

Alla luce di queste premesse, mi sembra perciò opportuno indirizzare l'introduzione del lavoro verso due linee guida: una che tracci una breve ricostruzione del paesaggio storico e naturale della porzione delle Colline Metallifere grossetane che riguarda la tesi, cioè il territorio di Monterotondo Marittimo, senza dimenticare i confronti e i paragoni che posso essere fatti con il territorio circostante; l'altra che illustri la tradizione di studi riguardanti l'allume e dentro la quale si inserisce l'allumiera di Monteleo.

⁵ MANNONI, GIANNICEDDA, 2003, pp. 3-40.

⁶ BALESTRACCI, 1984, pp.19-37.

2- IL TERRITORIO di MONTEROTONDO MARITTIMO

2.1- Il Paesaggio Naturale

Il territorio delle Colline Metallifere grossetane, all'interno del quale si colloca il comune di Monterotondo Marittimo, presenta dal punto di vista vegetazionale e faunistico una grande molteplicità di manifestazioni, dovute alla varietà altimetrica che lo contraddistingue : in pochi chilometri si può passare dalle pianure in prossimità della costa ai versanti collinari di media ed elevata altitudine dell'entroterra. Per questo motivo trovano spazio varie formazioni vegetali, distinte spesso per quota altimetrica, che comprendono macchia mediterranea, sughereta, ceduo con prevalenza di cerro e leccio, pinete, castagneti e faggete. Questa ricchezza di legname è significativa anche storicamente, perché il territorio, come spiegheremo in seguito, fornì a lungo il combustibile per le manifatture metallurgiche costiere. La stessa presenza dell'allumiera si deve alle condizioni ambientali favorevoli presentate dall'ambiente circostante, fra le quali è certamente da menzionare la presenza del legname adatto alla lavorazione.

La grande varietà paesaggistica del territorio ha permesso la sua scomposizione in "unità di paesaggio", ovvero delle aree accomunate da una omogeneità di carattere geomorfologico, che si distinguono dalle altre per specifiche identità storico-culturali e per peculiari problematiche legate alle risorse naturali.⁷

Il comune di Monterotondo può essere classificato come un territorio collinare a moderata vocazione agricola con alternanza di tratti di bosco, pascoli e colture. Esso è diviso dal passaggio di due fiumi principali, il Cornia e il Milia e il suolo è ricco di risorse minerarie, geotermiche e termali.

La presenza abbondante delle risorse appena citate e la consistente presenza di boschi e terreni coltivabili sembra aver determinato il successo di questo territorio che, fin dai tempi antichi, ha conosciuto uno sfruttamento e una densità insediativa decisamente elevati.⁸

L'attività estrattiva, antica e moderna, ha fortemente influenzato l'assetto territoriale e la dinamica dell'insediamento; le tracce di queste attività sono ancora visibili e costituiscono una parte significativa del suo patrimonio culturale, ma per non scomparire necessitano di

⁷ BROGIONI, 2009, pp. 27-28.

⁸ Si veda a questo proposito il paragrafo 2.2.

una accurata salvaguardia. Le manifestazioni più evidenti dell'ultima fase di sfruttamento delle risorse del sottosuolo sono le grandi centrali geotermiche per la produzione di elettricità, che con i loro tubi di trasporto del vapore attraversano campi e boschi.

2.2 – Il Paesaggio Storico

Dal 2004 al 2007 l'Università di Siena ha organizzato 4 campagne topografiche sul territorio comunale di Monterotondo. I risultati di queste ricerche hanno evidenziato il ruolo chiave giocato dalle importanti materie prime del sottosuolo sullo sviluppo della rete insediativa e l'importanza di tali materie per la continuità diacronica di alcuni insediamenti, in un contesto di studio che va dal Paleolitico fino ai giorni nostri. Dobbiamo tuttavia attribuire la giusta importanza allo sfruttamento di queste risorse senza dimenticare che in un territorio naturale ricco di boschi e corsi d'acqua come questo l'economia dovette basarsi in primo luogo su produzioni agricole, allevamento e sfruttamento del bosco.⁹

Alla luce dei dati editi e dell'analisi dei manufatti inediti rinvenuti sui territori emerge con evidenza che nel periodo preistorico¹⁰ la presenza umana è stata condizionata in modo forte dalla presenza delle risorse litiche; alcuni ritrovamenti rendono evidente che le materie prime sono di origine locale, e sono state spesso rivenute in aree prossime a quelle dell'insediamento. Nel comune di Monterotondo i ritrovamenti ascrivibili a questo periodo sono concentrati in particolar modo nella piana tra il fiume Cornia e il fiume Milia, dove la presenza di materia prima (selce e diaspro) è particolarmente abbondante. Dallo studio dei dati è quindi percepibile una relazione stretta tra la distribuzione dei siti e la disponibilità di materie prime.

Se concentriamo la nostra analisi sulle risorse più caratteristiche del territorio delle Colline Metallifere, possiamo affermare che per il periodo Etrusco-Romano¹¹ i solfuri misti, l'argilla e i fenomeni idrotermali abbiano rivestito un'importanza sostanziale nell'economia del territorio e nelle dinamiche insediative dell'area.

Per quanto riguarda il periodo Etrusco, la rete insediativa, rilevabile tramite l'indagine di superficie, è rappresentata da un numero limitato di siti di dimensioni piuttosto ridotte, dislocati prevalentemente in aree collinari.

⁹ DALLAI, PONTA, FINESCHI, TRAVAGLINI, 2009, pp.29-32.

¹⁰ Per il periodo preistorico si rimanda alla sintesi di TRAVAGLINI S. in DALLAI, PONTA, FINESCHI, TRAVAGLINI, 2009, pp.32-35.

¹¹ Per l'epoca classica si rimanda alla sintesi di PONTA E. in DALLAI, PONTA, FINESCHI, TRAVAGLINI, 2009, pp.35-40.

Già a partire da questo periodo è inoltre ipotizzabile l'esistenza di una rete viaria che si rafforzerà con la romanizzazione del territorio. L'esistenza di un legame commerciale con la costa di Populonia, per la quale i boschi di Monterotondo costituivano una risorsa fondamentale per l'attività siderurgica, è sicuramente attestato in epoca repubblicana, ma probabilmente può essere fatto risalire anche al VII secolo a.c.¹² Proprio questo legame commerciale potrebbe avere dato l'impulso per la costituzione di un efficiente sistema viario che oggi possiamo solamente in parte ricostruire grazie all'uso delle fonti e allo studio dei toponimi.

Dalla località Bagni del Re (nei pressi di Pod. Bagnaccio), situata ai piedi del Poggio del Frassine, una strada si inoltra a Nord verso il territorio volterrano passando per il podere D'Antagneta mentre un'altra si dirige ad Est verso Monterotondo, attraversando una serie di siti che la ricerca di superficie ha evidenziato, fra cui menzioniamo San Regolo.¹³ Una strada di viabilità minore sembra anche passare per Castiglion Bernardi e collegare i Bagni del re con il lago Boracifero.¹⁴

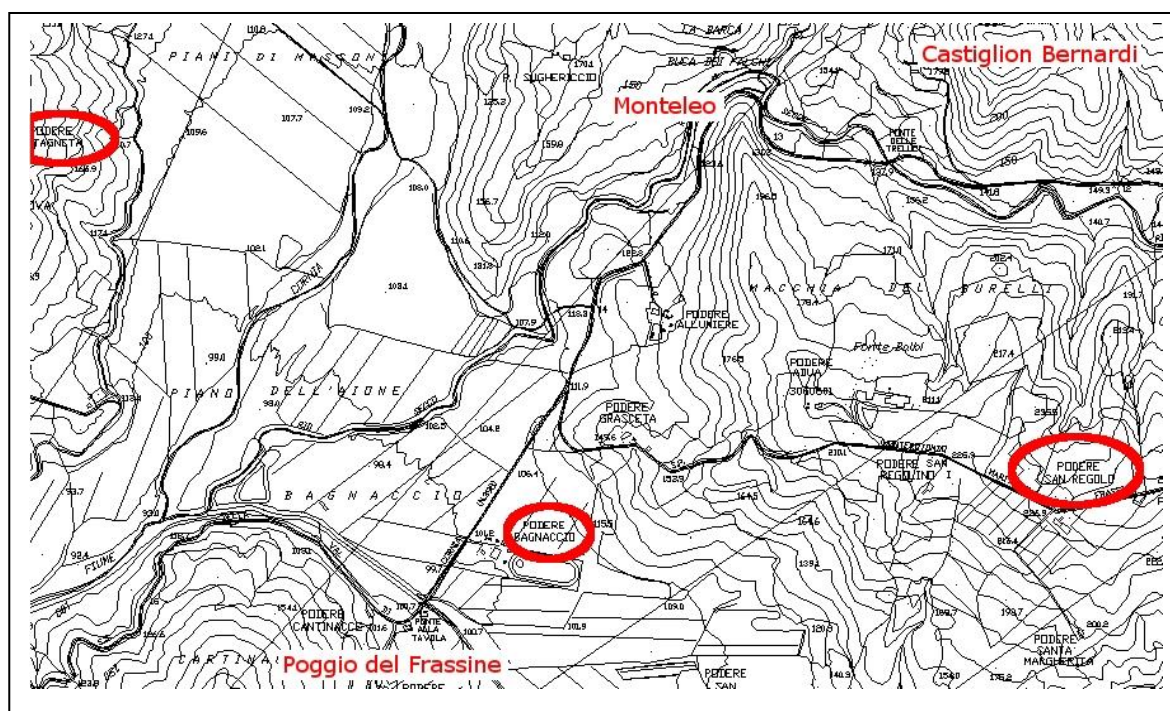


Fig.1 L'area attorno al sito di Montealeo.

¹² FIUMI, 1943, p.43.

¹³ Sulla ricostruzione della viabilità si veda FIUMI, 1943, pp.13-21.

¹⁴ Si veda a questo proposito l'interpretazione nel capitolo 3.1.

Con la fase di romanizzazione si assiste ad un accentramento dell'insediamento che sempre più sembra catalizzato dalla presenza di materie prime. Di particolare importanza per questo periodo sembrano essere le mineralizzazioni a solfuri misti il cui sfruttamento trova le prime attestazioni a partire dall'Eneolitico e conoscerà il massimo sviluppo nel Medioevo; una prova di tale importanza è rappresentata nel territorio dalla nascita dei cosiddetti "castelli minerari", esempi dei quali sono i siti di Cugnano e Rocchette Pannocchieschi.¹⁵

L'ubicazione ravvicinata del sito romano di Ficarella rispetto agli importanti giacimenti piombo-argentiferi di Poggio Trifonti, che saranno sfruttati ampiamente nel medioevo,¹⁶ fa senz'altro ipotizzare che questo insediamento di medio-grandi dimensioni avesse orientato in parte la propria economia alla produzione di piombo e argento. Lo studio dei materiali rinvenuti con la ricognizione ha permesso di stabilire una frequentazione del sito fino a tutto il V sec d.c. I ritrovamenti di pezzami di roccia mineralizzata e scorie, le cui analisi hanno messo in evidenza la presenza di ferro, potrebbero confermare lo sfruttamento dei locali giacimenti minerari. Una campagna archeologica finalizzata a dimostrare la validità di queste ipotesi è in corso di programmazione.

Per quanto riguarda i fenomeni idrotermali il loro utilizzo è sicuramente attestato in questo periodo.

Purtroppo la mancanza di fonti e le lacune archeologiche non ci permettono di avere delle conferme sull'effettivo sfruttamento delle manifestazioni geotermiche locali per l'approvvigionamento di minerali e sali, come l'allume, il vetriolo e lo zolfo, che invece troveranno grande spazio all'interno dell'economia medievale.¹⁷ Nel caso di Monterotondo la ricognizione di superficie ha individuato un insediamento accentrato con un sito principale e vari annessi funzionali in prossimità del Lago Boracifero, zona ancora oggi interessata da diffusi fenomeni geotermici. La presenza di queste manifestazioni rende il terreno vicino inadatto ad un eventuale uso agricolo e ad un insediamento antropico, ma allo stesso tempo mette a disposizione una serie di risorse che potrebbero essere state di chiaro interesse economico. In assenza di strutture tipiche di uno sfruttamento agricolo risulta assai significativa la presenza cospicua di ceramica anforacea, che potrebbe far

¹⁵ Per Cugnano si veda BELLI, FRANCOVICH, GRASSI, QUIROS, 2005; BRUTTINI, FICHERA, 2009, pp.306-313;
Per Rocchette Pannocchieschi si veda BELLI, DE LUCA, GRASSI, 2003.

¹⁶ DALLAI, 2005, pp.9-14.

¹⁷ Si veda a questo proposito il paragrafo 3.1.

pensare al sito come ad un'area di stoccaggio, forse proprio dei sali prodotti in loco. Ad avvalorare questa ipotesi è stato il rinvenimento di frammenti di contenitori ceramici a impasto grezzo che richiamano le anfore a impasto grezzo rinvenute a Padova e Lipari, per le quali la funzione più probabile sembra essere stata quella destinata al trasporto di allume.¹⁸

Le risorse idrotermali sembrano però orientare l'insediamento anche in altro modo.

In località di Bagno del Re sono state messe in evidenza opere di regimazione delle acque realizzate con pietre e grosse tegole, sulla cui superficie è evidente una sedimentazione di colore chiaro, indice probabilmente dello scorrere di acque ricche di minerali. Questo sistema di canalette serviva con ogni probabilità a condurre le acque calde provenienti dalla sorgente in direzione di una cisterna ipogea nota come "*Cantina o Botte del Re*" che dall'analisi delle strutture e della tecnica costruttiva sembra risalire ad epoca pre-medievale.¹⁹ Al di là della strada una struttura detta Bagno del Re ebbe anch'essa probabile funzione di sfruttamento delle acque calde. L'edificio attualmente visibile non è più antico del XVI-XVII secolo, ma il ritrovamento di abbondante ceramica romana tra cui sigillata italica e africana, potrebbe attestare nei dintorni la presenza di alcune strutture di epoca anteriore. Ad ogni modo la prima attestazione sicura del monumento è quella proveniente da un *istrumentum* del 779 in cui il vescovo di Lucca permuta alcuni territori con altri, posti <<*in loco Paterno magno finibus Balneo Regis*>>.²⁰

Nelle vicinanze, in località Podere San Regolo, la ricognizione di superficie ha registrato una notevole concentrazione di rinvenimenti organizzati in aree ben definite, che induce a interpretare il sito come un villaggio. La presenza di questo villaggio potrebbe quindi essere da porre in relazione anche allo sfruttamento delle risorse termali del Frassine.

Per il Medioevo²¹ il quadro fornitoci dai ritrovamenti di superficie e dalla documentazione scritta sembra mostrare una sostanziale persistenza insediativa in alcune zone chiave per lo sfruttamento di diverse risorse territoriali.

E' questo probabilmente il caso di San Regolo e Castiglion Bernardi, insediamenti databili sulla base dei documenti già a partire dalla metà dell' VIII secolo. Le indagini archeologiche di superficie hanno rivelato che questi centri sorgono su terreni in antichità

¹⁸ MATTIOLI, 2005, pp.177-185.

¹⁹ FIUMI, 1943, pp. 41-43.

²⁰ *Ibid.*, pp. 41-43.

²¹ Per il periodo medievale si rimanda alla sintesi di DALLAI L. in DALLAI, PONTA, FINESCHI, TRAVAGLINI, 2009, pp.45-47.

occupati da insediamenti romani e che hanno avuto una continuità di vita fino a tutto il VI secolo d.c.

La chiesa di San Regolo in particolare si inserisce nell'ambito di un ampio territorio boschivo di proprietà fiscale regia quale "Wualdo Domni Regi".²² La chiesa, che custodiva le spoglie del martire San Regolo, realizzò a seguito di numerose donazioni e acquisti una notevole importanza nel territorio popoloniese, assicurando così al vescovo di Lucca un'estesa proprietà lontana dai confini della propria diocesi.²³

L'altura di Castiglion Bernardi fa parte invece di una donazione che il monastero di San Pietro a Monteverdi fece alla chiesa di San Regolo, così come è documentato da un atto del 770 : <<una casa massaricia>> ubicata <<in loco vocaboli Castellione>>.²⁴

Una filone di indagine potrebbe quindi essere indirizzato nel verificare quale sia stato l'effettivo rapporto tra gli interessi lucchesi per le materie prime del sottosuolo (solfuri misti e allume tra tutti) e il possesso di questi due centri, molto vicini alle cave di allume di Monteleo e in un territorio ricco di risorse minerarie.

La mancanza ad oggi di indicatori archeologici certi e l'assenza di qualsiasi riferimento sui documenti lucchesi riguardo all'aspetto economico legato alle risorse del sottosuolo rendono necessarie ulteriori indagini per verificare questa ipotesi.²⁵

Alcuni ragionamenti tuttavia posso essere fatti sulla base dai dati attualmente disponibili, anche se tutt'ora risulta difficile stabilire se le cave di alunite di Monterotondo Marittimo, ma anche quelle circostanti, siano state utilizzate per ricavare l'allume prima della sicura attestazione di attività estrattive a Monteleo (1471).²⁶ E' un fatto interessante tuttavia che la pratica di calcinazione delle pietre di allume, cioè quel processo di cottura che permetteva di separare il minerale puro dalla restante matrice, fosse certamente attestata già in periodo romano e tardo antico nell'area egea (Isola di Lesbo²⁷, Focea²⁸).

²² FARINELLI, 2007, p. 74.

²³ FIUMI, 1943, pp. 41-43.

²⁴ FARINELLI, 2000 p. 144.

²⁵ Alcune ipotesi interpretative sono state effettuate all'interno del paragrafo 3.1.

²⁶ BOISSEUIL, 2009, p.12

²⁷ ARCHONTIDOU, 2005, pp. 85-88;
ARCHONTIDOU, BLONDE', PICON, 2005, pp.88-95.

²⁸ PICON, 2005, p. 26.

Un elemento a supporto dell'ipotesi di una notevole antichità delle cave ci viene dallo studio della viabilità minore e dalla topografia.

La presenza del toponimo *La Dirota*, oggi riferito a un corso d'acqua che confluisce nel "Riseco", qualifica come carrabile²⁹ un ipotetico percorso viario che, se l'ipotesi fosse corretta, passava davanti alla cave di allume di Monteleo, sotto Castiglion Bernardi e giungeva al Lago Boracifero³⁰. La ricognizione ha inoltre evidenziato l'esistenza di una viabilità minore che collega l'altura di Castiglion Bernardi con la cava di alunite.

Per il periodo Medievale disponiamo di ulteriori dati. Se accettiamo che i vasti possedimenti che il vescovato di Lucca aveva in questo territorio siano stati indice di un interesse diretto per le risorse minerarie del sottosuolo³¹, possiamo supporre che anche l'allume fosse al centro dell'interesse per questi luoghi.

In questo senso è da sottolineare come tra i diversi impieghi dell'allume ve ne siano alcuni legati strettamente alla metallurgia: l'arricchimento superficiale delle leghe di argento e la riduzione dell'ossidazione nella lavorazione del ferro.

La pratica dell'arricchimento superficiale delle leghe di argento è attestata già ai tempi dei Romani, specialmente nei momenti di crisi, e nel Medioevo.³² Gli oggetti in lega di rame e argento erano immersi in una soluzione di allume, sale e acidi organici. La soluzione corrodeva dall'esterno il rame, risparmiando l'argento, la cui percentuale in superficie aumentava rispetto a quella del rame, rendendo quindi l'oggetto più splendente.

L'ipotesi di un reale interesse di Lucca per l'allume potrebbe essere avvalorata dal fatto che la città sia stata una delle prime in Italia a coniare il denaro carolingio, moneta d'argento che sostituiva la monetazione d'oro longobarda.

L'allume era inoltre usato per la lavorazione del ferro per ridurre l'ossidazione durante la martellatura e la saldatura,³³ processo però descritto per la prima volta nel XVI secolo da Vanoccio Biringucci, per cui non sappiamo se fosse utilizzato anche in precedenza.

Se materialmente non siamo ancora in grado di dimostrare l'effettivo utilizzo delle cave di allume di Monteleo nel Medioevo, anche perché le antiche tracce di lavorazione potrebbero essere state cancellate dalle più recenti, non è inverosimile, sulla base dei dati

²⁹ CHELLINI, 1999, pp.161-191.

³⁰ FINESCHI, 2006, p.26.

³¹ Si veda l'analisi del paesaggio storico nel capitolo 2.2.

³² GIUMLIA-MAIR, 2005, pp.336-341.

³³ *Ibid.*, pp.336-341.

attualmente disponibili, immaginare questo scenario che, se fosse confermato, porterebbe una svolta decisiva agli studi su questa materia.

3- ATTIVITA' ESTRATTIVA E PRODUZIONE DI ALLUME NEL TERRITORIO DELLE COLLINE METALLIFERE.

3.1- La tradizione di studi e le nuove proposte interpretative.

Con il termine allume sono state indicate sin dall'antichità, anche in modo improprio, una serie di sostanze saline astringenti e mordenti, che per le loro proprietà venivano utilizzate in modo preponderante nella lavorazione dei tessuti e delle pelli.

L'allume propriamente detto (quello a cui oggi facciamo riferimento) appare invece chimicamente come un solfato doppio d'alluminio e potassio [$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$] e viene ricavato principalmente, come nel caso dell'impianto di Monteleo, da un minerale chiamato alunite (o "pietra alluminosa") [$KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$] .

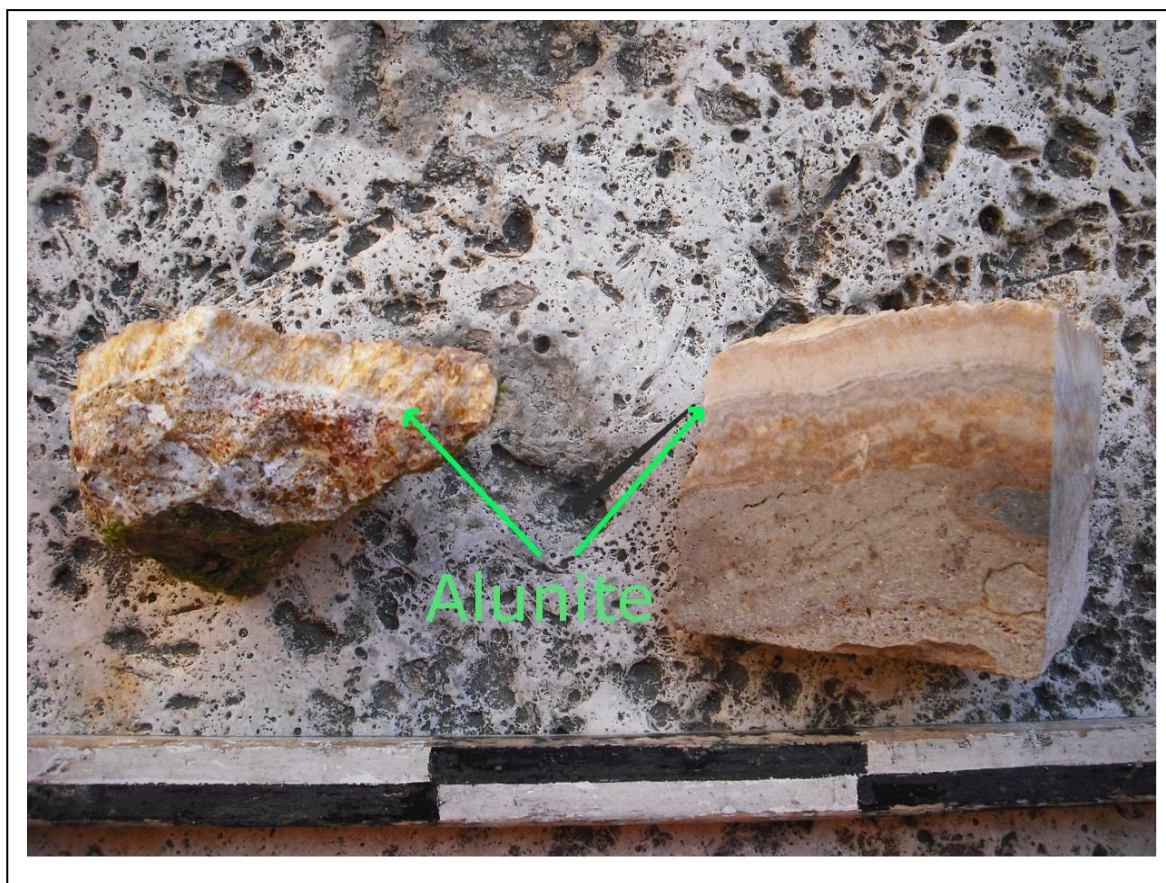


Fig.2 L'alunite all'interno di frammenti rocciosi provenienti dalle cave della Tolfa.

Questo minerale si trova in natura in terreni formati da rocce vulcaniche ricche di potassio e che sono stati sottoposti all'azione delle acque termali.³⁴

Oltre a favorire il fissaggio della colorazione vegetale sui tessuti e ad essere impiegato nella concia delle pelli per impedirne l'indurimento e la putrefazione, l'allume era utilizzato anche nell'industria del vetro e della carta, per la dissecazione del pesce e per utilizzo farmaceutico.³⁵

I primi documenti riguardanti lo sfruttamento minerario e di conseguenza anche i diritti sull'allume, risalgono agli albori comunali. Enrico Fiumi nel suo libro "*L'utilizzazione dei lagoni boraciferi della toscana nell'industria medievale*" traccia un quadro significativo dell'epoca, concentrandosi in particolar modo sul territorio volterrano.

La signoria vescovile traeva dallo sfruttamento dei giacimenti minerari l'introito fondamentale della propria economia. Il diritto a questo sfruttamento era concesso tramite un *regalia*, ossia una concessione imperiale elargita al vescovo. Per quanto riguarda l'allume, i suoi diritti di sfruttamento non compaiono in alcuna elargizione imperiale ma, in un inventario delle possessioni e rendite della mensa episcopale, redatto nel 1301, questo diritto è confermato al vescovo stesso. Si può quindi ipotizzare che, anche se assente da alcuni documenti, lo sfruttamento dell'allume dei lagoni abbia rappresentato in ogni caso una regalia, al pari dello sfruttamento delle saline e delle argentiere.³⁶

Il territorio di Monterotondo era in parte inserito nella diocesi volterrana ma l'attività dei Lagoni fu svolta nell'ambito territoriale e giurisdizionale di Massa prima e Siena in seguito. Un documento del 1284 attesta la vendita al comune di Massa di lumaie, zolfinaie e bagni del territorio di Monterotondo.³⁷

Se l'allume rivestì quindi un ruolo fondamentale per l'economia vescovile, sicuramente fu altrettanto cruciale anche per l'economia comunale. Questa importanza sembra trasparire da un trattato commerciale del 1224 tra il comune di Siena e quello di Volterra, che regolamentava il commercio tra le due città di alcune materie prime tra cui *l'alumen*,³⁸ una

³⁴ PICON, 2005, pp. 12-38.

³⁵ Sull'impiego dell'allume si veda PLINIO, *Nat.Hist.*, II, XXXV.; FIUMI, 1943, pp.109-111; DI CARLO, DI GIULIO, FRANCESCHINI, MORETTI, TORRETTI, 1984, pp.16-17.

³⁶ FIUMI, 1943, pp. 69-99.

³⁷ FIUMI, 1943, p. 84.

³⁸ SCHNEIDER, 1907, n.412, pp 145-146 ; FARINELLI, 2009, p. 71.

sostanza minerale prodotta nel territorio volterrano.³⁹ Altri indizi sull'importanza di questo minerale ci vengono dagli *Ordinamenta super artem fossarum rameriae et argenteriae civitati Massae*, composto alla fine del XIII secolo, un *corpus* normativo sulla coltivazione dei giacimenti metalliferi inserito nello statuto del comune di Massa agli inizi del XIV secolo. Gli *Ordinamenta* rappresentano tuttavia solo una normalizzazione di regole, consuetudini e pratiche minerarie che, alla fine del XIII secolo, risultavano già perfettamente consolidate.

All'interno del *corpus* trova spazio anche la voce *alumen*, interpretabile probabilmente come allume, in particolare quello prodotto nel territorio di Monterotondo e di cui il comune di Massa si riserva l'esclusiva.⁴⁰

La norma cristallizza un dato di fatto, cioè che vi fossero già attività di estrazione (se di allume naturale o da alunite non è dato saperlo) nel territorio di Monterotondo e cerca di imporre un controllo sulla produzione. Questa produzione doveva essere utile alla città e necessaria per una delle manifatture presenti nell'area. Dagli *Ordinamenta* si ricava infatti l'esistenza di specifiche attività di concia delle pelli a ridosso delle mura della città nella zona detta di Massa Vecchia. Le indagini archeologiche hanno individuato proprio in quest'area grosse vasche di travertino. Se vasche di questo tipo sono state spesso associate ad un utilizzo agricolo per la produzione di olio e vino, la loro presenza in un'area destinata alla lavorazione delle pelli porta a pensare ad un loro utilizzo nelle attività di concia, per esempio per contenere la soluzione alluminosa in cui le pelli venivano immerse.⁴¹

Se da un lato appare evidente come l'allume sia stato in questo periodo oggetto più o meno conteso di interessi vescovili e comunali, e quindi con ogni probabilità una risorsa importante per l'economia locale, dall'altro è strano che nei documenti e nei registri dei commercianti del '300 e '400 non si trovi traccia del traffico di questo minerale, traffico che sembra investire invece solo lo zolfo e il vetriolo. Questa contraddizione è resa ancora più evidente da alcuni elementi che suggeriscono una normale produzione di allume nel territorio dei Lagoni per tutto il '400.⁴²

³⁹ Si veda più avanti sul significato del termine "allume" nei registri dei commercianti volterrani.

⁴⁰ FARINELLI, 2009, p.72.

⁴¹ DALLAI, PONTA, FINESCHI, TRAVAGLINI, 2009, pp.45-46.

⁴² FIUMI, 1943, p. 112.

La terminologia sui prodotti dei lagoni purtroppo non ci è di grande aiuto perchè rimane piuttosto vaga. Mentre per il XIV secolo la documentazione riporta i prodotti dei lagoni come “*allume delle acque*” o “*acque alluminose*”, nel XV secolo la terminologia evolve verso “*lumaie dello zolfo e vetriolo*”, “*lumaie e solfinaie*”. Si generalizzò in questo periodo comunque la qualifica di “*lumaria*” o “*lumaia*”, la quale si indirizzava al campo più vasto delle utilizzazioni solfatariche e vetrioliche, designando l’insieme delle attività dell’industria dei lagoni.⁴³

Dall’esame dei documenti appare evidente una grande confusione anche sulla terminologia dei prodotti, probabilmente derivante dalla difficoltà nel distinguere concrezioni saline simili. In particolare il vetriolo, che è un solfato ferroso, solitamente si presenta di colore verde ma invece, nel caso locale dei Lagoni volterrani, le fonti lo descrivono bianco, quindi facilmente confondibile con l’allume.

Proprio per questa natura simile, dai documenti traspare come l’allume e il vetriolo non vengano ricordati distintamente, ma una voce di solito esclude l’altra.

I concreti salini scelti come materie prime nelle manifatture erano generalizzati con il nome di “*luma*” o “*allume*” o “*lumaria*” anche quando in realtà si aveva del vetriolo e non dell’allume; in altri documenti si distingueva il prodotto finito, *vetriolo*, da un minerale greggio, *allume o luma*.

Rimane quindi da stabilire se il termine di *lumaria*, applicato alle produzioni dei lagoni, derivasse dalla somiglianza delle concrezioni saline che vi si ricavavano con l’allume o se testimoniava l’effettiva produzione di questa materia. Cioè se il prodotto salino immesso in commercio dai Lagoni sia sempre stato il vetriolo o comunque una soluzione di sali differenti che venivano utilizzate nella fabbrica del vetriolo, come nel ‘400, o se in primo luogo il minerale ricercato fosse stato l’allume, da cui poi sarebbe derivato il nome “*lumaria*”.⁴⁴

Gli statuti del 1336 della camera apostolica di Volterra, in cui allume e vetriolo sono insieme citati, sembrano potersi riferire alla transizione tra il periodo in cui l’allume era estratto come tale e l’epoca della sua utilizzazione assieme al vetriolo. Se fin dai tempi antichi le saline dei lagoni fornirono allume, questa produzione, per ragioni economiche e per la difficoltà di distinguere e separare le concrezioni saline, presto si confuse con quella del vetriolo, dal quale venne sostituito o in ogni caso estratto assieme, anche se le *lumarie*

⁴³ *Ivi.*, p. 116.

⁴⁴ *Ivi.*, p. 123.

continuarono a chiamarsi tali.⁴⁵

Se vi fu quindi un periodo in cui la raccolta dell'allume venne meno, non diminuì per questo la produzione dei Lagoni, dove si continuò a produrre le materie prime meno soggette alla concorrenza esterna, come appunto il vetriolo. La mancata produzione di allume alla metà del '400 nel territorio volterrano è sottolineata dall'enorme entusiasmo che si sviluppò attorno alla scoperta delle allumiere del Sasso nel 1470, che altrimenti non avrebbe causato tanto scalpore.⁴⁶

Con la fine del '500 la produzione dei lagoni si avvia verso la fine. La crisi di questo settore produttivo è verosimilmente da mettere in relazione con la crisi della arti regionali della lana e della seta piuttosto che con l'esaurimento del minerale. Permangono solo le coltivazioni più redditizie e quelle produzioni di minore costo estrattivo, che richiedevano minore specializzazione.

La tradizione di studi ha marcato il passaggio netto dall'estrazione di allume naturale, ricavato dalle concrezioni saline dei terreni sottoposti ad azione idrotermale, a quella di allume artificiale cioè ricavato dal minerale dell'alunite. Quest'ultimo allume sarebbe giunto dall'oriente quando le città marinare e la repubblica fiorentina stabilirono rapporti regolari con l'Asia Minore, soppiantando il minerale nativo. Solo la caduta di Costantinopoli (1453) e la crisi dei commerci con le aree orientali del Mediterraneo avrebbe spinto la ricerca di nuove miniere di allume in Italia, simili a quelle dell'Oriente.⁴⁷ Dalla seconda metà del XV secolo, quindi, la corsa allo sfruttamento di questa risorsa ebbe un grosso impulso perché le manifatture del cuoio, della lana e della seta videro prospettarsi la possibilità di procurarsi a buon prezzo questo importante minerale.

E' sempre di questo periodo la scoperta delle miniere della Tolfa (1461)⁴⁸ di cui i mercanti toscani tentano di accaparrarsi il monopolio. Sia Firenze che Siena corsero allora ai ripari cercando allume nei propri territori: Firenze tramite la guerra voluta da Lorenzo il Magnifico contro Volterra (1472)⁴⁹ per impadronirsi delle risorse del sottosuolo

⁴⁵ FIUMI, 1943, p.109-126.

⁴⁶ *Ivi.*, p. 125.

⁴⁷ BOISSEUIL, 2005, pp.105-106.

⁴⁸ FARINELLI, 2009, p. 72.

⁴⁹ FIUMI, 1948, pp. 26-27.

volterrano, Siena invece tramite lo sfruttamento e la ricerca di giacimenti nel territorio delle Colline Metallifere.⁵⁰

La grande importanza che le miniere di allume rivestivano all'epoca è sottolineata dalle numerose dispute territoriali tra il vescovo di Massa e la Camera Apostolica e il comune di Massa circa il controllo delle allumiere di Montioni, Valle e dell'Accesa, essendo queste in zone di confine tra le giurisdizioni territoriali del vescovo e del comune.⁵¹

L'importanza di questo prodotto è sottolineata anche dal tentativo da parte della Camera Apostolica di monopolizzare la produzione e il commercio dell'allume. Sotto quest'ottica vanno visti i tentativi di papa Sisto IV che precluse lo sfruttamento dell'Allumiera di Montioni pagando ai duchi di Piombino un risarcimento annuo per il mancato sfruttamento della miniera,⁵² oppure l'appalto che venne concesso a Lorenzo il Magnifico per sfruttare le cave della Tolfa, a seguito del quale la produzione delle allumiere del Sasso, di proprietà fiorentina, venne interrotta.⁵³

⁵⁰BALESTRACCI, 1984, p. 22.

⁵¹FARINELLI, 2009, p.73.

⁵²PAPERINI, 2009, pp. 50-51.

⁵³FIUMI, 1948, p. 82.

3.2 – Il sito di Monteleo, breve storia a partire dalle fonti.

A fronte di una documentazione archeologica ancora in crescita, le fonti documentarie hanno permesso una conoscenza preliminare delle fasi di vita dell'impianto e uno studio più approfondito del suo funzionamento.

Alcuni documenti riguardano direttamente il funzionamento dell'allumiera di Monteleo.

- Dal fondo *Archivi Aggregati ,Famiglie e particolari*⁵⁴, conservato presso l'archivio dell'Opera Metropolitana di Siena, sono tratti due libri mastri e due registri contabili tenuti dal direttore dell' allumiera nel biennio 1507-08, un certo Piero di mastro Alessandro da Sermoneta.⁵⁵ Essi restituiscono informazioni importanti perché scritti da personale tecnico, quindi attento in particolar modo alla parte gestionale ed economica dell'attività.
- Il manoscritto *Sulle allumiere della Toscana*⁵⁶ di Giovanni Targioni Tozzetti, conservato presso la Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze, è una relazione redatta nel 1745 su incarico del conte di Richecourt che ci fornisce un'accurata descrizione del funzionamento e del lavoro nell'allumiera all'epoca della sua visita, durata 7 giorni.⁵⁷ Proprio perché frutto diretto della sua esperienza, la relazione è da considerare particolarmente attendibile e di grande importanza per lo studio del nostro contesto.

Altri documenti coevi restituiscono invece informazioni utili in maniera indiretta, ossia tramite il confronto con contesti simili e cronologicamente vicini.

- Nell'opera *De Pirotechnia*⁵⁸, Vanoccio Biringucci descrive, ad esempio, il funzionamento delle allumiere della Tolfa nella prima metà del XVI secolo. Quest'opera è importante per lo studio del nostro contesto perché Biringuccio si forma presso quell'élite senese che, alla fine del XV secolo, fonda la propria ascesa politica e sociale e

⁵⁴ *Archivi Aggregati ,Famiglie e particolari*, 60-63, conservato presso l'Archivio Opera Metropolitana di Siena (da adesso AOMS).

⁵⁵ BOISSEUIL, 2009, p. 18.

⁵⁶ Il manoscritto Palatino 1065 conservato presso la Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze (G.TARGIONI TOZZETTI, *Sulle allumiere della Toscana*) è in parte edito in RIPARBELLI, 1984, p. 65-120.

⁵⁷ RIPARBELLI, 1984, p. 67.

⁵⁸ BIRINGUCCI V., *De protechnia*, 1540.

la propria egemonia sul controllo delle risorse metallurgiche, padroneggiando i segreti della tecnica e la cultura tecnologica;⁵⁹ la stessa èlite promotrice in quegli anni dello sfruttamento minerario delle Colline Metallifere grossetane.

Rimane da stabilire quanto del modo di produzione dell'allume descritto dal Biringucci sia frutto dell'esperienza maturata in Toscana e se sia possibile quindi riferire, vista la quasi contemporaneità tra la fonte e l'effettivo periodo di attività delle allumiere toscane, quelle tecniche descritte anche al nostro contesto di studio.

- Nell' opera *De Re Metallica* del 1556, Georg Agricola espone in forma di trattato sistematico lo stato delle coltivazioni e delle lavorazioni dei minerali e dei metalli alla metà del XVI secolo. Tra gli argomenti dell'opera, trova spazio anche la produzione di allume. La tavola che illustra l'attività dell' allumiera⁶⁰ (Fig.7) è particolarmente interessante perché mostra una serie di dettagli che dalle fonti scritte non è possibile ricavare, come ad esempio la forma delle strutture e degli utensili adibiti alla lavorazione di questo prodotto.

Fra gli ultimi due testi citati quello di Biringuccio rappresenta il primo trattato pratico di metallurgia dell'età moderna, basato essenzialmente sulla propria esperienza e per questo da considerare come uno specchio abbastanza fedele della siderurgia e di altre pratiche metallurgiche del primo Cinquecento, con le sue potenzialità ma anche i suoi limiti (*una serie di processi empirici in parte collegati tra loro ma in parte ancora slegati e assolutamente non costretti in un "sistema"*).⁶¹

L'opera di Agricola, di alcuni anni più tardi, si basa invece essenzialmente sulla teoria e sull'osservazione, piuttosto che sull'esperienza diretta. Per questo motivo la sua rappresentazione è meno applicabile al nostro contesto di studio in quanto più astratta e lontana, anche geograficamente.

A partire dai dati ricavati dalle fonti è possibile tracciare una sommaria, ma comunque efficace ricostruzione delle fasi di vita dell'allumiera di Monteleo, in modo da poter in seguito agganciare, con maggiore chiarezza, eventi e situazioni particolari rilevati stratigraficamente alla cronologia assoluta.

⁵⁹ VERGANI, 2000, pp.57-71.

⁶⁰ AGRICOLA G., *De re metallica*, 1986, p. 571;

⁶¹ VERGANI, 2000, pp.57-71.

Una scansione di queste fasi si ricava facilmente dagli atti degli *Archivi Notarili Antecosimiani* conservati dall'Archivio di Stato di Siena.⁶² La prima attestazione della creazione di una società dedicata allo sfruttamento di allume a Monteleo risale al 1471.⁶³ Un gruppo di cittadini senesi, sicuramente partecipi della vita pubblica e del governo della città, costituirono una società concessionaria del comune, una *magona* o *maona*, sul modello delle società genovesi che si assicuravano lo sfruttamento dell'allume orientale nel XV secolo e delle società destinate a commercializzare i minerali del ferro dall'Isola d'Elba.⁶⁴

Questa godeva dei diritti di estrazione dell'allume nativo e dell'allume di rocca, cioè dell'alunite, soprattutto su una parte del territorio di Monterotondo, quella facente capo alla *curtis* del *castrum* di Castiglion Bernardi, e doveva indennizzare la comunità per un totale di 800 fiorini per la durata di due anni. L'appalto di estrazione fu conferito l'8 luglio 1471 a un ingegnere senese, un tale Bartolomeo Di Mariano Allegretti.⁶⁵

Le aspettative di questa produzione erano alte: si dovevano infatti produrre, per 5 anni, 16000 *cantari* per anno (circa 800 tonnellate) di allume.

L'allumiera godeva dei diritti di sfruttamento dei boschi e delle acque e si configurava probabilmente già con impianti di lavorazione e stabilimenti per i lavoratori, come riporta l'atto notarile << *chapane, chase, chaldare, chondotti d'acqua, ferramenti di più ragioni e molte masserizie necessarie a ditta lumiera e molte pietre chotte...>>.⁶⁶*

Bisogna attendere il 1488 affinché l'allumiera venga di nuovo menzionata dai documenti.⁶⁷ Lo sfruttamento di Monteleo è ora sotto il controllo di una società guidata dai più importanti e ricchi cittadini senesi (Andrea Piccolomini, Jacopo Migliorini, Ambrogio Spanocchi) che compiono una serie di investimenti all'interno dell'allumiera. Lo spirito imprenditoriale dell'élite senese del periodo è evidente nei coevi tentativi di controllo sull'allume della città di Massa e nell'interesse per il commercio dell'allume di Tolfa.⁶⁸

⁶² Da adesso ASS.

⁶³ Il documento in questione fa parte dell'archivio ASS Notarile antecosimiano, n° 415.

⁶⁴ Sulle magone medievali si veda CESSI, 1919, pp. 5-59;
Sul ruolo delle magone dell'Isola d'Elba si veda MELI, TOGNETTI, 2006, p. 90-95.

⁶⁵ BOISSEUIL, 2009, p. 32.

⁶⁶ ASS Notarile antecosimiano, n° 415.

⁶⁷ Il documento in questione fa parte dell'archivio ASS Notarile antecosimiano, n° 560.

⁶⁸ BOISSEUIL, 2009, p.32.

Nel 1490 il contratto della concessione estende la licenza di <<*cavare e fare cavare pietra per fare allume...*>>⁶⁹ alla Curia d'Antagneta, situata al di là del fiume Cornia,. Anche in questo caso la licenza permette la costruzione di edifici a scopo abitativo e la modificazione del paesaggio tramite la costruzione di strade, ponti e opere di regimazione delle acque; assegna i diritti sulle acque e sul legname, la possibilità di tenere del bestiame, di piantare grano e viti.

Una parte degli archivi riguarda lo sfruttamento delle allumiere dette de le “*Crocicchie*” da parte di una società diretta da Rinaldo Tolomei.

Secondo i termini di una concessione del 1502⁷⁰, Rinaldo Tolomei, in associazione con Pandolfo Petrucci, acquisiva i diritti sullo sfruttamento d'allume all'interno del territorio di Monterotondo, in particolare tra le curie D'Antagneta e di Castiglione Bernardi.

Anche se il nome “le Crocicchie” risulta nuovo nei documenti⁷¹, non doveva per questo esserlo l'attività, la quale si inserisce all'interno di un progetto di sfruttamento preesistente, come rivelano le spese riguardo restauri di infrastrutture e messa in valore dei giacimenti delle due curie, di cui si fa menzione negli atti notarili già a partire dal 1490.⁷²

L'attività di sfruttamento inizia nei primi mesi del 1507, anche se i registri contabili tenuti da mastro Alessandro compaiono il 21 giugno.

Si distingue anche in questo caso una zona abitativa, “*casa*”, da una zona produttiva, “*lumiera*”; la zona abitativa è composta da una “*casa delle Crocicchie*” e senza dubbio da un granaio e una dispensa.⁷³

La produzione dell'attività si dimostra però modesta, addirittura tre volte inferiore ai primi ambiziosi progetti del 1471.⁷⁴ Anche la manodopera associata è modesta di numero, con punte di appena 70 operai a fronte dei 711 che lavoravano alla Tolfa nel 1557.⁷⁵

⁶⁹ Il documento in questione fa parte dell'archivio ASS Notarile antecosimiano, n° 923.

⁷⁰ Il documento in questione fa parte dell'archivio ASS Notarile antecosimiano, n° 863.

⁷¹ Probabilmente da riferire al toponimo “Croce d'Antagneta”: BOISSEUIL, 2009, p.34.

⁷² *Ivi.*, p.15.

⁷³ AOMS, *Archivi, aggregati, famiglie e particolari*, 61, fol.55v.

⁷⁴ BOISSEUIL, 2009, p.35.

⁷⁵ DELUMEAU, *L'alun de Rome XVe-XIXe siècle*, Parigi, 1962, p.76.

Con la fine del 1508 l'allumiera va incontro alla chiusura. Si registra nei documenti un calo drastico del numero di operai sui cantieri e il capo mastro organizza la liquidazione dell'azienda.

Se sono sconosciuti i motivi dell'abbandono possono comunque essere fatte ipotesi verosimili;

sembra ad esempio molto improbabile che la fine dell'attività sia stata decretata dall'esaurimento dei giacimenti alluminiferi poiché, se così fosse stato, non sarebbe stata possibile una riapertura dei cantieri, che invece avvenne nella prima metà del 1700 per conto della reggenza Lorenese, come descritto nell'opera di Targioni Tozzetti.

Più verosimile invece è pensare che una produzione modesta e forse poco redditizia, come quella di Rinaldo, non abbia più potuto giustificare i costi di mantenimento dell'attività. La concorrenza dell'allume di Tolfa di Agostino Chigi potrebbe aver aggravato una situazione precaria e avere reso difficile il piazzamento sul mercato dell'allume di Monteleo. Sembra spingere in questa direzione anche lo studio dei registri contabili in cui si nota che circa un terzo della produzione di allume, nei mesi finali dell'attività, sarebbe sparito dai commerci⁷⁶, forse proprio perché diventato poco concorrenziale nel prezzo.

A questi problemi va sommata sicuramente la decadenza economica dell'élite senese che tanto aveva promosso, dagli inizi del XV secolo, lo sfruttamento e il controllo delle risorse minerarie.

La difficoltà dell'impresa sembra quindi verosimilmente da mettere in relazione a motivi interni di carattere gestionale e a pressioni e cause esterne che sicuramente hanno aggravato la condizione dell'attività.⁷⁷

Se dal 1508 per oltre 200 anni non abbiamo più notizie dell'allumiera di Monteleo, non per questo si esaurisce la spinta imprenditoriale volta al controllo delle risorse minerarie nel territorio delle Colline Metallifere, che prosegue con Cosimo I de' Medici.⁷⁸ Le attività promosse nei territori di Massa Marittima, Campiglia Marittima e Montioni vennero dirette alla riattivazione delle locali allumiere e alla tradizionale produzione di vetriolo. In quest'ottica lo sviluppo di alcune attività avvenne a discapito di altre: fu questo il caso

⁷⁶ BOISSEUIL, 2009, pp. 27-28

⁷⁷ *Ibid.*, pp. 27-28.

⁷⁸ FARINELLI, 2009, p.75.

delle allumiere di Castelnuovo Val di Cecina e Biserno⁷⁹, e probabilmente anche di Monteleo, che vennero abbandonate.

L'attività di Monterotondo venne riaperta invece dal conte di Richecourt, per conto della reggenza Lorenese e coprì un periodo che va dal 1741 fino al 1752-53, quando il fallimento dell'impresa comportò il definitivo abbandono con il crollo delle gallerie e la rovina degli impianti.⁸⁰

Il documento più importante che ci è pervenuto sul funzionamento dell' allumiera settecentesca è quello redatto dal Targioni Tozzetti, in occasione del suo sopralluogo per conto di Richecourt stesso, nel 1745, presso le allumiere di Monteleo, dove rimase 7 giorni. Targioni era stato uno dei più entusiasti sostenitori dell'impresa, e già nel 1743 scrisse al conte per incitarlo a proseguire la politica di incremento delle allumiere contro il monopolio della Tolfa.⁸¹

Non sappiamo per quale motivo egli fosse stato mandato in visita a Monterotondo, ma certo è che l'attività si trovò in gravi difficoltà finanziarie molto presto, come si evince da una lettera del 1745 che il direttore dei lavori di Monteleo, Giovanni Vidau, spedì al conte di Richecourt.⁸²

Nel 1746 l'allumiera viene fatta chiudere già una prima volta. Il motivo di tale decisione come il Targioni afferma più tardi <<*non fu per mancanza di Pietra Alluminosa...ella fu abbandonata per cause solamente politiche*>>.⁸³

⁷⁹ *Ivi.*, p.78.

⁸⁰ RIPARBELLI, 1984, p. 74.

⁸¹ ARRIGONI, 1984, p. 62.

⁸² *Ivi.*, p. 63

⁸³ TARGIONI TOZZETTI, *Relazioni di alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana*, Firenze, 1768-69, vol VII, p.315.

3.3 – L'attività estrattiva e la produzione di allume nel sito di Monteleo

Come visto in precedenza, sono due le principali fonti che riguardano direttamente il funzionamento dell'allumiera di Monteleo.

La prima riguarda il biennio 1507-1508. Dai libri mastri e dai registri tenuti da Piero di mastro Alessandro, il responsabile pratico della gestione e del funzionamento dell'allumiera, possiamo trarre informazioni importanti sui diversi aspetti dell'organizzazione del sito⁸⁴

La seconda invece è una relazione che un personaggio esterno all'attività, Giovanni Targioni Tozzetti, redasse nel 1745 su incarico governativo per ragioni non certe, ma che possiamo ipotizzare di natura economica.⁸⁵

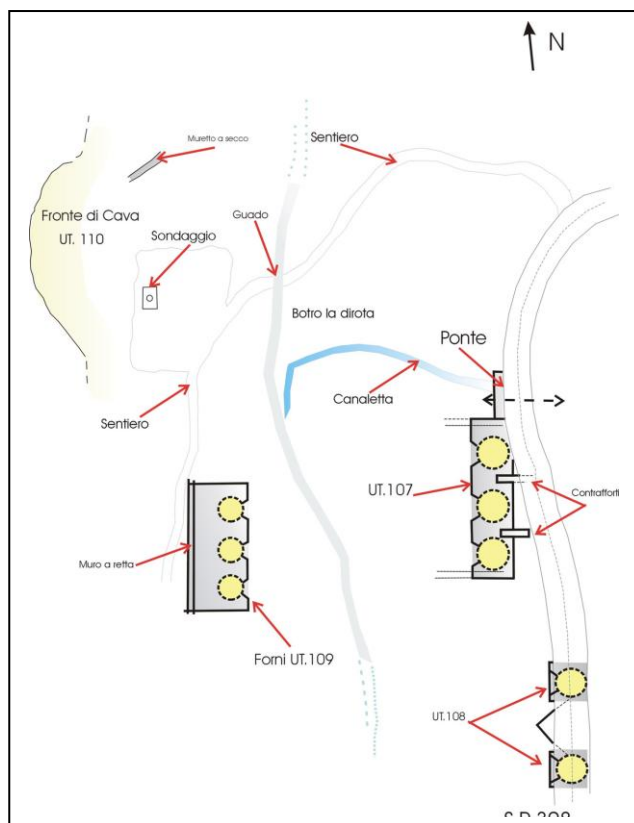


Fig.3 Il sito di Monteleo. Rappresentazione dell'area di lavoro e delle strutture rinvenute grazie all'indagine di superficie. L'edificio in corso di scavo è attualmente l' UT109.

Se tra le due fonti corrono più di 200 anni, questo divario cronologico non si riesce a cogliere nell'analisi dei metodi di lavorazione, che, pur presentando alcune differenze, sono rimasti sostanzialmente invariati nel tempo.

Oggi i processi produttivi delle allumiere sono stati esaustivamente studiati, analizzati e descritti dallo studioso francese Maurice Picon, con le cui pubblicazioni è inevitabile confrontarsi in questo studio.⁸⁶

Grazie all'analisi delle fonti e alle più recenti verifiche archeologiche è ormai noto il processo di produzione dell'allume dall'alunite; tali informazioni ci permettono di avere una visione più dettagliata e caratteristica

⁸⁴ La fonte AOMS, *Archivi Aggregati, Famiglie E Particolari*, 60-63 è stata studiata, analizzata e in parte citata in BOISSEUIL, 2009.

⁸⁵ RIPARBELLI, 1984, pp.67-74.

⁸⁶ PICON, 2005, pp. 12-38.

dell'allumiera di Monteleo, di cui è possibile seguire l'attività per fasi successive, secondo il ciclo di produzione dell'allume.

1 - DISTACCO

L'attività di cava o distacco poteva essere eseguita a cielo aperto o all'interno di gallerie. Dalla fonte rinascimentale possiamo ricavare che questa era effettuata con dei *picconi*, fatti di ferro e immanicati in acero, provenienti da Montieri, centro siderurgico importante in quel periodo.⁸⁷

La manutenzione di questi strumenti necessitava della presenza di una forgia, a cui due volte furono cambiati i mantici. L'esistenza di una forgia è sottolineata dalla presenza sul cantiere di personale specializzato e dal consumo di circa 1200 libbre di carbone.⁸⁸ Anche dallo scavo sono emersi elementi che possono essere ricondotti alla presenza di tale struttura. Dall'interno del Forno 2 sono stati recuperati grossi blocchi di conglomerato ben lavorati e spianati, sottoposti a forte calore, che sono stati interpretati come parti di un piano di lavoro o piano di un focolare, forse proprio legato all'esistenza di una forgia nelle immediate vicinanze.



Fig.4 Forno 2. Blocchi di conglomerato all'interno della camera di cottura.

⁸⁷ CORTESE, FRANCOVICH, 1995, pp.447n.

⁸⁸ BOISSEUIL, 2009, p. 17-21.

Se in questo periodo è attestata una tecnica di estrazione molto rudimentale, a distanza di due secoli incontriamo un'innovazione sostanziale che comporta la specializzazione del lavoro e che sicuramente ne incrementa la produzione. Scrive infatti il Targioni che oltre all'attività manuale, per la quale erano impiegati *gravine, zappe e picconi*, il distacco avveniva anche tramite l'utilizzo di esplosivo.⁸⁹

Il principio era semplice: veniva praticato un foro tramite l'utilizzo di *gucchie* (simili a degli scalpelli) di grandezze diverse all'interno della roccia. Quando il foro era abbastanza profondo veniva inserita la polvere da sparo ed il tutto coperto con un tappo di legno all'interno del quale veniva fatta una traccia per permettere l'accensione, realizzata gettando sopra alla polvere dei tizzoni ardenti.

Una volta effettuata l'esplosione si procedeva manualmente alla rimozione delle parti di roccia che non fossero cadute. Se i pezzi fossero risultati troppo grossi, dei *fenditori* si occupavano di ridurne le dimensioni con grosse mazze. A questo punto il *cavatore* sceglieva le pietre buone da destinare alla lavorazione.

Attorno all'area di scavo sono state rinvenute delle grosse pietre che presentano traccia dei fori circolari, da mettere in relazione proprio a queste attività esplosive.



Fig. 5 Tracce di fori circolari su alcune pietre dovute al distacco con attività esplosive.

⁸⁹ RIPARBELLI, 1984, pp. 67-68.

2- CALCINAZIONE

Come per la lavorazione di altri minerali, anche nel ciclo di produzione da alunite a allume è necessario effettuare la calcinazione. Questa è la fase della produzione più importante e la più difficile. Si tratta infatti di “cuocere” il minerale di alunite per alcune ore (in genere 12-14 ore) ad una temperatura costante tra i 600 e i 700°, in forni molto simili ai forni da calce.

Mi sembra interessante a questo proposito analizzare una fonte del 1615, *L'idea dell'architettura universale*; è il testo in cui l'architetto veneziano Vincenzo Scamozzi descrive il processo produttivo della calce.⁹⁰

Scrive l'autore che i forni devono essere collocati alla base di qualche collina o se in piano essere appoggiati a un terrapieno e la loro forma deve essere rotonda, con un diametro dai 10 ai 12 piedi (3m circa) e medesima altezza.

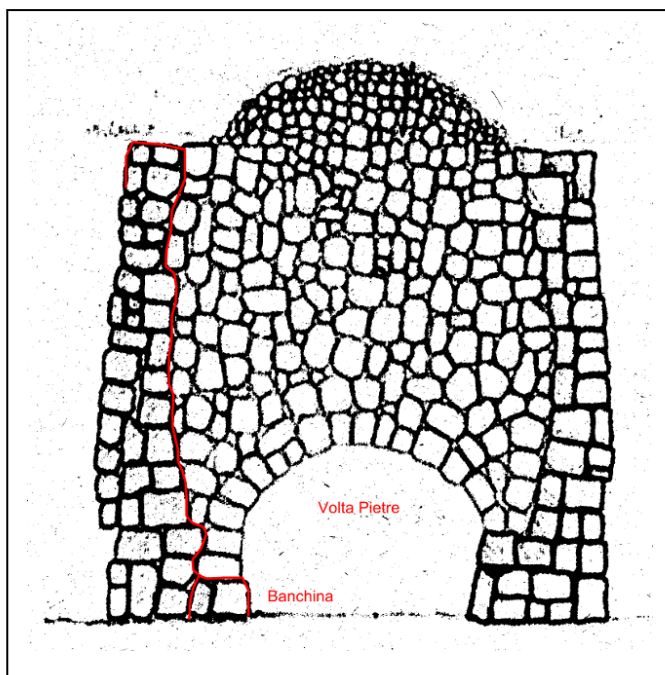


Fig.6 Sezione di un forno da calcinazione. Evidenziata la banchina e la volta di pietre.

L'allestimento necessario alla cottura delle pietre prevede la costruzione di una banchina in pietra o muratura a ridosso del perimetro interno del forno, alta 1 piede e larga 4. La costruzione permette quindi di lasciare spazio sufficiente per la cenere e le legna in basso e serve come base di appoggio per la costruzione di una volta di pietre alta circa 7 piedi, che dalla banchina sale fino a coprire tutta la superficie interna del forno.

Nella costruzione della volta le pietre più grandi sono appoggiate in basso e sopra sono poste pietre di dimensioni minori, non troppo ravvicinate per permettere al fuoco di salire.

⁹⁰ Il testo SCAMOZZI V., *L'idea dell'architettura universale*, Venezia, 1615- Tomo II, Lib. VII è citato in QUARNETI, *Restauro e Colore: L'empirico e la regola d'arte*, 2009, pp.82-83.

Le più piccole vanno messe in alto poiché per la loro dimensione necessitano di meno calore delle altre.⁹¹ La cottura delle pietre presuppone una grande specializzazione per la delicatezza dell'operazione; per questo si rende necessaria la figura di un *coscitore*.⁹²

Dall'indagine archeologica condotta sui forni di Monteleo, anche in assenza di testimonianze dirette su alcuni particolari di questa fase di lavorazione, si evince che il procedimento descritto dallo Scamozzi risulta molto simile a quello che qui era messo in pratica agli inizi del XVI secolo. Questa ipotesi interpretativa è suffragata dalla forma e le caratteristiche tecniche dei forni e da alcune evidenze strutturali inequivocabili, che trovano riscontri materiali ben precisi.⁹³

Sostanzialmente differente invece sembra essere la preparazione della cupola di pietre alla metà del XVIII secolo, come si riscontra nella descrizione del Targioni.

Sulla bocca superiore della fornace viene infatti innalzato un orlo sopra il quale si dispongono circolarmente alcune pietre <<come se si volesse principiare la volta di una cupola>>⁹⁴, scrive il Targioni, che poi dettaglia ulteriormente l'attività di cottura.

Per la parte interna della volta vengono impiegate le pietre migliori; la crosta esterna invece viene chiamata *biscotto* poiché necessita di una doppia cottura, in quanto soggetta a minore esposizione al calore. La descrizione si sofferma anche sulle fasi di questo processo. Nella prima fase di fuoco la fornace viene riempita di legna: la cottura è chiamata *bancaccio* e dura circa 2 ore e mezzo. Nella seconda fase viene messa legna nuova per circa metà della capienza del vano di fuoco e la fiamma viene alimentata per un numero di ore imprecisate. La terza fase va avanti fino a che la pietra non diventa chiara, quindi a discrezione dell'addetto alla cottura. Al termine del processo il forno viene fatto raffreddare e viene compiuta una scelta tra le pietre cotte, quelle che necessitano di un'altra cottura e gli scarti bruciati.

⁹¹ QUARNETI, 2009, pp.82-83.

⁹² BOISSEUIL, 2009, p. 20.

⁹³ Si veda il capitolo 5 della tesi.

⁹⁴ RIPARBELLI, 1984, p. 69.

3- MACERAZIONE.

Terminata la prima fase di lavorazione le pietre venivano messe in uno spiazzo piano e accatastate in una sorta di muretto a secco.⁹⁵

La macerazione consisteva nel bagnare in abbondanza le pietre cotte in modo che si spaccassero e sgretolassero fino a diventare una massa pastosa simile alla calcina. La macerazione poteva durare dai 40 ai 60 giorni a seconda della stagione. Il processo è ben descritto da Targioni:

I *piazzaioli* gettano sulle pietre acqua in abbondanza per due giorni, passati i quali continuano a dargliela in quantità minore per altrettanti. Dopo 4 giorni la pietra comincia quindi a spaccarsi e sgretolarsi, e dalle crepe esce una pasta *o gomma bianchissima e delicatissima*, l'allume. L'acqua di scolo proveniente da questa operazione è anch'essa bianca perché ricca di allume, viene raccolta e tenuta da parte per poi essere immessa nelle caldaie da lisciviazione.⁹⁶

Quando si raggiunge la giusta consistenza di questa pasta, il prodotto viene raccolto e portato in altre fornaci per la lavorazione successiva.

4- LISCIVIAZIONE

Con lisciviazione dell'allume si intende quel processo che permette la depurazione della soluzione alluminosa proveniente dalla macerazione e che ne aumenta la concentrazione al fine di favorirne la cristallizzazione.⁹⁷ Questo passaggio avveniva in fornaci o caldaie apposite, tutte caratterizzate dalla presenza di un grande calderone metallico, nelle quali la soluzione era lavorata per 24 ore circa.

⁹⁵ BIRINGUCCI V., *De protechnia*, fol. 32r.

⁹⁶ RIPARBELLI, 1984, p. 71.

⁹⁷ PICON, 2005, pp. 12-38.

Dai documenti di mastro Alessandro possiamo ricavare che questa caldaia era formata da una *piastra* o *piastela*, rivettata con dei *chiodi da caldaia*, che poggiava su una struttura in muratura circolare. Il contenuto della caldaia era mescolato con delle lunghe pale in legno che, senza dubbio, servivano per togliere dal fondo le impurità e i pezzi più grandi che vi si depositavano.⁹⁸ Esemplificativa è la tavola contenuta nell'opera di Agricola⁹⁹ in cui si vedono due addetti alla lisciviazione. Uno sembra mescolare la soluzione, probabilmente pescando a fondo le impurità, mentre l'altro sembra separare, con una lunga pala, la parte della soluzione che resta a galla, probabilmente uno scarto di lavorazione.

⁹⁸ BOISSEUIL, 2009, pp. 19-20.

⁹⁹ AGRICOLA G., *De re metallica*, 1986, p. 571.



Fig.7 G. Agricola, *De Re Metallica*, 1556, tavola relativa alla lavorazione dell'allume.

- A- Calcinazione
- B- Macerazione
- C- Lisciviazione
- D- Cristallizzazione

Il Targioni ci fornisce inoltre una descrizione fisica dei forni da lisciviazione, molto importante ai fini dell'attribuzione cronologica delle fornaci attualmente oggetto di scavo.¹⁰⁰

“La caldaia”, scrive, “si incastra ad un grosso muro rotondo che cinge il perimetro interno del forno. Questo muro, sopra l’orlo della caldaia, per circa 1 m si allarga assumendo una forma troncoconica. Al di sotto della caldaia è presente un fornello alto 60 cm, grande come un forno da pane.

¹⁰⁰ Si vedano alcune ipotesi interpretative alla fine del paragrafo.

All'altezza del caldaia c'è un ripiano dove stanno gli addetti per la lavorazione che veniva utilizzato anche per carico e scarico della caldaia stessa".¹⁰¹

5- CRISTALLIZZAZIONE

Una volta ottenuta la giusta concentrazione, la soluzione veniva versata tramite un rubinetto, posto a $\frac{3}{4}$ della caldaia verso il fondo, in un grande tino che la raccoglieva. Il tino versava a sua volta in un sistema di casse di legno (prevalentemente di cerro, olmo o quercia)¹⁰² che avevano una forma a tronco di piramide rovesciato.¹⁰³ Questo sistema di casse comunicanti permetteva alla soluzione di depositarsi in tutti i contenitori. Dopo un periodo di circa 15-30 giorni l'allume iniziava a cristallizzarsi rimanendo attaccato alle pareti delle tavole di legno. L'acqua residua veniva raccolta per essere riutilizzata nella lisciviazione e la soluzione che non era riuscita a cristallizzarsi veniva fatta cristallizzare in tini di minore dimensioni in un secondo momento. Con degli scalpelli si procedeva poi al distacco di questi cristalli che rappresentavano il prodotto finito della lavorazione. L'allume era infine messo in sacchi adibiti al trasporto ed era pronto alla commercializzazione.

Lo studio del ciclo produttivo di Monteleo attraverso le testimonianze storiche che lo riguardano ha permesso di poter effettuare dei confronti con le informazioni dedotte dai dati di scavo. Alcuni degli elementi presi in considerazione hanno tuttavia evidenziato delle forti incongruenze, tanto che si è arrivati ad ipotizzare che le fornaci descritte dal Targioni non possano essere le medesime fornaci sottoposte all'indagine archeologica, né siano coincidenti con quelle utilizzate nel 1507-1508. Le descrizioni settecentesche sembrano piuttosto identificarsi con i resti di alcune delle strutture fusorie ancora oggi visibili ed ubicate a breve distanza dall'area di scavo, che saranno oggetto di indagine archeologica dal settembre 2010.

Dal punto di vista della collocazione geografica, il Targioni afferma che, al momento della sua visita, esisteva già *un'antica fornace* collocata a *100 passi* dai forni in attività. Questi ultimi sono posti <<*al di là del Risecco, verso il Pian del Frassine, alla falda del Monte Mallonica, in distanza meno di un sesto di miglio dalla cave*>>.¹⁰⁴ Presumibilmente le cave a cui si fa riferimento nella

¹⁰¹ RIPARBELLI, 1984, p. 72.

¹⁰² *Ibid.*, p.72.

¹⁰³ BOISSEUIL, 2009, p. 22.

¹⁰⁴ *Ivi.*, p. 69

descrizione sono quelle di Buca dei Falchi, le ultime in uso, visto anche che le attività estrattive sul versante opposto della valle erano effettuate in miniere sotterranee, come ha rivelato l'indagine di superficie.¹⁰⁵

E' invece da sottolineare come la distanza tra la batteria dei forni attualmente in corso di scavo e la cava sia molto inferiore a quel sesto di miglio (250m) della descrizione, una distanza che invece sembra compatibile con una seconda batteria di forni, situata più a valle a ridosso dell'attuale viabilità. Se ci poniamo di spalle alla cava e guardiamo al di là dal Risecco verso la piana del Frassine, si possono ancora intravedere e sono stati rilevati durante l'indagine topografica i resti di una caldaia e di altre strutture fusorie di natura ancora incerta. Alcuni confronti puntuali fra questi resti e la descrizione di Targioni hanno inoltre aiutato a suffragare questa ipotesi: tra tutti l'effettiva somiglianza formale e strutturale della caldaia ancora visibile con quella descritta nel testo.

Alla luce di questi dati sembra possibile quindi che Targioni si sia riferito, nella sua descrizione, a un impianto di lavorazione diverso da quello attualmente in fase di studio e che quest'ultimo possa quindi essere ricondotto a quell' *antica fornace* citata nel testo, presumibilmente l'allumiera del 1502.

In tal senso i dati di scavo si sono dimostrati fondamentali per avere evidenziato come alcuni elementi possano essere perfettamente associati ai dettagli tecnici contenuti nei registri di mastro Alessandro.¹⁰⁶

4- SVILUPPO DI UN MODELLO DI GESTIONE INFORMATIZZATA DEL DATO ARCHEOLOGICO

4.1 - L'informatica applicata all'archeologia.

Mi sembra opportuno introdurre l'argomento informatica e archeologia con una digressione sui temi che, a livello teorico, stanno alla base della creazione di un modello di gestione informatizzata del dato archeologico.

¹⁰⁵ DALLAI, PONTA, FINESCHI, TRAVAGLINI, 2009, p.55.

¹⁰⁶ Si veda il capitolo 5 della tesi.

L'informatica applicata all'archeologia è una disciplina che si è sviluppata molto recentemente e che ancora è in corso di affermazione¹⁰⁷; per questo necessita di un approccio molto prudente e ponderato. Se negli ultimi anni le sue potenzialità sono state ormai riconosciute a livello accademico, ciò è in parte merito del lavoro portato avanti, dalla fine degli anni '90, dal LIAAM (Laboratorio Informatica Applicata all' Archeologia Medievale) del dipartimento di Archeologia dell'Università di Siena. La disciplina ha sicuramente apportato alla ricerca archeologica alcuni vantaggi evidenti, riguardanti principalmente la gestione, l'analisi e la condivisione del dato.

Naturalmente bisogna tenere sempre presente che l'informatica deve essere solamente un mezzo, uno strumento per facilitare e implementare le possibilità di lavoro dell'archeologo.¹⁰⁸

La capacità di gestire con facilità la grande quantità di dati prodotta dallo scavo archeologico è sicuramente l'aspetto più interessante del tema. Per "gestione del dato" si intendono *tutte quelle attività della ricerca archeologica che prevedono l'acquisizione, la registrazione, la catalogazione, l'archiviazione e il reperimento di informazioni digitali relative agli elementi conoscitivi derivanti dalle indagini sul campo o dalle attività di laboratorio.*¹⁰⁹ La gestione del dato è un fattore spesso trascurato in favore dell'analisi e dell'interpretazione, ma che ne costituisce la necessaria premessa. L' "analisi del dato" è invece quel processo che permette di trasformare il dato in informazione; essa è costituita da tutte quelle *elaborazioni digitali che aumentano in modo diretto la conoscenza disponibile attraverso la combinazione concettuale, matematica, spaziale, statistica etc..di tutti gli elementi immediatamente presenti alla nostra coscienza.*¹¹⁰

Mentre un archivio di tipo classico, ad esempio un database alfanumerico, è in grado di fornire al ricercatore, tramite un'interrogazione o *query*, solo quei dati che sono già presenti al suo interno, un software GIS, grazie all'introduzione dell'elemento grafico/geografico, è in grado di restituire una serie di informazioni nuove, frutto di analisi effettuate dal software stesso. Se è vero insomma che l'esperienza empirica del ricercatore indirizza le linee guida su cui impostare un'analisi, altrettanto vero è che tali informazioni non sarebbero ricavabili in assenza del supporto dell'informatica.

Un ulteriore aspetto dell'applicazione dell'informatica al dato archeologico è quello della condivisione: condividere in tempo reale significa mettere a disposizione di tutti i ricercatori i progressi portati avanti, in modo che le nuove informazioni prodotte possano essere immediatamente utilizzate, aprendo nuove strade di ricerca.

¹⁰⁷ Breve storia delle applicazioni informatiche all'archeologia in FRONZA, 2000, pp. 125-137; NARDINI, 2000, pp.111-123.

¹⁰⁸ Per approfondimenti su Informatica applicata all'Archeologia si veda VALENTI, 2009, p. 7-25.

¹⁰⁹ VALENTI, 2009, p.16.

¹¹⁰ *Ivi.*, p.17.

L'informatica permette inoltre di poter condividere tutti i dati di scavo, cosa che in una normale pubblicazione cartacea sarebbe impensabile fare. E' possibile mettere a disposizione della comunità scientifica, ad esempio, le piante con i rilievi di scavo, le schede US ministeriali compilate e le fotografie: una mole di materiale che può essere utilizzata per molte altre ricerche, per un controllo sulla qualità dello scavo e delle informazioni ricavate.

La condivisione del dato sviluppata ai massimi livelli permetterebbe la creazione di una banca dati "globale" dalla quale poter trarre informazioni necessarie alla propria attività di ricerca e con la quale poter confrontare i risultati del proprio lavoro, per incrementarne l'affidabilità e la consistenza. Un progetto così ambizioso è ostacolato dalla mancanza, ad oggi, di uno *standard* qualitativo che uniformi in modo universale l'archiviazione della documentazione, sia dal punto di vista formale che dal punto di vista dei software utilizzati.

In questo capitolo della tesi tratterò dello sviluppo di un modello gestionale informatizzato del dato archeologico per il sito di Monteleo, attraverso i passaggi e le riflessioni che hanno guidato e condizionato lo svolgimento del lavoro. Per motivi legati alla tempistica dell'indagine archeologica ancora in corso, mi occuperò della gestione dei dati provenienti dallo scavo dell'Area 1000, quella antistante le fornaci, e dei forni 1 e 2, che sono gli unici ad essere stati indagati integralmente. Sarà inoltre sottolineato come un buon modello gestionale costituisca un presupposto fondamentale per impostare un progetto di analisi del dato e per una buona condivisione delle informazioni.

4.2 – La scelta dei software

Lo scavo archeologico produce una documentazione che è possibile suddividere, sulla base della sua natura, in due grandi categorie: una documentazione cartacea, e una documentazione fotografica/multimediale. La prima è ulteriormente suddivisibile in una parte predisposta ad accogliere dati di tipo alfanumerico (come le schede di registrazione US) e in una ad accogliere dati grafici e geografici (come i rilievi di scavo).

Un modello informatizzato di gestione deve avere la capacità di poter lavorare con ogni tipo di dato che la documentazione archeologica produce. Naturalmente, proprio per la loro diversa natura, a dati diversi corrisponderanno criteri di gestione differenti e quindi anche la scelta del software ne sarà condizionata.

Il modo migliore per la gestione dell'intero ciclo di trattamento del dato archeologico è rappresentato da quello che impropriamente è chiamato "sistema GIS", intendendo con questo termine *una soluzione che prevede l'uso di software differenti, delegando a ciascuno una precisa*

*parte del processo di acquisizione, registrazione, catalogazione, archiviazione e reperimento dei dati archeologici.*¹¹¹

Sulla base di quanto detto fin ora, mi sono avvalso di software differenti: in particolare per la gestione dei dati spaziali/geografici delle evidenze archeologiche è stato fatto riferimento a un software di tipo GIS, per i dati alfanumerici a un software di tipo DBMS ,mentre per la parte multimediale e fotografica a un software di gestione e modifica di immagini.

La scelta del software GIS è ricaduta su Autodesk Map 2004, sviluppato dalla statunitense Autodesk. Il programma si presenta come un pacchetto Autocad, il più famoso software di tipo CAD (*Computer-Aided Design*, cioè progettazione assistita dall'elaboratore), a cui sono state aggiunte una serie di funzioni dedicate alla creazione, tematizzazione e revisione di mappe.

Il programma permette quindi di avere un'area di disegno molto potente derivata dal CAD e in più mette a disposizione una parte dedicata alla cartografia, utile per chi si occupa di GIS.

Il software interagisce molto bene con mappe e disegni vettoriali in Shapefile (formato di ESRI) e permette il collegamento a database esterni tramite un linguaggio di interrogazione e gestione di database relazionali (SQL).

Per la gestione dei dati alfanumerici ho utilizzato Microsoft Access 2003, un DBMS relazionale di fascia medio-bassa sviluppato dalla Microsoft.

La parte multimediale e fotografica è stata momentaneamente affidata alla Raccolta Foto Windows Live, un software Microsoft adibito alla gestione, tagging ed editing di immagini.

4.3 – La piattaforma GIS di scavo

L'operazione più importante quando ci si avvicina a un lavoro di questo tipo è sicuramente dedicare la giusta attenzione alla fase di progettazione; iniziare ad utilizzare un programma senza conoscerne le potenzialità e i limiti è rischioso e poco proficuo. La conoscenza di base dell'architettura del software e la coscienza acquisita degli obiettivi del nostro lavoro sono sicuramente indispensabili.

¹¹¹SALZOTTI, 2009, p.45.

Se la scelta del software è fondamentale alla buona riuscita del progetto, altrettanto importante è saper adattare il modello strutturale del programma, che non nasce dedicato all'archeologia, alla prassi lavorativa dello scavo e al tipo di documentazione che produce.

E' opportuno a questo scopo creare uno strumento aperto e funzionale che cerchi di riprodurre a livello grafico la situazione del cantiere di scavo: una pianta composta di strati, continuamente aggiornabile. Gli strati devono essere legati da informazioni spaziali, svincolati dal processo interpretativo successivo, che verrà registrato successivamente nell'archivio alfanumerico separato. L'architettura di disegno di Autodesk Map si basa su strutture *orizzontali* corrispondenti ad insiemi logici di entità grafiche chiamati livelli (layers). Questi sono gestiti con meccanismi che consentono di controllarne la visibilità individuale come se si trattasse di fogli trasparenti sovrapponibili. Una struttura del genere deve essere quindi rapportata alle nostre esigenze, cioè quelle di gestire i rilievi grafici derivati dall'attività di scavo. Affinché il progetto sia il più possibile flessibile, è necessario che l'elemento base che lo costituisce sia svincolato e separato dagli altri e che possa disporre di attributi e proprietà visive specifiche. Per ottenere questa libertà, è stato dunque necessario che ogni Unità Stratigrafica fosse gestita su un layer separato e distinto, in modo che l'intero progetto si poggiasse su elementi indipendenti che fosse possibile creare, modificare e eliminare senza influenzare in alcun modo l'integrità del sistema e degli altri componenti.

Archiviare un'unità stratigrafica nel software GIS, significa gestire il suo rilievo di scavo e creare da esso un'immagine vettoriale che la descriva.

I rilievi di scavo vengono acquisiti nel computer tramite uno scanner a risoluzione *300dpi*, in scala di grigi, e salvate in formato ".tiff". Il disegno cartaceo è trasformato quindi in un'immagine di tipo raster (cioè un'immagine formata da una griglia ortogonale di punti, detti pixel, ad ognuno dei quali è associato un colore). Autodesk Map è in grado di importare e gestire questo tipo di immagini: i rasters vengono inseriti in layers specifici e georeferenziati direttamente sui punti noti dello scavo. A questo punto è possibile passare alla fase di vettorializzazione.

Inserire all'interno dello stesso layer sia l'immagine raster, sia la sua immagine vettoriale, crea alcuni problemi di carattere gestionale all'interno del programma. Per una maggiore comodità di visualizzazione e consultazione del progetto ho preferito separare in layers distinti i due tipi di immagine relativi alla medesima US.

Questo espediente ha raddoppiato il numero di layers da gestire ma ha introdotto alcuni vantaggi pratici che vanno dalla possibilità di consultare con facilità i rilievi acquisiti, alla possibilità di verificare direttamente su di essi la correttezza del progetto grafico. La strutturazione così creata permette inoltre di essere modificata con facilità a seconda delle varie esigenze che si possono riscontrare durante la compilazione del progetto.

Dopo questa analisi iniziale ho quindi suddiviso i layers in due gruppi distinti: un gruppo, facente capo alla sigla “RUS” (Raster dell’ Unità Stratigrafica), adibito all’archiviazione delle immagini raster, e l’ altro, facente capo alla sigla “US” (Unità Stratigrafica), adibito alla parte vettoriale.

Ogni immagine raster viene quindi inserita nello specifico layer, chiamato quindi con la sigla “RUS + numero di US”, e, attraverso le funzioni specifiche del software, viene agganciata ad una base di punti già correttamente georeferenziati.¹¹² A questo punto è possibile, creando un layer specifico per il disegno, chiamato “US + numero di US”, vettorializzare il rilievo, il quale si troverà a sua volta già correttamente georeferenziato.

La vettorializzazione fa sì che l’oggetto inserito acquisti una dimensione grafica e geografica indipendente all’interno del programma; da semplice immagine descrittiva a elemento fisico nello spazio, con una serie di proprietà e attributi con i quali è possibile compiere analisi e combinazioni statistiche, spaziali e matematiche.

Tra le funzionalità di Autodesk Map ce n’è una che permette la creazione di un modello di strutturazione dei dati organizzato in classi e sottoclassi. Ogni oggetto inserito nel programma può essere classificato preliminarmente secondo uno schema logico concettuale definito dall’utente, che è comunque possibile modificare anche in seguito. Questa operazione fa sì che sia possibile integrare tutti gli oggetti vettorializzati all’interno di uno stesso progetto indipendentemente dalle caratteristiche grafiche e dai loro attributi.

Una tale strutturazione comporta sicuramente un vantaggio a livello organizzativo del lavoro e una maggiore chiarezza di impostazione del progetto. La suddivisione si dovrà basare essenzialmente su dati incontrovertibili dalle interpretazioni archeologiche successive al momento dell’inserimento, dato che non è aggiornabile in automatico con il database alfanumerico.

Ogni classe potrà essere definita da una serie di attributi di natura grafica (ad esempio forma, colore, tratto) e geografica e potrà essere associata a una tabella contenente dati alfanumerici.

Le classi che sono state disposte al momento sono “Elemento superficiale positivo” , “Elemento superficiale negativo”, “Caratterizzazione”. All’interno di ognuna di esse possono essere effettuate ulteriori distinzioni in sottoclassi, basandosi su criteri oggettivi come ad esempio la composizione dello strato ed il suo modo di formazione. Ogni elemento vettorializzato del rilievo potrà essere inserito all’interno di questa classificazione e quindi definito da un elemento grafico appropriato: in particolare per gli elementi superficiali, come ad esempio uno strato, un taglio o un muro, è stata adottata la polilinea chiusa, di colore rosso per quelli positivi e blu per quelli negativi, mentre per gli elementi caratterizzanti è stata adottata una polilinea aperta.

¹¹² I punti nel nostro caso sono stati rilevati con il Teodolite, salvati in un file .dwg e importati nel progetto.

Autodesk Map consente di legare ad ogni oggetto grafico una scheda, composta da campi testuali e numerici impostati e definiti dall'utente stesso. Ogni formato scheda appartiene solamente ad una classe e prevede un numero illimitato di campi che possono accogliere un numero massimo di caratteri limitato a 255.

Le schede legate alle classi relative alla stratificazione dello scavo sono predisposte per accogliere i campi US, Area, Definizione, Definizione stratigrafica, Definizione interpretata, Periodo, Fase.¹¹³

I campi presenti nelle schede ministeriali "Definizione" ed "Interpretazione" sono stati sostituiti per motivi di utilità da "Definizione Stratigrafica" e "Definizione Interpretata", nei quali le informazioni vengono espresse sottoforma di stringhe di testo. La scelta di alcuni campi in favore di altri è dettata dalla necessità di scremare il lavoro di compilazione della parte alfanumerica, riducendo al minimo il dispendio di energie e tempo nel replicare tutti i campi dell'intera scheda US all'interno del GIS, senza contare l'appesantimento, in termini di prestazioni, del programma.

La normalizzazione del linguaggio è un criterio fondamentale da seguire nel compilare questi campi, altrimenti si corre il rischio di indicare la stessa cosa in modi simili ma non compatibili con i criteri di ricerca, invalidando quindi i risultati e rendendo non funzionale la piattaforma.

Una soluzione alternativa a quella fin ora descritta è offerta dalla possibilità di collegare alla parte cartografica un database esterno, utilizzando come tramite di collegamento la tabella interna al programma. Il più grande vantaggio nel fare riferimento direttamente al database esterno è sicuramente quello di poter intervenire su una quantità di dati maggiore rispetto a quella che si avrebbe avuto nel replicare solamente alcuni campi "indispensabili" all'interno della piattaforma GIS. L'accesso diretto al database permette infatti di poter utilizzare ogni dato archiviato a nostra disposizione per le interrogazioni e le analisi, non limitandosi quindi a un campione ristretto.

La compilazione del database esterno risulta inoltre più vantaggiosa per la comodità e semplicità di gestione, grazie all'interfaccia grafica sviluppata rispetto al limitato ambiente di registrazione offerto dalla piattaforma GIS, e permette di lavorare separatamente sui due archivi diversi, in modo da permettere una migliore organizzazione del lavoro.

In questo caso Microsoft Access si è rivelato perfettamente compatibile con le nostre esigenze. Il collegamento tra i due software (DBMS e GIS) avviene tramite la creazione di una *chiave primaria*, cioè un campo o un insieme di campi che permettono di identificare univocamente un record in una tabella, permettendo così di poter associare ad un record della tabella interna uno e un solo record del database esterno. Ecco perché il ripetere la compilazione di alcuni campi "indispensabili" all'interno del programma è reso svantaggioso in termini di praticità dalle potenzialità del software

¹¹³ Secondo uno schema studiato dal LIAAM di Siena e pubblicato in NARDINI, 2000.

stesso. E' molto più comodo e veloce aggiornare il database esterno, tramite la creazione di alcuni campi adeguati nel contenere alcune informazioni relative alla gestione grafica del progetto, piuttosto che riscrivere gli stessi all'interno di Autodesk Map.

In seguito, grazie alle potenzialità del linguaggio SQL, il software GIS può interrogare il database esterno collegato e ricavare le informazioni necessarie alla gestione e visualizzazione della parte grafica.

Una volta che il collegamento è stato effettuato, dal software GIS è possibile richiamare anche manualmente i dati presenti nel database esterno. Questa funzionalità è molto utile se vogliamo, ad esempio, reperire in tempo reale informazioni relative ad un oggetto grafico, o viceversa, se vogliamo vedere graficamente un oggetto di cui stiamo leggendo i dati archiviati. Autodesk Map permette infatti la visualizzazione, all'interno del programma, dei database collegati, anche se con alcune limitazioni dovute ad un ambiente di lavoro non specializzato in tal senso. Il database è però visibile come una tabella di record e campi limitati al tipo alfanumerico e a 255 caratteri di grandezza.

Durante lo sviluppo del mio lavoro ho potuto compiere anche alcuni tentativi per provare a gestire in Autodesk alcuni campi con più di 255 caratteri (ad esempio spesso il campo "Descrizione" eccede spesso o quasi sempre tale limite) e diversi dal tipo alfanumerico.

Per ovviare a tali limitazioni ho provato a modificare il database di Access creando un campo "Descrizione txt" di tipo *hyperlink* (collegamento testuale). Per ogni record, all'interno di questo campo, ho inserito il percorso sul disco fisso di un file di testo .txt (utilizzando come chiave identificativa il numero di US), in cui ho copiato le informazioni del record presenti alla voce "Descrizione". Così facendo ho permesso ad Access di aprire il file di testo collegato in cui sono presenti le informazioni da me richieste.

Autodesk non è però in grado di gestire campi *hyperlink*, per cui è stato necessario personalizzare il programma creando in Autolisp (il linguaggio che permette di modificare Autodesk) alcune righe di script che mi permettessero di leggere il nuovo campo "Descrizione txt" e, una volta trovato il collegamento ipertestuale, di visualizzare il contenuto del file .txt tramite *Blocco Notes* di Windows. Se ad esempio voglio visualizzare la descrizione di un' US, basta semplicemente richiamare dalla barra dei comandi lo script, selezionare l'oggetto grafico desiderato e immediatamente si apre il file di testo con la descrizione richiesta. Lo script è stato sviluppato per richiamare la visualizzazione del campo anche in una finestra pop-up interna al programma stesso e può facilmente essere esteso a tutti i campi presenti nel database esterno, semplicemente modificando lo script (e naturalmente creando i corrispettivi files di testo).

Il codice porta al massimo livello l'interazione tra le diverse forme di documentazione perché permette di passare dalla parte alfanumerica a quella grafica e viceversa direttamente, senza bisogno di intermediazioni; aiuta inoltre nella consultazione del progetto, velocizzando l'accesso alle informazioni memorizzate sui vari supporti informatici. L'utilizzo di questo script potrebbe benissimo essere applicato nella gestione della parte fotografica dello scavo, colmando anche in questo caso un "vuoto" di comunicazione nella documentazione archeologica. Se la documentazione fotografica fosse inserita all'interno del database esterno tramite collegamenti ipertestuali alle immagini, facilmente lo script potrebbe richiamarle all'interno del software GIS.

Come in ogni altro tipo di database, anche nei software GIS è possibile effettuare delle *query*, ossia operazioni che consentono l'interrogazione di una banca dati e la restituzione di alcuni valori ricercati. La query non è un'operazione di analisi, cioè non produce informazioni nuove, ma si limita a ricercare e restituire ciò che già esiste ed è presente all'interno del database. La novità introdotta dai software GIS è che questa ricerca può essere effettuata combinando diversi tipi di dati archiviati, ossia quelli alfanumerici, che come abbiamo detto possono essere contenuti in tabelle apposite interne al programma o in database esterni collegati, e quelli di natura grafica/spaziale. Se applicata agli scopi della ricerca archeologica, questa caratteristica permette la creazione di *viste*, cioè delle query funzionali alla visualizzazione dei dati, in cui è possibile mostrare i risultati delle interrogazioni. E' quindi possibile visualizzare una serie di elementi grafici accomunati dai medesimi attributi, che sono stati inseriti nelle espressioni di base della query come chiavi di ricerca.

E' possibile creare delle viste basandosi su ogni attributo archiviato a nostra disposizione, aiutando e velocizzando così lo studio del sito o del contesto archeologico grazie al supporto grafico fornito; per i fini comunicativi e divulgativi sono spesso utilizzate delle viste particolari dette *piante di fase*. Queste piante mostrano in una visione d'insieme elementi grafici accomunati dall'appartenere alla medesima fase di vita del sito. Per crearle è sufficiente impostare nei parametri di interrogazione dei dati un valore fisso per il campo "Fase" (da ricercare nella tabella interna di Autodesk o nel database esterno). Su schermo appariranno quindi solamente quegli oggetti grafici che saranno descritti dall'attributo desiderato.

Una tale visione di insieme affianca benissimo una ricostruzione storica del sito perché, parallelamente con la suddivisione cronologica, permette di vedere geograficamente quello che si sta cercando di ricostruire aiutando a ricreare visivamente la situazione materiale nel periodo di tempo di cui si sta parlando.

4.3 –Il database alfanumerico e la gestione fotografica.

La creazione di un database per l'archiviazione della documentazione archeologica è resa necessaria dalla grande mole di dati che lo scavo produce. Se la gestione è appunto la principale esigenza che porta allo sviluppo di supporti per l'archiviazione, non si devono però trascurare quelle funzioni forse meno percettibili, ma altrettanto importanti, che il database management è in grado di offrire, come la possibilità di analisi dei dati dal punto di vista matematico/statistico, e i benefici derivati da una condivisione in tempo reale.

Il sistema di archiviazione è stato progettato in funzione della natura dei dati dello scavo di Monteleo che sono stati raccolti, per cui non tiene conto di tutte le possibili variabili che si possono riscontrare all'interno di un progetto di scavo più generale.

Il software utilizzato per il progetto è un DBMS relazionale di fascia medio/bassa, Microsoft Access 2003.

L'organizzazione dei dati si basa su un modello gerarchico in cui il livello più alto del database è rappresentato, al momento, dal sito stesso da cui dipendono le singole Unità Stratigrafiche che compongono la stratigrafia, in relazione 1:N.

Al livello più basso stanno le tabelle dei reperti (in questo caso è stata sviluppata solo quella della classe ceramica) collegate con le singole US in rapporto N:1.

Le singole Unità Stratigrafiche sono state archiviate secondo un modello che si basa essenzialmente sulla struttura delle schede US ministeriali, a cui sono state apportate alcune modifiche secondo le esigenze di lavoro che si sono riscontrate. La creazione di *chiavi primarie*, ad esempio il Numero di US, rende possibile l'interazione tra le varie tabelle che compongono il database.

L'archivio è ancora in fase di sviluppo, parallelamente con lo studio della documentazione e il progredire della ricerca. E' in fase di progettazione una struttura ad albero che permetta di inserire tabelle relative alle suddivisioni spaziali (aree) dello scavo e alla periodizzazione (attività, fase periodo) del sito in rapporto 1:N con i livelli inferiori.

La normalizzazione del linguaggio ha costituito un presupposto fondamentale per la compilazione del database. Specialmente per i campi di sintesi si sono resi necessari degli strumenti di controllo della consistenza del dato, per evitare che venissero invalidati i risultati di query e analisi statistiche. A questo scopo si è reso particolarmente utile l'utilizzo di un vocabolario controllato (*thesaurus*) che permette la scelta, tramite menù a tendina, di termini preimpostati o comunque aggiornabili dall'utente. I termini sono infatti memorizzati e gestiti in una tabella separata, quindi facilmente aggiornabile e consultabile da qualunque altra tabella presente nel database.

Per quanto riguarda la gestione dell'archivio fotografico, la scelta del software è ricaduta sulla Raccolta Foto Windows Live, sviluppato dalla Microsoft, finalizzato alla individuazione, organizzazione, visualizzazione e modifica di foto e video.

Tra le caratteristiche più interessanti troviamo la possibilità di associare a ciascuna immagine uno spazio descrittivo e una serie di tags (parole chiave) che permettono di organizzare le foto in modo gerarchico ma al tempo stesso fanno sì che ciascun documento possa appartenere a più categorie contemporaneamente.

Queste funzionalità migliorano gestione dell'archivio fotografico, permettendo quindi una maggiore velocità di reperimento delle immagini e una consultazione delle stesse tramite secondo categorie impostate dall'utente che facilitino la ricerca e i confronti.

5- RICOSTRUZIONE E INTERPRETAZIONE STORICA DEL SITO.

5.1 -Dalla sequenza stratigrafica alla ricostruzione per fasi di vita dell'impianto

Alla luce dei dati emersi dalle due campagne di scavo portate avanti negli anni 2008-2009, gestiti attraverso l'architettura informatica sopra descritta, è stato possibile studiare e ricostruire la sequenza d'uso delle strutture dell'allumiera di Monteleo.

In questa sede, per motivi legati alla tempistica dello scavo archeologico ancora in corso, mi occuperò dello studio della stratigrafia rinvenuta nell'area 1000 di scavo e dei rapporti di questa con i forni 1 e 2, gli unici ad essere stati indagati integralmente (per una maggiore chiarezza di esposizione i forni sono stati numerati progressivamente con numeri da 1 a 4, partendo da quello situato a N-E fino a quello di S-W).

Grazie anche al confronto e supporto dei documenti storici, sono state evidenziate le fasi di vita dell'impianto, intendendo con "fase" un periodo di tempo, più o meno omogeneo, nel quale fossero comprese tutte una serie di attività lavorative finalizzate ad un medesimo scopo. La suddivisione cronologica è stata possibile a seguito della stesura di un diagramma stratigrafico che riepilogasse i rapporti stratigrafici tra le varie US.

Al termine di questo lavoro sono stati evidenziati tre periodi principali contenenti sette fasi cronologiche distinte.

Il PERIODO 1 raggruppa le prime tre fasi: la prima fase (FASE 1) comprende le attività di livellamento del terreno preliminari alla costruzione dell'impianto; la seconda fase (FASE 2) comprende le attività relative alla costruzione delle strutture e alla preparazione dei forni all'uso; la terza fase (FASE 3) corrisponde ad un primo ciclo di lavorazione dei forni. Queste tre fasi sono cronologicamente assegnabili ad un periodo compreso fra l'avvio dell'impresa (1471) ed il 1507, data che risulta dai documenti in relazione a profonde ristrutturazioni degli impianti.

Il PERIODO 2 raggruppa le fasi 4 e 5: la quarta fase (FASE 4) comprende una serie di attività relative alla risistemazione delle strutture, ben documentate dallo scavo e segnalate a livello documentario; la quinta fase (FASE 5) riguarda un secondo ciclo di attività. Le due fasi sono riferibili al periodo 1507-1508, anni di piena attività degli impianti.

Il PERIODO 3 raggruppa le fasi 6 e 7: la sesta fase (FASE 6) comprende tutte le attività relative ad un uso improprio delle strutture seguite all'interruzione dell'attività fusoria.; la settima fase (FASE 7) comprende tutti i livelli di abbandono finali. Le fasi sono databili con certezza ad un periodo successivo alla chiusura degli impianti, avvenuta nel luglio del 1508, ma le ceramiche rinvenute negli strati ad oggi scavati e relative a fasi d'uso improprio sono comunque riferibili ad un arco cronologico non posteriore alla prima metà del XVII secolo. I crolli delle strutture sigillano la stratigrafia e rappresentano l'ultimo orizzonte cronologico posteriore al XVII secolo.

PAGINA VUOTA PER MATRIX

Periodo I, fase 1,2,3 (1471 – dicembre 1507)

-Fase 1

Al momento le attestazioni più antiche della frequentazione del sito riguardano un determinato numero di attività finalizzate alla predisposizione dell'area ad accogliere l'impianto produttivo. Il fianco collinare sul quale è stata costruita l'allumiera subì uno sbancamento e furono realizzati una

serie di interventi artificiali volti a livellare e ingrandire l'area di lavoro, fino a creare una sorta di terrazzamento di cui ancora oggi si riconosce la morfologia.

In particolare sono stati rinvenuti degli strati sterili di matrice gialla, ricchi di pietrisco, lungo il limite S dell'area di scavo (US1066, US1015) che svolgevano un'azione di riempimento e contenimento del pianoro; la provenienza del materiale utilizzato sembra essere la cava sovrastante il sito. Il piano di lavoro originale è identificato da uno strato di colore rosso (US1009), molto compatto, che si estende su tutta l'area di scavo 1000, presentando sporadiche tracce di carboncini e frammenti di laterizio.

Una consistente macchia di carboni (US1122, 1129, 1130), forse frutto delle primissime attività di lavoro, si è deposta in un avvallamento del terreno davanti all'imboccatura del forno 2.

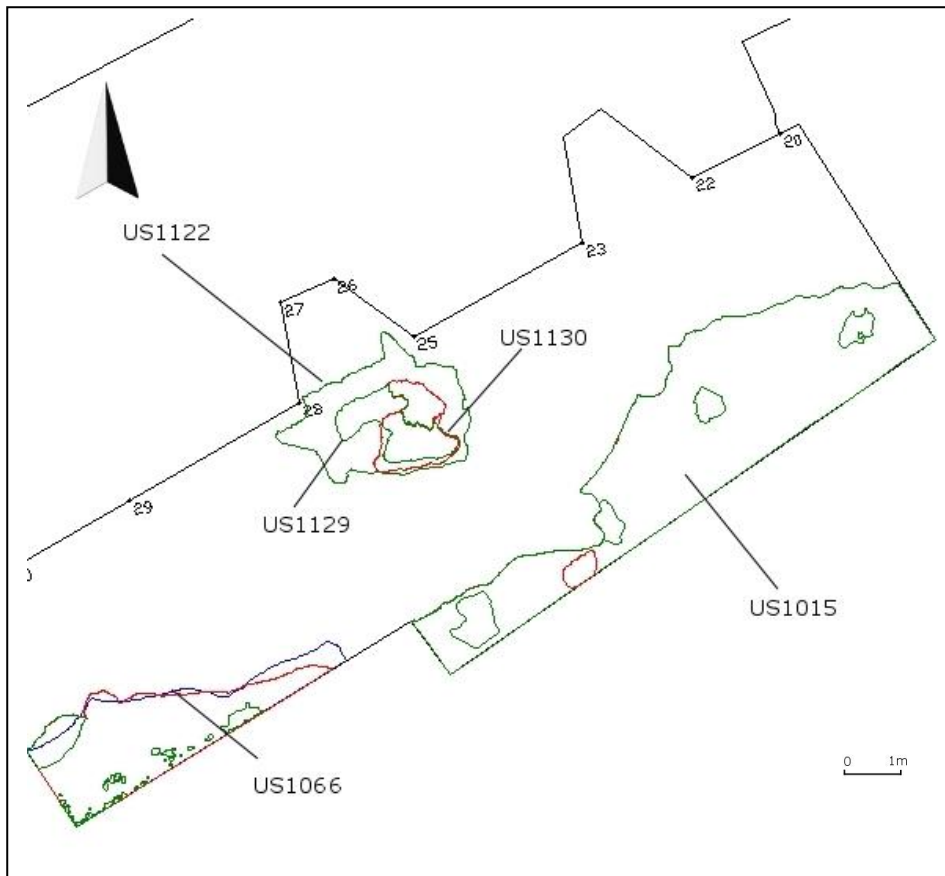


Fig.8 Periodo I, Fase 1.

-Fase2

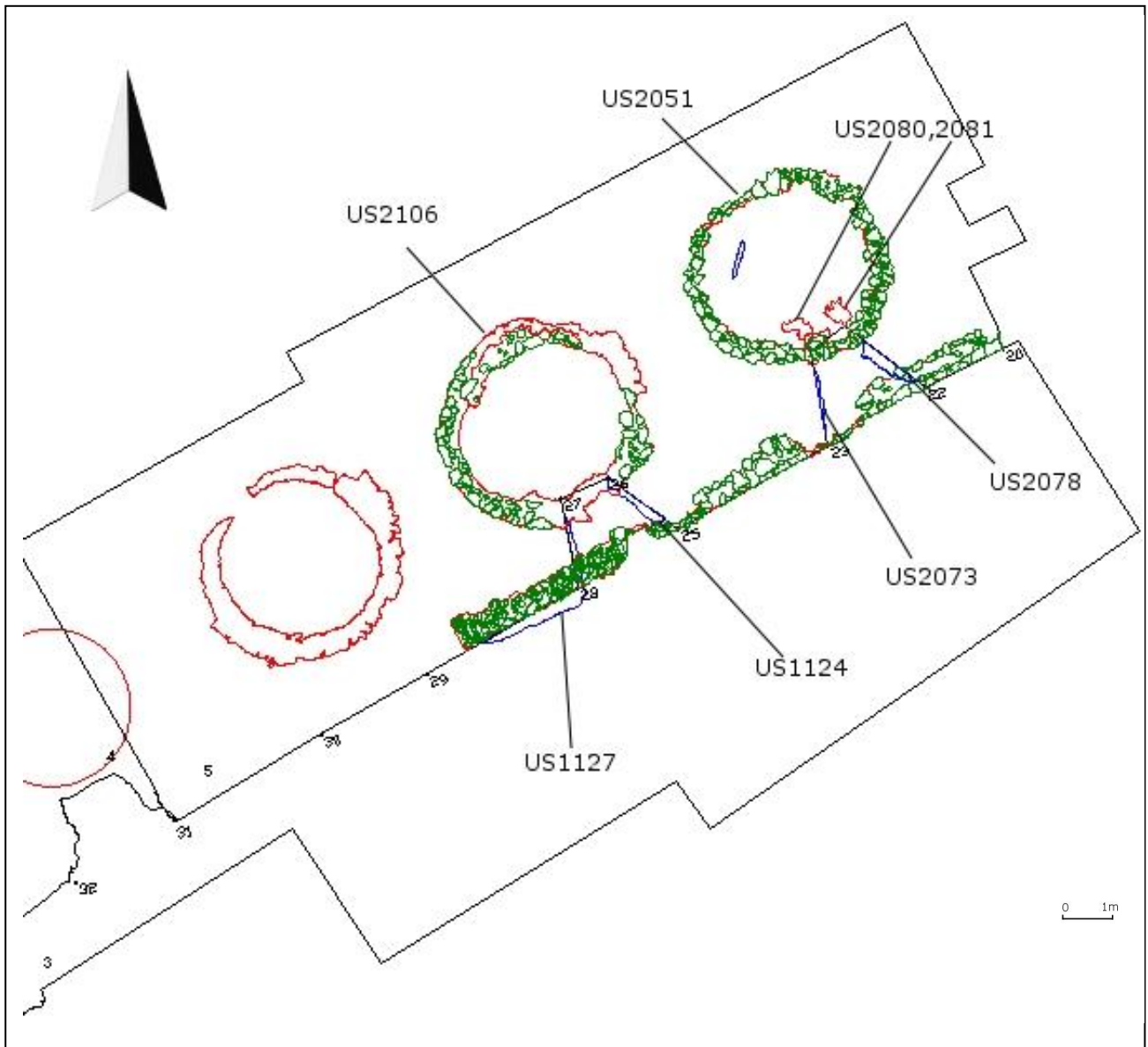


Fig.9 Perido I, Fase 2.

La seconda fase riguarda la costruzione delle strutture e gli interventi per predisporre i forni all'uso. La struttura oggetto di indagine è una batteria di 4 forni di forma circolare con prefurnio, costruita utilizzando blocchi di calcare di varie misure, disposti in filari poco regolari legati da malta poco tenace, molto granulosa, di colore biancastro; le pietre impiegate mostrano in alcuni casi evidenti alterazioni dovute alla presenza di minerali; per favorire l'orizzontamento dei filari è frequente l'utilizzo di zeppe in pietra e laterizio ricavate da mattoni e tegole. La tecnica di costruzione è poco curata, probabilmente frutto di maestranze più competenti nella realizzazione tecnica che attente al gusto estetico (non dobbiamo dimenticare che ci troviamo di fronte ad un impianto produttivo e non ad un luogo abitativo). All'interno dei prefurni sono state ricavate delle piccole nicchie quadrangolari (US1036,1037,1038) di probabile natura funzionale.

Ascriviamo a questa fase con qualche prudenza i tagli rinvenuti lungo il prospetto della struttura, che rappresentano certamente azioni legate alla costruzione, ma che, al momento, pur rappresentando l'orizzonte più antico registrato sul sito, non sono interpretabili con assoluta certezza come tagli relativi alla prima fondazione delle murature; lo strato di terra vergine non è stato infatti ancora messo in luce, e ciò potrebbe far pensare che i tagli rinvenuti in prossimità e all'interno dei prefurni del forno 1 e 2 (US2073,2078,1127,1124), forse testimoniano dei primissimi interventi di rifacimento.

Le camere dei forni hanno una forma circolare del diametro interno di circa 2,5 metri e sono rivestite da una fodera in laterizio (US2010,2013) formata da filari regolari di mattoni dello spessore di 5 cm messi in opera di testa e legati da una malta piuttosto granulosa di colore biancastro.

Sulla parte sommitale di ogni forno è presente una corona realizzata in filari irregolari di blocchi di pietra (US2051,2106). Nel forno 1 è stata evidenziata la presenza di un *risalto*, ossia di un orlo nella parte alta della camera che era necessario all'impostazione della cupola, costituita dalle pietre da sottoporre al calore.¹¹⁴

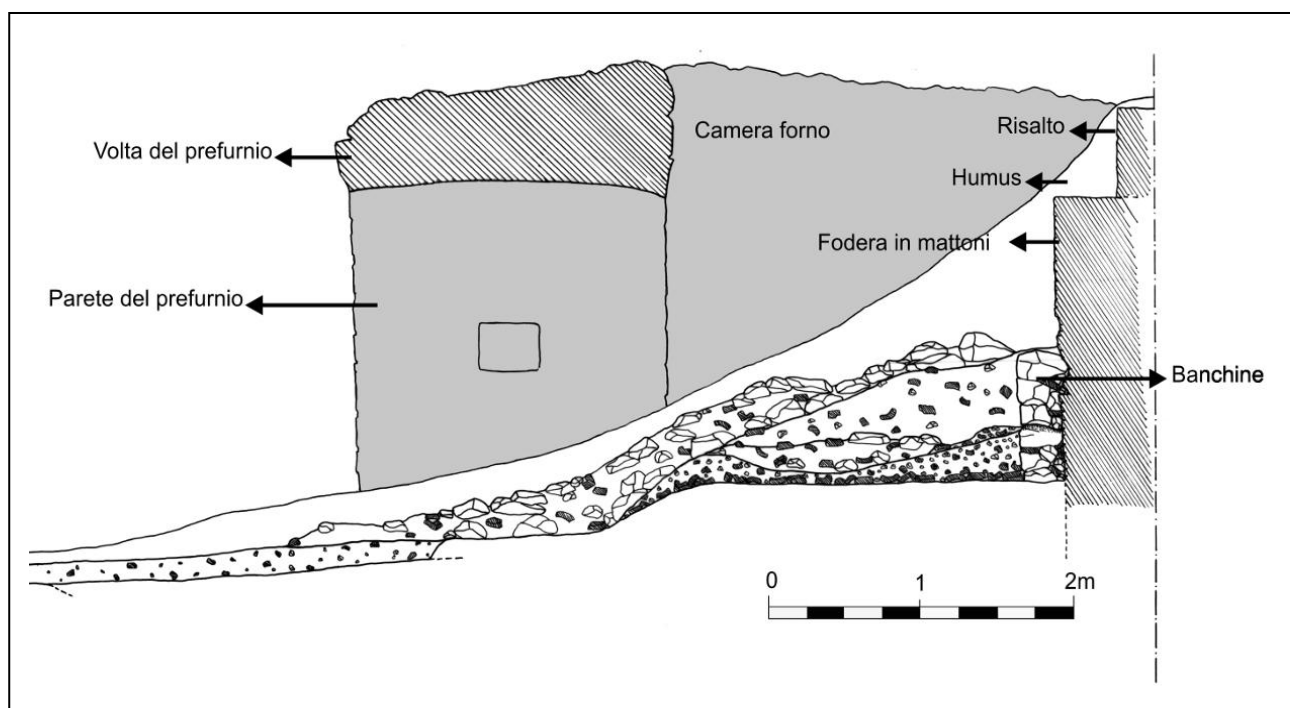


Fig.10 Sezione del forno 1.

Anche la base della struttura presenta una caratteristica interessante: una conoscenza tecnica specifica sembra avere dettato la necessità di abbassare ulteriormente il fondo del forno rispetto alla bocca di accesso, tramite un'asportazione di terreno (US2079,2082). Questo procedimento sembra

¹¹⁴ RIPARBELLI, 1984, p.69.

essere abbastanza comune nei forni per la produzione della calce.¹¹⁵ L'asportazione ha messo in luce quello che probabilmente è il terreno vergine (US2076) e sul quale la fodera in mattoni sembra appoggiarsi.

Appartiene a questa fase anche la costruzione di due mazzette in muratura (US2080,2081) di cui sono state rinvenute le relative fondazioni (US2091,2092). Le strutture si trovano in corrispondenza dell'accesso alla camera del forno 1, sui lati dell'ingresso, e sono composte da pietre di medie dimensioni e laterizi. La loro edificazione in muratura ha fatto sì che queste strutture si mantenessero nel tempo, a fronte dei numerosi rifacimenti che hanno investito invece le banchine interne al forno e che a queste mazzette si appoggiavano.



Fig.11 Le mazzette in muratura (US2080,2081) all'interno della camera del Forno 1. E' visibile anche il dislivello frutto di un'asportazione di terreno (US2079) tra il piano del forno e il piano di calpestio all'esterno.

-Fase 3

¹¹⁵ QUARNETI, 2009, pp.85.

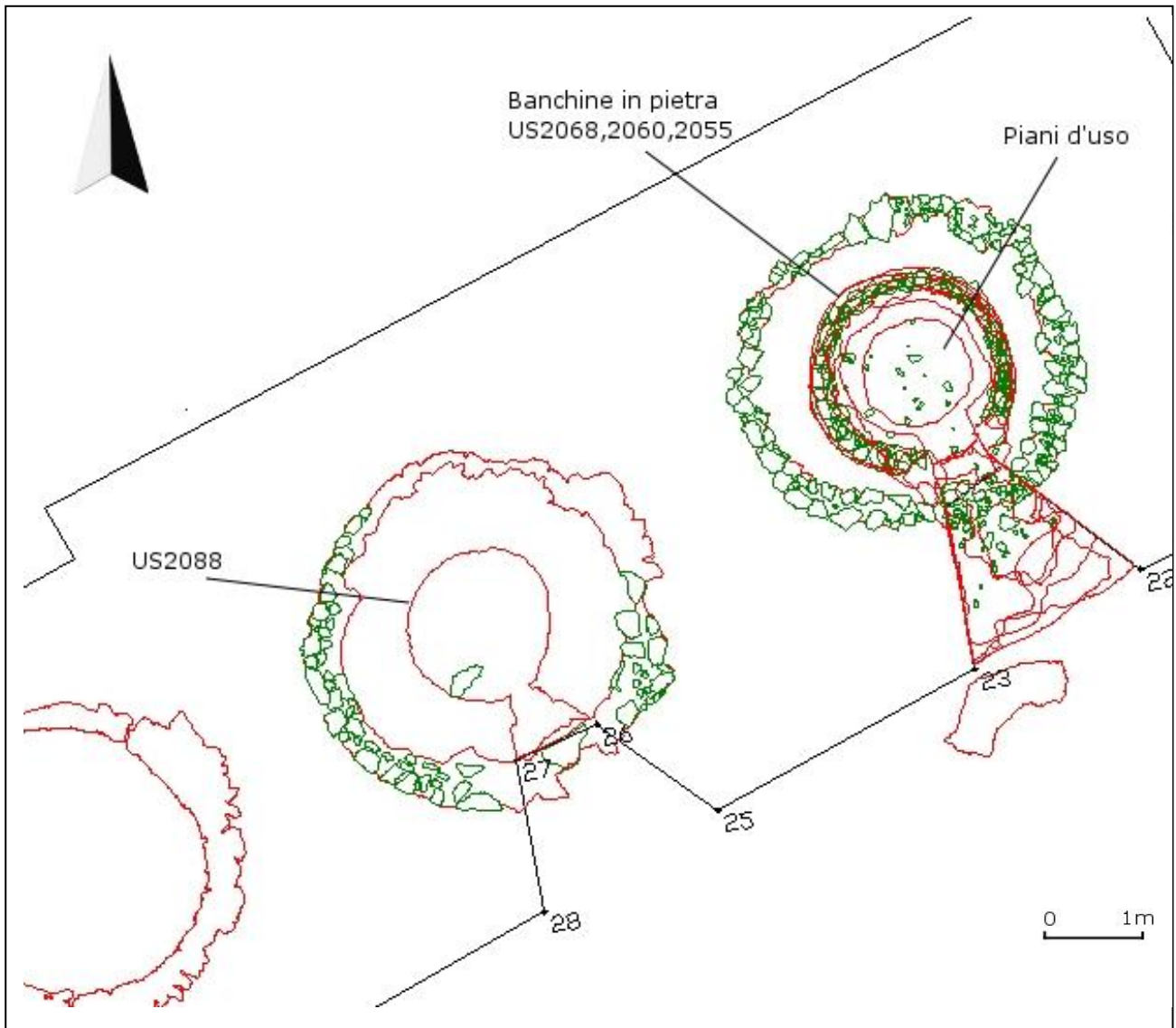


Fig.12 Periodo I, Fase 3.

Inizia quindi il lavoro vero e proprio all'interno dell'allumiera e si riscontrano i primi livelli di uso dell'impianto. In questa fase, per il forno 2, l'unico segno di un'attività di fornace è il ritrovamento di uno strato molto spesso, dai 5 ai 10 cm, di carbone (US2088) e di una piccola macchia di cenere (US2093). Al momento possiamo ipotizzare che il forno, almeno inizialmente, sia stato predisposto alla calcinazione delle pietre perché non si rilevano differenze evidenti, in questa prima fase, rispetto al forno 1, né si evidenzia la presenza di elementi strutturali di controversa interpretazione. Il forno 1 presenta invece una serie di sistemazioni realizzate in pietre e laterizi fortemente alterati da calore, legate da terra e malta; queste sistemazioni fasciano la parte basse della camera del forno. Si tratta di una serie di banchine (US2068,2060,2055) alte e larghe circa 20 cm, che si appoggiano alle mazzette in muratura ai due lati dell'ingresso della camera. Queste sistemazioni sono da leggere in relazione a una serie di piani d'uso (US2069,2065,2064,2063,2059,2058,2056) fortemente alterati

dal calore e caratterizzati dalla sporadica presenza di pietre e laterizi bruciati e carboni. Gli strati segnalano che il forno era predisposto al raggiungimento di alte temperature, che danneggiavano evidentemente parte della fodera in mattoni e della struttura, come evidenziano anche i laterizi vetrificati ancora presenti. Interventi di rasatura e restauro della parete della camera erano effettuati spesso, in alternanza ai cicli di cottura.¹¹⁶



Fig.13 Forno 1. Banchina in pietra (US2060).

Se la banchina serviva all'impostazione della volta di pietre da destinare alla cottura, così come la stessa funzione doveva svolgere il *risalto* di cui abbiamo già parlato, la loro presenza concomitante potrebbe essere spiegata dall'utilizzo, forse in situazioni cronologiche differenti, di entrambi i sistemi di allestimento dei forni alla cottura¹¹⁷. Quello che in ogni caso esce rafforzato da queste ipotesi è che il forno 1 sia stato utilizzato sicuramente per il processo di calcinazione.

Periodo II, fase 4,5 (dicembre 1507 – giugno 1508)

¹¹⁶ <<...La veemenza del fuoco che se li dà vetrifica spesso e sfacela la sotanza dei mattoni sicchè in ogni lavorazione cioè ogni anno bisogna rifare le fornaci almeno due volte...>> RIPARBELLI, 1984, p.69.

¹¹⁷ Vedi paragrafo 3.2 sul ciclo di produzione dell'allume.

-Fase 4

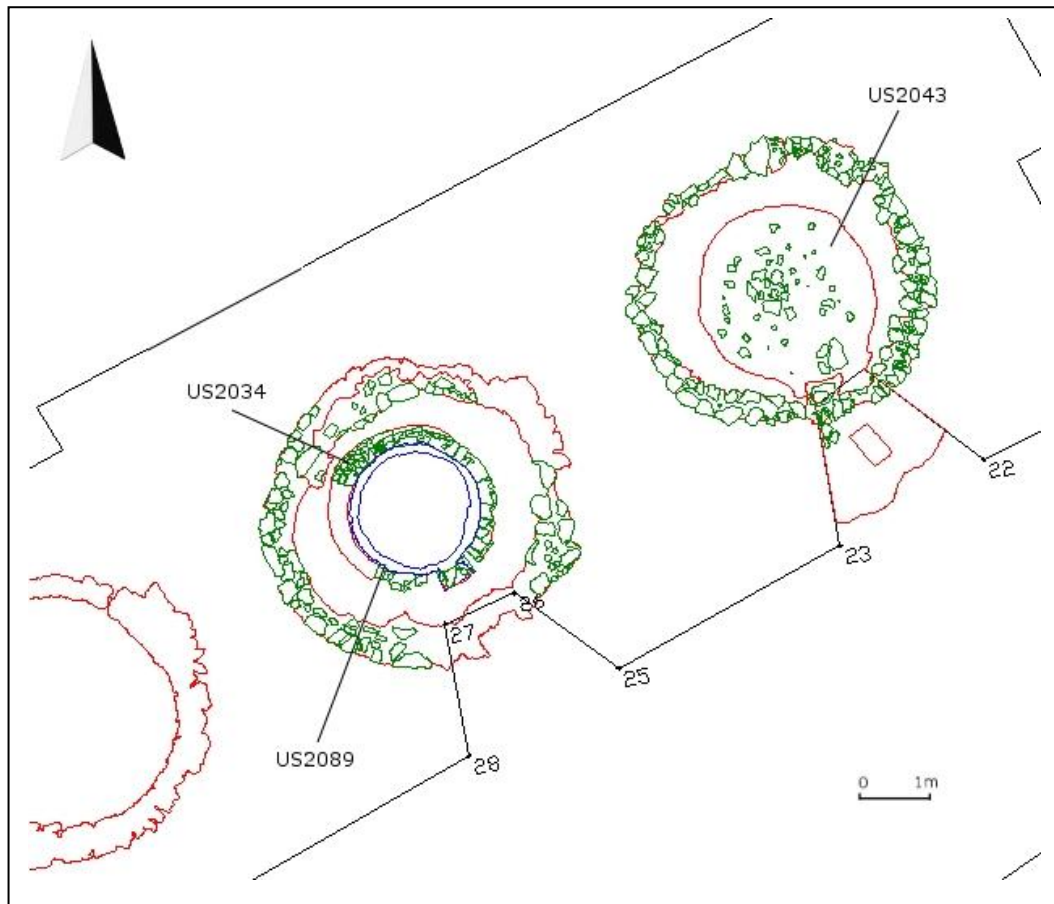


Fig.14 Perido II, Fase 4.

C'è un momento all'interno della vita dei forni in cui si riesce a cogliere una cesura fondamentale nella loro attività. Questo momento di cambiamento è rappresentato, nel forno 1, da uno strato molto spesso (US2043) che si estende anche nel prefurnio fin fuori la struttura e che oblitera i livelli sottostanti, in particolare le banchine a ridosso della fodera in mattoni.

Nel forno 2 il cambiamento è reso più evidente dalla costruzione di una risega in muratura (US2034) di mattoni, spessa 40 cm e alta 110 cm circa, che si appoggia alla fodera di laterizi del forno e ne ridimensiona il diametro a 2 m circa. Le fondazioni della risega (US2090) sono alte dai 10 ai 15 cm e sono formate da pietre di medie dimensioni e laterizi disposti orizzontalmente legati da malta di colore giallo. Tali fondazioni tagliano (US2089) lo strato di carboni (US2088) che sembra estendersi anche al di là del limite interno imposto dalla nuova costruzione in mattoni, probabilmente su tutta la superficie interna descritta dalla fodera in laterizio della camera.

La presenza di questa struttura può suggerire alcune considerazioni importanti.

Se abbiamo ipotizzato, almeno inizialmente, che i due forni svolgessero una stessa funzione, appare adesso evidente che nel corso del loro utilizzo devono essersi differenziati tra di loro. La risega in

muratura non sembra infatti paragonabile alle banchine in pietra e laterizio del forno 1, né dal punto di vista formale, né della tecnica costruttiva.



Fig.15 Forno 2. Risega in muratura di mattoni (US 2034).

Se quest'ultime presentano infatti tracce di alterazione dovute alle alte temperature, la struttura del forno 2 non presenta questi segni e conserva ancora un sottile strato di argilla come rivestimento interno. Tutto questo fa pensare che le temperature raggiunte nel secondo forno siano state inevitabilmente più basse rispetto a quelle del primo e quindi non adatte al processo di calcinazione, ma forse ben più consone alla fase di lisciviazione¹¹⁸. Le grosse caldaie metalliche utilizzate durante questa fase erano inserite all'interno delle strutture fusorie e sostenute da appositi incassi: proprio la risega potrebbe essere stato il supporto fisico sul quale impostare la caldaia. In quest'ipotesi, suffragata da confronti funzionali con altri impianti noti¹¹⁹ e dalla bibliografia, sarebbe spiegata anche la mancanza di alterazioni dei laterizi della risega, dato che le temperature raggiunte nella fornace da lisciviazione sono di gran lunga inferiori a quelle necessarie per la calcinazione.¹²⁰

¹¹⁸ Vedi paragrafo 3.3.

¹¹⁹ DALLAI, PONTA, FINESCHI, TRAVAGLINI, 2009, p.55.

¹²⁰ PICON, 2005, pp. 12-38.

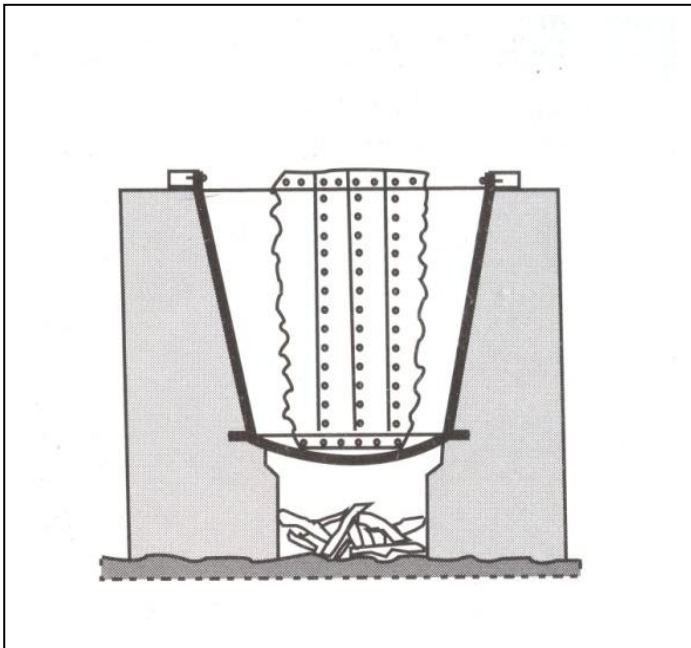


Fig.16 Sezione di una caldaia da lisciviazione.

Per tutte queste considerazioni appare realistica l'ipotesi di essere in presenza non tanto dei resti delle tarde strutture granducali del XVIII secolo, quanto di ciò che resta di una precedente allumiera, con ogni probabilità quella promossa da Rinaldo Tolomei alla fine del XV secolo¹²¹; e la fase di ristrutturazione funzionale dell'impianto, così ben evidente dai dati di scavo, sembra trovare degli importantissimi riscontri all'interno della documentazione storica. I documenti riguardanti l'attività rinascimentale contengono infatti riferimenti ad un'attività di restauro. Alcuni passaggi sono particolarmente significativi :

<<Maestro Bernardone muratore, ricordo come fino oggi questo dì primo di dicembre se auto da lui 7 opare col manuale a murare la chaldaia e una fornacia>>¹²²

<<maestro Domenico muratore, ricordo come fino oggi questo dì primo di VIII dicembre ci a dato 3 opare col manuale a le fornaci>>¹²³

E' evidente che nel dicembre del 1507 l'allumiera dovette fare ricorso all'impiego di manodopera specializzata per svolgere un lavoro che probabilmente andava ben oltre le normali attività di riparazione dovute all'usura del forno. Ecco quindi che il momento del cambio di funzione del forno 2 può, con le dovute precauzioni, essere collocato nell'autunno del 1507, all'interno di quelle operazioni di restauro dei forni e della caldaia citate dalla documentazione.

-Fase 5

¹²¹ Vedi paragrafo 3.3.

¹²² AOMS, Archivi aggregati famiglie e particolari, 63 fol. 1v.

¹²³ AOMS, Archivi aggregati famiglie e particolari, 63 fol. 2v.

Questa fase comprende le attività lavorative seguite alla ristrutturazione dell'impianto fino al momento dell'abbandono.

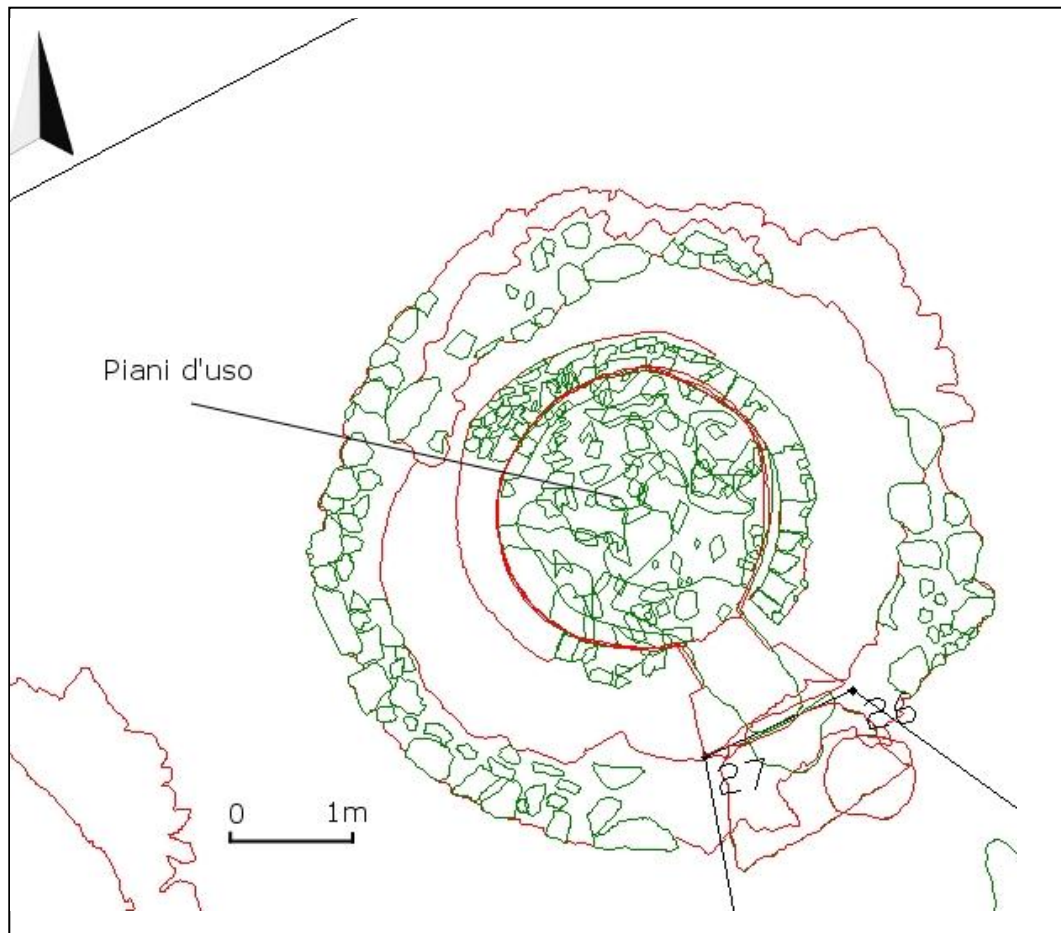


Fig.17 Periodo II, Fase 5. Forno 2.

All'interno del forno 2 troviamo una serie di piani d'uso molto compatti (US2077,2071,2070,2066) alcuni dei quali portano i segni di un'esposizione al calore. La presenza, all'interno di questi strati, di frammenti di laterizi e pietre porta a pensare che essi siano il frutto delle azioni di rasatura (US2049,2044) della fodera in mattoni (US2013).

Indizi di una riduzione della temperatura all'interno del forno ci vengono anche dall'analisi dei restauri (US2046,2045) inerenti la parete della camera del forno che, per quanto realizzati con scarsa perizia tecnica, non presentano segni di alterazione da calore.

In questa fase l'area esterna alla sinistra del forno 2 venne utilizzata come carbonaia, probabilmente in periodi alternati rispetto a quelli di uso del forno stesso visto che i livelli di carbone (US1046) si estendono in parte davanti l'ingresso della bocca della struttura.

La grande quantità di carbone presente su tutta l'area non si giustifica tanto con l'attività dei forni , quanto poteva servire al funzionamento di una forgia di cui fisicamente non ne è stata individuata l'ubicazione, ma che le fonti sicuramente attestano¹²⁴, e di cui sono stati rinvenuti alcuni pezzi del piano di lavoro (US2036) (Fig.2), smontati in una fase successiva e gettati all'interno del forno 2. Si tratta in particolare di blocchi di conglomerato lavorati su una superficie, che presentano forti alterazioni da calore.

In questa fase il forno 1 doveva essere ancora funzionale alla calcinazione delle pietre: troviamo di nuovo la disposizione di banchine in pietre e mattoni alterati (US2035,2020) (Fig.10) che insistono su due mazzette (US2039,2040) realizzate in materiale legato da terra. Piani di lavoro intermedi hanno progressivamente innalzato il livello d'uso del forno, forse in relazione ad un uso più ridotto della struttura.

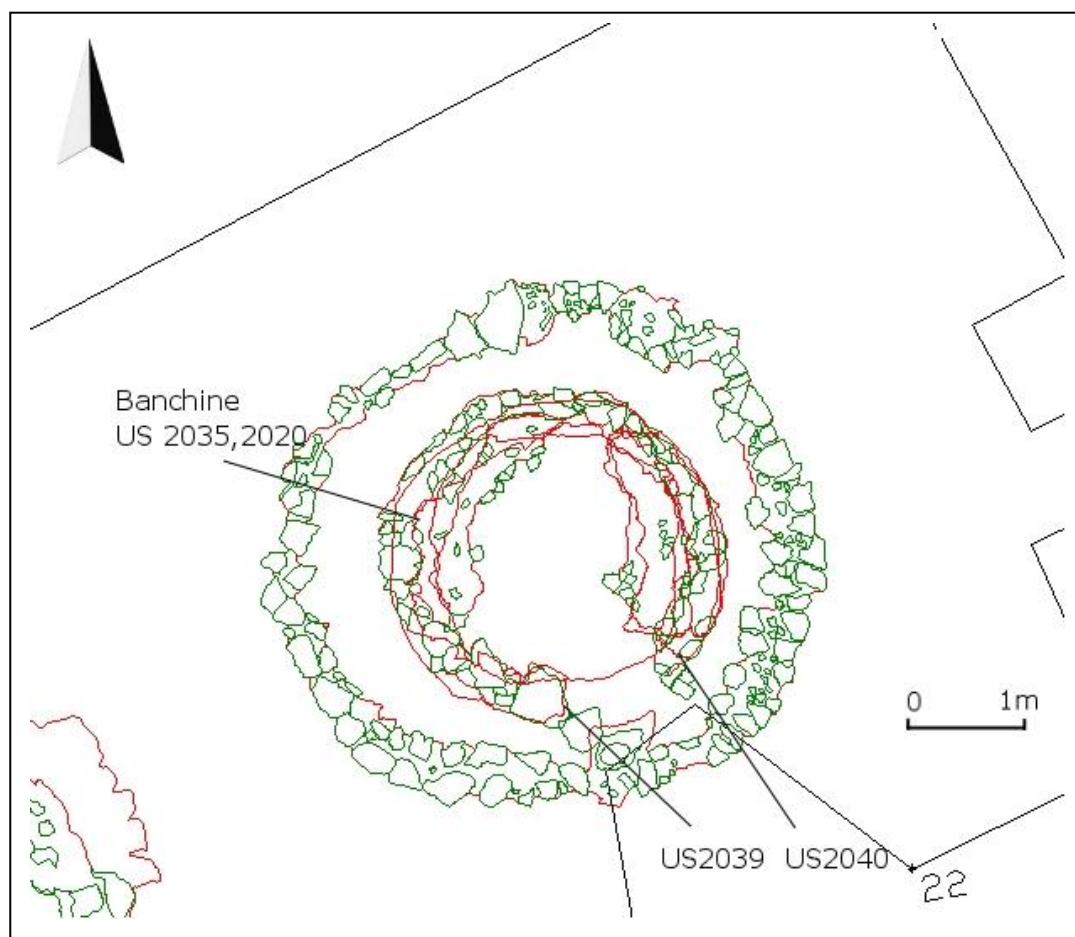


Fig.18 Periodo II, Fase 5. Forno 1.

¹²⁴ Vedi capitolo 3.3.

Subito fuori, alla destra dell'imboccatura, una serie di strati è testimone delle attività fusorie e di pulitura del forno. Vi sono infatti alcuni strati di ceneri e carboni (US1020,1021,1022) e altri contenenti pietre fortemente alterate e carboncini (US1016,1019,1025,1026).

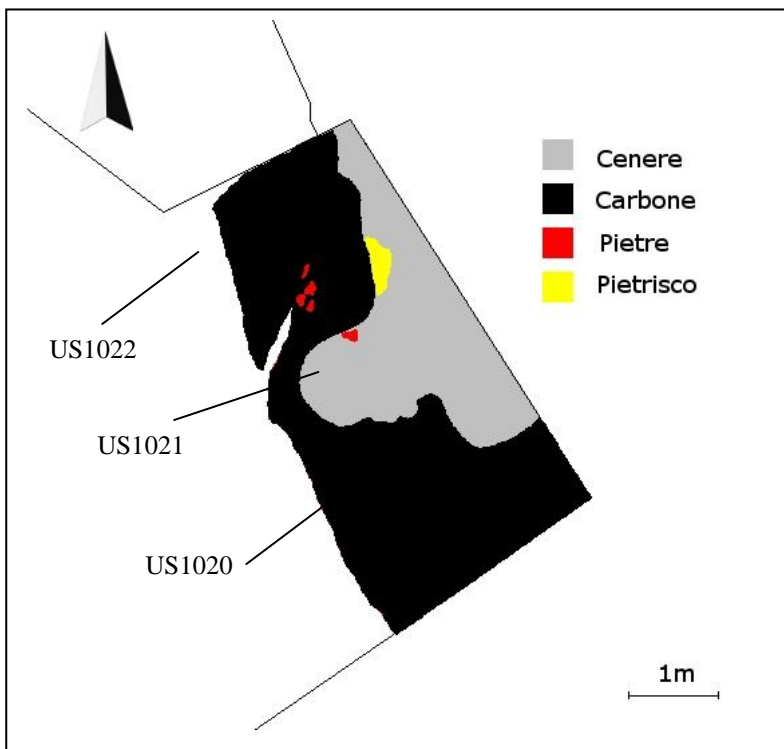


Fig.19 Strati di carbone e cenere che testimoniano l'attività fusoria e la pulitura del Forno 1

Un serie di buche di palo (circa 20), del diametro tra i 6 e i 15 cm, sono state rinvenute nella zona Est dell'area di scavo. Su queste buche dovevano impostarsi i pali di una modesta copertura o di uno steccato, probabilmente per contenere e proteggere dalla pioggia la legna tagliata da utilizzare come combustibile all'interno dei forni.



Fig.20 Buche di palo in prossimità dell'area di lavoro davanti al Forno 1.

Periodo III, fase 6,7 (II metà 1508 – post XVII sec.)

- Fase 6

A questa fase sono riconducibili tutte quelle attività che si sono susseguite al termine dell'attività fusoria dell'impianto. Alcune evidenze significative lasciate da un uso improprio e dalla frequentazione del sito sono state riscontrate durante lo scavo del terzo forno¹²⁵.

La rimozione di uno strato di pietrisco ha messo in luce una serie di forme ceramiche all'interno di uno strato incoerente, alcune delle quali intere, che erano state appoggiate sulla spalletta in laterizio determinata dal contatto fra la fodera interna del forno e la sua corona in pietra (US 2113).

In questa fase di vita della struttura, che evidentemente non era più utilizzata come forno, la spalletta divenne un punto di appoggio per un corredo di forme ceramiche abbastanza variegato, composto da forme chiuse (fiaschette ingobbiate, pentole invetriate) ed aperte (grandi piatti marmorizzati, scodelle smaltate, tegami invetriati). Tutte queste ceramiche testimoniano delle produzioni circolanti nell'area fra XVI e XVII secolo e sono dunque estremamente utili per datare la fine dell'utilizzo del forno 3 come impianto produttivo (compatibili con la documentazione che attesta la fine della produzione nel 1508) ed un suo tardo utilizzo come ricovero. La spalletta interna diventa in questa fase un piano d'uso a tutti gli effetti, come dimostrano i resti di un piccolo focolare qui rinvenuto.



Fig.21 Forme ceramiche rinvenute sulla spalletta del Forno 3.

¹²⁵ Dati di scavo ancora inediti, segnalati sulla relazione di fine scavo per il Comune di Monterotondo M.mo.

Anche all'esterno del forno 4 sono state messe in luce alcune strutture pertinenti ad una fase tarda e di abbandono delle strutture fusorie. Si tratta in particolare di una muratura a cui si appoggia una piccola struttura quadrangolare (US1062), realizzata con pietre e mattoni di riutilizzo messi in opera con malta poco tenace, che, al momento dello scavo, è risultata riempita di grosse pietre (US1073). Al di sotto di questo primo riempimento sono venuti in luce strati di carbone misti a pietre ed un ultimo strato di carbone ancora da scavare (US1109). La funzione della piccola struttura è incerta ma in ogni caso non è relativa alla fase di vita del forno.



Fig.22 Struttura in pietre e mattoni di riutilizzo (US1062) davanti all'imboccatura del forno 4.

-Fase 7



Fig.23 Periodo III, Fase 7.

Questa fase comprende tutti i livelli di abbandono del sito e alcune attività relative alla gestione del bosco in tempi recenti. I segni più evidenti causati dall'abbandono sono i crolli che hanno interessato la struttura fusoria. A ridosso del limite di scavo N-E dell'area 1000 due grandi crolli (US1010,1011) sembrano essere la conseguenza del disfacimento del muro sommitale della struttura; all'interno dei forni, il crollo dei rivestimenti delle strutture e della corona sommitale ha riempito quasi completamente le camere.

Sappiamo inoltre dalle fonti orali che l'area è stata sfruttata in tempi molto recenti, per la produzione del carbone. Una traccia di questa attività è l'enorme macchia di carboni che è stata rimossa assieme all'humus durante l'apertura dell'ara di scavo in corrispondenza del forno 4.

L'abbondante humus di formazione naturale sigilla tutti gli strati sottostanti.

6- CONCLUSIONI

Il tema principale del mio lavoro ha riguardato lo sviluppo di un modello di gestione informatizzata del dato archeologico. L'applicazione dello strumento informatico ai fini di studio di uno scavo archeologico ha reso necessaria una riflessione sulle tematiche che stanno alla base di questa disciplina e un approccio metodologico alle attività di cantiere, dalle quali scaturisce la documentazione archeologica. Parallelamente allo sviluppo di un modello informatico, il sito è stato inquadrato nel suo contesto storico e geografico; a tale scopo è stata effettuata una ricerca documentaria sulle fonti riguardanti la storia economica e sociale del territorio delle Colline Metallifere e in particolare del comune di Monterotondo Marittimo, e si sono tenuti presenti i dati frutto dell'indagine archeologica di superficie condotta sul territorio del comune fra il 2004 ed il 2007, dai quali è emerso con chiarezza lo stretto legame esistente tra le abbondanti materie prime del sottosuolo e lo sviluppo di una rete insediativa molto articolata e duratura, e di come queste risorse abbiano condizionato la scelta dei luoghi dell'insediamento. Queste considerazioni sono in buona misura valide anche per il sito di Monteleo.

Ad un primo approccio storico/geografico alla regione è stata affiancata una ricerca sugli studi riguardanti l'allume ed i suoi centri di produzione, all'interno dei quali si è cercato di inserire anche l'esperienza di Monteleo.

Dallo studio complessivo del tema è emersa con grande evidenza l'importanza che l'allume ha rivestito nei secoli finali del Medioevo per l'economia di questa parte del territorio delle Colline Metallifere, e come tale importanza si rifletta nelle dinamiche politiche di controllo del territorio da parte dei diversi soggetti in campo, Diocesi e Comuni tra tutti. Lo studio ha inoltre evidenziato quali tradizioni tecniche di sfruttamento fossero alla base di quella che appare come una vera e propria "rivoluzione" nel metodo di produzione di allume, cioè l'introduzione della processo produttivo a partire dall'alunite. Questi dati, combinati con quelli emersi dallo studio preliminare del territorio, hanno permesso di avanzare alcune ipotesi interpretative che hanno posto in discussione alcuni aspetti storici sostenuti dalla tradizione di studi sull'allume, in particolare per quanto riguarda il "nuovo" tipo di sfruttamento, che potrebbe essere già stato in uso a partire dai secoli centrali del Medioevo.

Per studiare un sito di natura produttiva come questo è stato inoltre necessario conoscere e comprendere le fasi di lavorazione alla base del ciclo di produzione del minerale in questione; questo ha infatti consentito di poter riconoscere e interpretare con maggiore precisione le tracce lasciate a livello archeologico dalle attività condotte sul sito.

La parte finale del lavoro è stata dedicata allo studio dei dati di scavo ai fini dell'interpretazione storica del sito. Molto importante è stata in questa fase la valutazione incrociata fra la fonte materiale ed i documenti storici, che hanno permesso un'accurata datazione di alcuni eventi cruciali per l'allumiera, non altrimenti databili in senso assoluto.

In particolare quello che è emerso con forza da questo studio è che il complesso produttivo attualmente in corso di scavo è con ogni probabilità riferibile all'allumiera rinascimentale del 1502, la quale trova ampi riscontri nella documentazione scritta, ma di cui, nel momento iniziale dello scavo, non si avevano riscontri materiali. La nuova datazione del sito apre quindi numerose strade di ricerca future perché inserisce l'impianto in un contesto ben diverso da quello supposto inizialmente di XVIII secolo, ma in un periodo in cui lo sfruttamento delle risorse da parte delle élite cittadine è al suo culmine e l'affannosa ricerca di allume si sta concretizzando nell'apertura, all'interno del territorio delle Colline Metallifere, di numerose allumiere delle quali si conosce davvero poco in termini materiali.

Il progetto informatico sviluppato mi ha aiutato durante lo studio del sito archeologico, permettendomi di reperire con facilità informazioni e di visualizzare rilievi di scavo, supportandomi durante la compilazione del matrix, nel riordino delle Unità Stratigrafiche e nel verificare la correttezza del lavoro svolto sul campo. Questo modello ha consentito inoltre la creazione di piante tematiche, fondamentali per una comprensione più accurata della stratigrafia e della suddivisione cronologica delle fasi di vita dell'impianto.

La scansione cronologica del sito è stata articolata in periodi e fasi; parallelamente alla descrizione delle evidenze archeologiche sono state fatte ipotesi e confronti, servendosi di tutte le informazioni a disposizione provenienti dagli studi contestuali effettuati.

La ricostruzione è stata affiancata dal supporto dell'informatica tramite la creazione di *query* tematiche sugli oggetti grafici vettorializzati all'interno del GIS. Queste viste hanno fornito un ottimo supporto poiché mostrano in maniera molto immediata e semplice l'insieme delle unità stratigrafiche appartenenti a una determinata fase, delle quali si è fornita una interpretazione nella parte scritta.

Nonostante un sistema consolidato di gestione dei dati archeologici attraverso il computer sia già in uso all'interno del Dipartimento di Archeologia Medievale dell'Università di Siena da alcuni anni, ho deciso ugualmente di intraprendere da zero lo sviluppo di un nuovo modello gestionale perché mi sembrava opportuno rendere compatibili i dati archiviati derivati dalle ricerche storiche e archeologiche condotte per il progetto *Colline Metallifere* con i dati archeologici scaturiti dallo scavo del sito di Monteleo, che si colloca all'interno di questo progetto. L'utilizzo di sistemi operativi differenti e di conseguenza software diversi all'interno del Dipartimento ha fatto sì che i

dati riguardanti il progetto Colline Metallifere siano stati memorizzati su supporti differenti da quelli sviluppati per archiviare il dato archeologico di scavo. Il mio lavoro ha cercato dunque di evitare che si formasse una lacuna tra la documentazione esistente e i dati provenienti dal nuovo scavo archeologico, per fare in modo che le documentazioni potessero essere compatibili tra di loro e quindi fruibili nel modo migliore possibile per ulteriori ricerche e studi.

Oltre alle conclusioni in questo spazio vorrei sottolineare come il progetto informatico sia in fase di sviluppo parallelamente all'avanzamento dello scavo archeologico. Nei prossimi mesi il lavoro coinvolgerà altri aspetti dell'applicazione dell'informatica all'archeologia, come l'analisi e la condivisione dei dati; la piattaforma GIS, in fase di sviluppo, sarà predisposta per l'archiviazione delle rimanenti Unità Stratigrafiche e sarà migliorata sotto l'aspetto della gestione degli oggetti grafici e delle classi. Il database alfanumerico sarà invece disposto ad accogliere una documentazione più granulare e dettagliata, attraverso la creazione di nuove tabelle collegate tramite relazioni a quelle già esistenti.

7.1 - FONTI

Archivio dell'Opera Metropolitana di Siena (AOMS), *Archivi Aggregati, Famiglie e Particolari*, 60-63.

TARGIONI TOZZETTI GIOVANNI, *Sulle allumiere della Toscana*, Manoscritto Palatino, 1065, Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze (BNCF).

7.2 - BIBLIOGRAFIA

AGRICOLA GEORGIUS, *De re metallica*, Ed. tradotta in inglese da Dover Publication, 1986.

ARCHONTIDOU AGLAIA, BLONDE' FRANCINE, PICON MAURICE, *Observations techniques et achéométriques sur l'atelier d'Apothika (Lesbos)*, in *L'alun de Méditerranée*, Napoli/Aix-en-Provence, 2005, pp.88-95.

ARCHONTIDOU AGLAIA, *Un atelier de préparation de l'alun à partir de l'alunite dans l'île de Lesbos*, in *L'alun de Méditerranée*, Napoli/Aix-en-Provence, 2005, pp.85-88.

ARRIGONI TIZIANO, *La ricerca mineraria nelle colline metallifere alla metà del settecento: l'esperienza di uno scienziato viaggiatore, Giovanni Targioni Tozzetti*, in I.Tognarini (a cura di) *Siderurgia e miniere in Maremma tra '500 e '900*, Ed. All'insegna del Giglio, Firenze, 1984, pp.55-64.

BALESTRACCI DUCCIO, *Alcune considerazioni su miniere e minatori nella società toscana del tardo medioevo*, in I.Tognarini (a cura di) *Siderurgia e miniere in Maremma tra '500 e '900*, Ed. All'insegna del Giglio, Firenze, 1984, pp.19-37.

BELLI M., DE LUCA D., GRASSI F., *Dal villaggio alla formazione del castello: il caso di Rocchette Pannocchieschi*, in Atti del III Congresso Nazionale di Archeologia Medievale. Pré-tirages (Salerno, ottobre 2003), Firenze, 2003.

BIANCHI GIOVANNA, DALLAI LUISA, GUIDERI SILVIA, *Indicatori di produzione per la ricostruzione dell'economia di un paesaggio minerario: le Colline Metallifere nella Toscana Meridionale*, in V Congresso Nazionale di Archeologia Medievale (Foggia -Manfredonia 30 settembre al 3 ottobre 2009), ATTI del SAMI, 2009, pp.638-643.

BIRINGUCCI VANNOCCIO, *De Pirotechnia*, Venezia, 1540.

BOISSEUIL DIDIER, *L'alune en Toscane à la fin du Moyen Age*, in *L'alun de Méditerranée*, Napoli/Aix-en-Provence, 2005.

BOISSEUIL DIDIER, *L'exploitation del l'alun en Toscane au début du XVI siècle: l'alunière de Monterotondo et la société de Rinaldo Tolomei*, in , in *Mélanges de l'école française de Rome : moyen-âge*, Roma, 2009, pp. 9-28.

- BROGIONI LEONARDO, *Ambiente e aree protette*, in *MASTERPLAN - La valorizzazione del paesaggio Minerari*”, Ed. Polistampa, Livorno, 2009, pp. 27-30.
- BRUTTINI JACOPO A., FICHERA GIUSEPPE, GRASSI FRANCESCA, *Un insediamento a vocazione mineraria nella Toscana medievale: il caso di Cugnano nelle Colline Metallifere*, in *V Congresso Nazionale di Archeologia Medievale (Foggia -Manfredonia 30 settembre al 3 ottobre 2009)*, ATTI del SAMI, 2009, pp.306-313.
- CESSI R., *Studi sulle ‘maone’ medioevali*, in *Archivio Storico Italiano*, 77-1, 1919, pp. 5-59
- CHELLINI RICCARDO, *La toponomastica come strumento per lo studio della viabilità antica in Etruria*, in R.Stopani, F.Vanni, *Daniele Steros e la storia della viabilità in Italia*, *Atti del Convegno di studi tenuto in Firenze*, Firenze,1999, pp.161-191
- COLLAVINI SIMONE, *Da società rurale periferica a parte dello spazio politico lucchese: S. Regolo in Gualdo tra VIII e IX secolo*, in GARZELLA G., SLAVATORI E. (a cura di) «*Un filo rosso*». *Studi antichi e nuove ricerche sulle orme di Gabriella Rossetti in occasione dei suoi settanta anni*, Pisa, 2007, pp. 231-247.
- CORTESE, FRANCOVICH, *La lavorazione del ferro in Toscana nel Medioevo*, in *Ricerche Storiche*, 25-2, 1995, pp.447n.
- DALLAI LUISA, *Il paesaggio minerario pre-industriale*, in *MASTERPLAN - La valorizzazione del paesaggio Minerario*, Ed. Polistampa, 2009, pp. 33-38.
- DALLAI LUISA, FRANCOVICH RICCARDO, *Archeologia di miniera ed insediamenti minerari delle Colline Metallifere grossetane nel Medioevo*, in CIARDI M., CATALDI R. (a cura di), *Il calore della terra. Contributo alla storia della geotermia in Italia* , Pisa, pp. 126-143.
- DALLAI LUISA, *L’attività mineraria nel territorio di Cugnano*, in Belli M. , Francovich R., Grassi F., Quiros J.A., (a cura di) *Archeologia di un castello minerario. Il sito di Cugnano (Monterotondo M.mmo)*, 2005, pp.9-14.
- DALLAI LUISA, PONTA ELISABETTA, FINESCHI STEFANIA, *Sfruttamento delle risorse del sottosuolo in area maremmana tra la tarda antichità e l’età moderna*, in *V Congresso Nazionale di Archeologia Medievale (Foggia -Manfredonia 30 settembre al 3 ottobre 2009)*, ATTI del SAMI, 2009, 644-650.
- DALLAI LUISA, PONTA ELISABETTA, FINESCHI STEFANIA, TRAVAGLINI SILVIA, *Sfruttamento delle risorse minerarie e dinamica insediativa nella toscana meridionale*, in *Mélanges de l’école française de Rome : moyen-âge*, Roma, 2009, 29-56.
- DALLAI LUISA, PONTA ELISABETTA, *Risorse minerarie e metallurgiche nell’entroterra popoloniese*, in CAMBI F., MASCIONE C. (a cura di) *Populonia. Costruzioni e produzione del ferro tra il periodo etrusco e la romanizzazione*, In corso stampa, 2010.
- DELUMEAU J., *L’alun de Rome XVe-XIXe siècle*, Parigi, 1962.
- DI CARLO M., DI GIULIO N., FRANCESCHINI P., MORETTI C., TORRETTI F., *La società dell’allume. Cultura materiale, economia e territorio di un piccolo borgo*, Litografia Eurotip, Roma, 1984.

- FARINELLI ROBERTO, *I castelli nei territori diocesani di Populonia-Massa e Roselle-Grosseto (sec. X-XIV)*, in R. Francovich, M. Ginatempo, (a cura di) *Castelli. Storia e archeologia del potere nella Toscana medievale*, I, Firenze, 2000, pp.141-203.
- FARINELLI ROBERTO, *I castelli nella Toscana delle "città deboli", dinamiche del popolamento e del potere rurale nella Toscana meridionale (scoli VII-XIV)*, Ed. All'insegna del Giglio, Firenze, 2007.
- FARINELLI ROBERTO, *L'avvio delle iniziative granducali per la coltivazione dell'allume a Massa Marittima*, in *Mélanges de l'école française de Rome : moyen-âge*, 2009, pp.69-82
- FINESCHI STEFANIA, *Indagini topografiche nel territorio di Monterotondo Marittimo(GR)*, Tesi di Laurea, relatore prof. R. Francovich, Università di Siena, 2006.
- FIUMI ENRICO, *L'impresa di Lorenzo dei medici contro Volterra*, Firenze, 1948
- FIUMI ENRICO, *L'utilizzazione dei Lagoni Boraciferi della Toscana nell'industria medievale*, Firenze, 1943.
- FRONZA VITTORIO, *Il sistema di gestione degli archivi nello scavo di Poggio Imperiale a Poggibonsi*, in A. D'Andrea, F. Niccolucci (eds.), *Atti del I Workshop Nazionale di Archeologia Computazionale «Archeologia e Calcolatori»*, XII, Napoli, 2000, pp. 125-137.
- FRONZA VITTORIO, *L'archiviazione del dato in archeologia*, in FRONZA V., NARDINI A., VALENTI M. (a cura di) *Informatica e Archeologia Medievale. L'esperienza senese*, Ed. All'insegna del Giglio, Firenze, 2009, pp.29-41.
- GIUMLIA-MAIR ALESSANDRA, *Alum in Ancient Metallurgy*, in *L'alun de Méditerranée*, Napoli/Aix-en-Provence, 2005, pp.336-341.
- MANNONI TIZIANO, GIANNICHECKDA ENRICO, *Archeologia della produzione*, Ed.Einaudi, Torino, 2003.
- MATTIOLI STEFANIA, *Le anfore da allume. L'apporto di Padova. Bilancio e prospettive*, in *L'alun de Méditerranée*, Napoli/Aix-en-Provence, 2005, pp.177-185.
- MELI P., TOGNETTI S., *Il principe e il mercante nella Toscana del Quattrocento. Il Magnifico Signore Di Piombino Jacopo III Appiani e le aziende Maschiani di Pisa*, Firenze, 2006.
- NARDINI ALESSANDRA, *La piattaforma GIS dello scavo di Poggio Imperiale a Poggibonsi. Dalla creazione del modello dei dati alla loro lettura*, in *Atti del I Convegno Nazionale di Archeologia Computazionale «Archeologia e Calcolatori»*, XI, Napoli, 2000, pp.111-123.
- PAPERINI MARCO, *Prime indagini di archeologia industriale a Montioni: il villaggio industriale*, in PAPERINI M. (a cura di) "LEGGERE IL TERRITORIO – Montioni: storia e beni dell'alta Maremma", Ed. Felici Editore, San Giuliano Terme (PI), 2009, pp. 49-63.
- PICON MAURICE, *Des aluns naturels aux aluns artificiels et aux aluns de synthèse: matières premières, gisements et procédés*, in *L'alun de Méditerranée*, Napoli/Aix-en-Provence, 2005, pp. 12-38

PLINO, *Storia Naturale*, II, XXXV.

QUARNETI GILBERTO, *Restauro e Colore: L'empirico e la regola d'arte*, Scuola d'arte muraria Calchera di San Giorgio (TN), 2009.

RIPARBELLI ALBERTO, *Le miniere del massetano dal 1700 al 1860 fra storia e archeologia industriale. Strumenti, metodi di coltivazione e impianti*, in I.Tognarini (a cura di) *Siderurgia e miniere in Maremma tra '500 e '900*, Ed. All'insegna del Giglio, Firenze, 1984, pp.19-37.

SALZOTTI FEDERICO, *L'applicazione del GIS alla ricerca territoriale*, in V.FRONZA, A.NARDINI, M.VALENTI (a cura di) *Informatica e Archeologia Medievale. L'esperienza senese*, Ed. All'insegna del Giglio, Firenze, 2009, pp. 45-71.

SCAMOZZI VINCENZO, *L'idea dell'architettura universale*, Venezia, 1615, Tomo II, Lib. VII.

SCHNEIDER F., (a cura di) *Regestum Volterrannum*, Archivio Storico Italiano, Roma, 1907, n.412.

TARGIONI TOZZETTI GIOVANNI, *Relazioni di alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana*, Firenze, Stamperia Imperiale 1768-69; vol IV-V.

VALENTI MARCO, *Una via archeologica all'informatica*, in V.FRONZA, A.NARDINI, M.VALENTI (a cura di) *Informatica e Archeologia Medievale. L'esperienza senese*, Ed. All'insegna del Giglio, Firenze, 2009, pp. 7-41.

VERGANI RAFFAELLO, *Metalli e metallurgie dell'alta Italia nell'opera di Biringuccio*, in I.Tognarini (a cura di) *Una tradizione senese: Dalla pirotechnia di Vanoccio Biringucci al museo del mercuri*, Ed. Scientifiche italiane, 2000, pp.57-71.