



Alessandra Casini * Giovanna Cascone **

Un contributo alla definizione della metodologia di studio e di rilevamento delle attività minerarie d'età preindustriale

Sommario

Per affrontare lo studio delle miniere d'età preindustriale, è necessario mettere a punto una metodologia d'indagine che ne permetta l'analisi e l'interpretazione. Il progetto dell'area mineraria dei Monti di Campiglia (Livorno) ha reso possibile l'elaborazione di alcune riflessioni in merito alla definizione del metodo di ricerca delle attività estrattive, frutto del fondamentale rapporto interdisciplinare tra archeologi, geologi e speleologi. I dati conoscitivi di un territorio minerario, inoltre, costituiscono i presupposti per la valorizzazione del patrimonio attraverso la creazione di parchi e musei.

Abstract

Before carrying out a study of mines in pre-industrial times, it is necessary to establish a surveying methodology which enables us to analyze and interpret the results of such a study. The project on the mining area called "I Monti di Campiglia" (Livorno) has made it possible to put together some ideas towards the definition of a research methodology in mining activities, thanks to the fundamental interdisciplinary relationship in the work carried out by archaeologists, geologists and speleologists. Furthermore, the cognitive data relating to a mining area represent the essential requirements for increasing the value of such a patrimony by creating parks and museums.

"Tentiamo di raggiungere tutte le fibre intime della terra e viviamo sopra le cavità che vi abbiamo prodotto, meravigliandoci che talvolta essa si spalanchi o si metta a tremare, come se, in verità, non potesse esprimersi così l'indignazione della nostra sacra genitrice."

Plinio Il Vecchio (*Naturalis Historia*, 33, 1, 1)

Premessa

Lo studio, in senso storico, dei cicli produttivi, in particolare quelli legati all'individuazione dei giacimenti minerari, all'estrazione dei minerali e loro successiva trasformazione metallurgica, è un aspetto che

permette di affrontare le problematiche dell'attività umana in rapporto con le risorse naturali. La capacità di sfruttamento delle ricchezze del sottosuolo da parte dell'uomo ha innescato, nel corso dei secoli, una serie di processi che hanno coinvolto la sfera economica, sociale, politica e tecnologica. Per questo motivo le indagini di ricerca del paesaggio storico e delle dinamiche insediative di un territorio, in presenza di aree ricche di giacimenti minerari, devono comprendere lo studio delle emergenze estrattive per la comprensione dell'organizzazione del lavoro, dei rapporti economici e sociali determinati da quest'attività e gli aspetti di evoluzione tecnologica.

Lo studio delle coltivazioni minerarie, quindi, a buon titolo assume un peso determinante nell'indagine archeologica, anche se presenta delle difficoltà intrinseche alla natura delle emergenze stesse dato che, trattandosi di 'escavazioni progressive', l'avanzare delle lavorazioni cancella, a volte in maniera totale, le tracce

*Università degli Studi di Siena; **Gruppo Speleologico Archeologico Livornese del Museo di Storia Naturale del Mediterraneo di Livorno.

I rilievi topografici del presente articolo sono a cura del Gruppo Speleologico Archeologico Livornese (rilevatori: M. Baroni, G. Cascone, G. Niccolai, A. Casini)

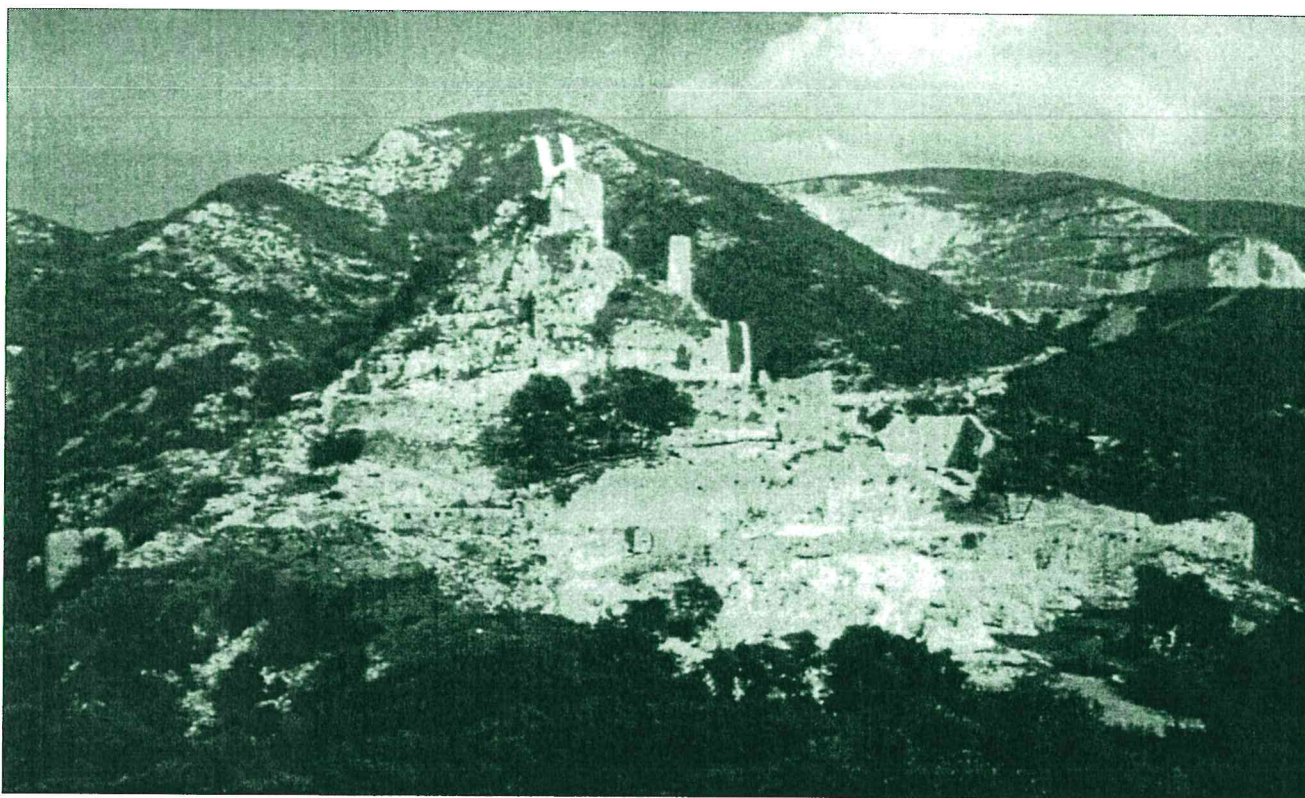


Figura n° 1. Il castello di Rocca San Silvestro (Campiglia Marittima) (foto S. Bagni).

ce dei fronti di taglio precedenti non permettendone la lettura diacronica.

Inoltre la tecnica della 'ripiena' (il sistema di riempire i cantieri scavati ed esauriti di materiale sterile) non permette l'accesso in gran parte degli ambienti e neppure la stima esatta dei volumi estratti di minerale. Il fatto, poi, che l'attività mineraria si possa sviluppare, nella maggior parte dei casi, in sotterraneo, determina altre difficoltà sia nella progressione, sia nel rilevamento dei dati. In casi dove le miniere antiche si sono sviluppate in senso prevalentemente verticale, il loro studio non può prescindere dall'utilizzo delle tecniche speleologiche di progressione e documentazione.

Per questo motivo è necessaria una riflessione riguardo alla definizione degli aspetti metodologici della fase di rilievo topografico, che cerchi di ottimizzare i tempi e facilitare l'acquisizione dei dati finalizzati all'interpretazione scientifica favorendo l'interazione tra i vari ambiti. Il tipo di ricerca è, infatti, tale da dover prevedere necessariamente l'intervento di diverse professionalità, in particolare del geologo e dell'archeologo. Un progetto di ricerca dell'Università degli Studi di Siena e del Gruppo Speleologico Archeologico Livornese del Museo di Storia Naturale del Mediterraneo di Livorno, ha dato vita, a partire dal 1984, nel territorio dei Monti di Campiglia (Livorno,

Toscana) ad un interessante rapporto tra archeologi, geologi e speleologi. Dal 1984 al 1992, infatti, il Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti dell'Università degli Studi di Siena ha intrapreso l'indagine di scavo di un castello medievale, Rocca San Silvestro (figura n° 1), fondato per volontà signorile per lo sfruttamento delle risorse minerarie di rame, piombo, argento del territorio (1). La necessità di individuare le aree di sfruttamento coeve al castello, ed i sistemi insediativi e produttivi precedenti e posteriori a questo, ha reso necessario avviare una sistematica ricerca di superficie nell'intero territorio campigliese. Le indagini hanno rivelato immediatamente la presenza di numerose coltivazioni minerarie di età preindustriale, che era necessario studiare per comprenderne l'inquadramento cronologico, il ciclo di lavorazione, l'evoluzione delle tecniche e la delimitazione areale dei vari interventi estrattivi nel corso dei secoli, dato che ad una prima analisi tali coltivazioni minerarie sono risultate riferibili ad un orizzonte cronologico molto ampio.

In questo progetto di ricerca è stato possibile mettere a punto un sistema di rilevamento dei sotterranei e la definizione di una metodologia d'indagine applicabile in generale allo studio delle attività minerarie di età preindustriale; o comunque tale da permettere un utile



scambio di esperienze con chi si trovi a lavorare con le medesime problematiche in altre zone minerarie.

Problemi di metodo dell'archeologia mineraria e definizione di 'unità mineraria'

Lo studio di una coltivazione mineraria è finalizzato all'acquisizione di tutte quelle informazioni che permettano di comprendere: chi ha lavorato nella miniera; cosa è stato estratto; come, quando, dove e perché tale miniera è stata scavata. In primo luogo, quindi, è necessario definire gli aspetti inerenti la metodologia di ricerca e gli strumenti necessari per l'analisi e per l'interpretazione di un'attività mineraria.

Tenendo ben presente che la struttura del giacimento minerario e la natura del suolo e del sottosuolo condizionano in maniera determinante la morfologia della miniera e l'organizzazione del lavoro, è chiaro che l'archeologia mineraria e la geologia sono un caso modello d'interdisciplinarietà. Infatti può accadere che alcune morfologie, incomprensibili per l'archeologo, siano facilmente interpretate dal geologo e viceversa, e la scelta della strategia di uno scavo minerario può essere compresa solamente conoscendo gli aspetti giacimentologici e le conoscenze tecniche del periodo. Per rispondere alle domande enunciate poco sopra, quindi, è fondamentale focalizzare l'attenzione su quegli aspetti che definiscono, in maniera precisa, un intervento minerario. Gli obiettivi dello studio dell'archeologia mineraria si possono riassumere nei seguenti punti:

- la tipologia e la giacitura della mineralizzazione
- le caratteristiche della roccia incassante
- il metodo d'individuazione del giacimento
- il metodo di ricerca
- il metodo di coltivazione
- il metodo d'abbattimento
- il sistema di trasporto del minerale
- il sistema d'illuminazione
- le strutture di sostegno e le infrastrutture per la progressione
- il sistema d'aerazione
- l'eduzione delle acque

L'individuazione di ognuno di questi punti, permette di comprendere le scelte strategiche effettuate dai minatori, le conoscenze tecniche, le divisioni funzionali della miniera (quindi il funzionamento e l'organizzazione del lavoro), le eventuali diverse fasi di sfruttamento e, per quanto possibile, la cronologia delle varie attività di scavo (2).

Conviene introdurre, a questo punto, il concetto di unità mineraria (UM). Ogni unità stratigrafica negativa e positiva, risultato di un'azione umana o naturale,

all'interno di una coltivazione mineraria (galleria, pozzo, cunicolo, cantiere, nicchia, discenderia, piano di calpestio, ripiena, crollo, ecc. ecc.), distinguibile per composizione, consistenza, aspetto e morfologia è da considerarsi una UM. L'UM è, quindi, la parte più piccola in cui dividere un'attività mineraria; è ovvio che l'insieme delle UM costituisce la miniera nella sua interezza. Di ogni UM in fase di rilevamento, oltre che farne una dettagliata descrizione morfologica, è necessario individuare la natura e la giacitura della mineralizzazione nella quale si apre e le caratteristiche della roccia incassante, il metodo di coltivazione, il metodo di abbattimento, la sua disposizione spaziale all'interno della miniera ed eventuali presenze d'infrastrutture (tracce di strutture lignee, nicchie per lucerne, tracce di drenaggio, segni di trasporto, ecc.).

La descrizione e l'analisi di ogni UM ed il suo rapporto stratigrafico con le altre ne dovrebbero permettere l'interpretazione per individuare la sua funzione nell'ambito della miniera. Attraverso le tracce e gli indizi riscontrabili nella coltivazione mineraria, ed attraverso le UM di cui è costituita, è possibile definire i nodi cardine, l'articolazione degli ambienti e le fasi di sfruttamento. Per ricavare questi aspetti, è necessario un rilevamento puntuale delle evidenze dei dati geologici ed archeominerari da riportare sul rilievo dello sviluppo spaziale della coltivazione mineraria. Inoltre, per il suo preciso inserimento nel contesto territoriale in relazione alle altre attività minerarie, agli opifici produttivi, agli insediamenti ed alla viabilità, è indispensabile la localizzazione topografica il più possibile precisa.

Oltre allo studio delle singole coltivazioni minerarie, per la comprensione e la ricostruzione storica di un paesaggio minerario, la prospezione archeologica di superficie permette l'individuazione e la localizzazione delle attività minerarie, delle aree di scorie di trasformazione metallurgica da inserire nel tessuto insediativo. In mancanza di riferimenti per la cronologia delle varie fasi di sfruttamento, può essere la relazione tra le aree minerarie e gli insediamenti che consente di formulare ipotesi relative alla datazione dei vari periodi di attività. Infatti dalle ricerche di superficie è evidente che il rapporto tra insediamenti ed aree minerarie è solitamente molto stretto. L'abitato è posto 'a presidio e a controllo' sia delle zone di estrazione e lavorazione metallurgica che della viabilità di accesso. Ad esempio, durante il periodo etrusco a Campiglia (vedi oltre) e nelle aree minerarie dell'Etruria meridionale (3) l'attività estrattiva, sotto il controllo gentilizio, era organizzata attraverso la gestione di piccoli abitati ognuno dei quali aveva pertinenza in una porzione



di territorio da scavare. Inoltre nel Medioevo, in Toscana, i castelli minerari sono fondati da famiglie signorili in luoghi strettamente connessi con i filoni metalliferi (4).

La tipologia e la giacitura della mineralizzazione

La concezione strutturale di un sistema d'estrazione mineraria si basa sulla conoscenza del giacimento, con particolare riferimento al tipo e alla giacitura della mineralizzazione, alla sua potenza e potenzialità, ed infine sulle conoscenze tecniche di coltivazione e d'abbattimento da parte dei minatori che hanno intrapreso quell'attività.

La conoscenza delle caratteristiche giacimentologiche, confrontata con il tipo di scelte strategiche effettuate da chi ha scavato, consente di verificare la perizia tecnica, le difficoltà incontrate, i tentativi di superare gli ostacoli ed il successo o il fallimento dell'iniziativa. L'andamento stratoide, filoniano, ad ammasso, a lente, a nodulo, a stockwerk, ecc., prevede infatti modalità diverse nell'approccio alla coltivazione e condiziona visibilmente le morfologie sotterranee derivate, che peraltro rispecchiano la regolarità o meno di giacitura e successione dei corpi minerari. L'individuazione delle zone di alterazione del giacimento, ove si rinvenivano elementi comunque interessanti ai fini estrattivi, ad esempio i diffusi depositi limonitici in aree mineralizzate a silicati, carbonati, solfuri ed ossidi di ferro, costituisce un altro importante tassello nella ricostruzione della mappa delle attività minerarie. A Campiglia, ad esempio, le coltivazioni minerarie antiche e medievali sino ad oggi conosciute si sono perfettamente adeguate alla irregolarità del giacimento ed hanno insistito tendenzialmente nelle sue porzioni più superficiali, nel cosiddetto 'morbidone', fino a circa 100-130 m di profondità, dove la mineralizzazione è più alterata e di facile abbattimento.

Dopo alcuni tentativi di rendere sistematico e regolare l'attacco alla massa mineralizzata nel XVI, nel XIX e fino agli inizi del XX secolo, la Miniera di Campiglia S.p.A., l'ultima società mineraria che ha lavorato nella zona fino al 1976, riprese a coltivare i cantieri creando vuoti irregolari seguendo l'andamento degli ammassi mineralizzati, quasi a sottolineare che in questo territorio i minatori antichi sono stati quelli che meglio hanno saputo interpretare la forma del giacimento.

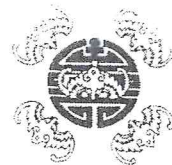
Le caratteristiche della roccia incassante

Anche la natura della roccia incassante, nei suoi aspetti litologici, stratigrafici e strutturali, riveste un ruolo importante nel condizionare i metodi di ricerca, coltivazione e abbattimento ed a caratterizzare le morfologie sotterranee risultanti. Ad esempio, durezza e

solubilità di una roccia sono diretta funzione della sua composizione e del grado di compattazione. Mentre la prima caratteristica si poneva in termini problematici rispetto agli utensili da lavoro esistenti in antichità, la solubilità, tipica delle rocce carbonatiche, dolomitiche ed evaporitiche, forniva in molti casi accessi già allargati al sottosuolo, favoriva la presenza di vuoti naturali che ingrandivano gli angusti ambienti minerari e, non da ultimo, era la fonte di una vitale circolazione d'aria. E' quindi ragionevole ritenere che, data la tecnologia in possesso degli antichi minatori, una roccia incassante carsificabile, come quella del giacimento di Campiglia, ne favorisse essenzialmente le operazioni di ricerca, ma anche quelle di coltivazione ed abbattimento. Nel caso poi i fenomeni carsici siano precedenti la mineralizzazione, le grotte sono da considerarsi delle vere e proprie trappole in relazione ai fenomeni supergenici che hanno successivamente interessato il giacimento. I minatori in realtà, con il loro lavoro, portano nuovamente alla luce una grotta riempita. Riguardo le discontinuità presenti in un ammasso roccioso, esse sono sia di natura stratigrafica, e cioè gli strati, sia di natura deformativa, come le fratture, le faglie, la scistosità. E' chiaro come la loro frequenza e distribuzione nello spazio condiziona la scelta del tipo di coltivazione ed abbattimento. Ad esempio, a Campiglia, essendo la stratificazione della roccia incassante di tipo massiccio, quindi molto rada, le uniche discontinuità della roccia che venivano assecondate in fase di ricerca e subordinatamente di coltivazione ed abbattimento, erano prevalentemente le fratture. Nel caso di rocce tenere a fitta stratificazione (es.: rocce argillitiche, filladi, ecc.) i problemi di abbattimento in roccia dovevano sicuramente essere minori.

Il metodo d'individuazione del giacimento

La ricognizione di superficie consente la localizzazione e la diffusione spaziale delle attività di coltivazione e delle ricerche minerarie. Per capire quale segnale abbia permesso di individuare la possibile presenza di mineralizzazione è necessario analizzare la morfologia dell'imboccatura o delle imboccature (se sono più di una) delle miniere, il contesto geologico nel quale si aprono, la presenza della vegetazione ed eventuali affioramenti ed altre attività minerarie nelle vicinanze. Il metodo più immediato è quello di individuare l'affioramento di minerale, in questo caso si nota sempre un inizio di scavo a cielo aperto. Un sistema particolare, in presenza di roccia incassante carbonatica, è quello di esplorare le grotte presenti nel territorio, al cui interno è probabile venire in contatto con le masse mineralizzate. Esempi interessanti di questo genere, a



Campiglia, sono la Buca della Guardia ed il Complesso di Poggio all'Aione. Buoni segnali per la presenza di giacimenti minerari sono eventuali frammenti di minerale che potevano essere individuati nei fondi valle o lungo i fiumi (5). Nel caso di giacimenti di natura idrotermale, la presenza in affioramento di batoliti e filoni porfirici spesso limitrofi ai corpi minerari determinava una ricerca più intensa in prossimità di queste litologie. Tra l'altro la differenza tra il suolo siliceo presente in corrispondenza dei filoni porfirici e quello carbonatico in corrispondenza della roccia incassante, dando luogo ad una diversa copertura vegetazionale, costituiva un aspetto guida da non sottovalutare per la ricerca. Il sistema più diffuso era, comunque, quello di cercare gli antichi scavi abbandonati dai predecessori per riprendere l'attività dal punto dove era stata abbandonata.

Il metodo di ricerca

Le attività minerarie di poche decine di metri di sviluppo (fino a 25 m circa) e poi abbandonate non per motivi di frana o simili, sono da interpretarsi verosimilmente come ricerche minerarie che non hanno dato buon esito. Possono essere presenti in superficie o all'interno di coltivazioni minerarie. La ricerca mineraria antica o medievale è solitamente di dimensioni minime. Si tratta di piccoli scavi a cielo aperto, pozzi verticali o subverticali al massimo di 1 m di diametro o gallerie di circa 50 cm d'altezza e altrettanti di larghezza. Una volta individuata una massa mineralizzata coltivabile, la ricerca veniva allargata e inserita nel sistema funzionale della miniera. A partire dal XVI secolo in poi, si cominceranno ad utilizzare altri metodi, tra cui l'utilizzo di serie di gallerie scavate nella roccia (vedi oltre: il metodo di coltivazione) con lo scopo di intercettare il giacimento sondando il sottosuolo in maniera sistematica.

Il metodo di coltivazione

Il sistema di attacco alla massa mineralizzata è l'aspetto che più permette, insieme al metodo di abbattimento, la comprensione della strategia di scavo, il tipo di lavoro e la datazione della coltivazione mineraria. Tutte le miniere d'età preindustriale fino al XV secolo, sono coltivate 'a seguire il filone', cioè con gallerie e pozzi scavati all'interno della massa mineralizzata, lasciando intravedere da parte degli antichi minatori una grande capacità 'intuitiva' nell'organizzazione dello scavo, ma nessun tentativo di razionalizzazione dell'attività.

Dove la potenza del giacimento era da considerarsi conveniente si ampliavano le lavorazioni aprendo dei

cantieri, cioè dei vuoti di dimensioni variabili da pochi metri a poche decine di metri. In qualche caso se la stabilità di queste cavità era compromessa si potevano lasciare, dislocati in vari punti, dei pilastri di minerale per sorreggere le volte (6). Il minerale abbattuto dalla parete doveva subire una prima cernita che permettesse l'eliminazione della parte sicuramente sterile per trasportare all'esterno solo la parte contenente il minerale utile. Per la stabilità dei vuoti e per lo stoccaggio di questo materiale sterile i cantieri venivano progressivamente riempiti o in maniera incoerente o con muretti a secco. Tra l'altro l'innalzamento della quota del piano di calpestio dovuto a questa azione di ripiena permetteva l'attacco del fronte di taglio verso la parte sommitale. Oltre ai cantieri 'a camere e pilastri' e 'a ripiena', dove l'apertura dei fronti di taglio poteva andare in tutte le direzioni in maniera non sistematica, altre tipologie di corpi mineralizzati filoniani o stratiformi subverticali potevano essere coltivati con cantieri a gradini diritti o a gradini rovesci (7). I pozzi potevano essere a sezione quadrata o a sezione circolare. A sezione quadrata sono attestati al Laurion in Grecia (8), alla Miniera di Campolungo di Bienno (9), a Brandes in Francia (10). A sezione circolare a Campiglia Marittima (non armati) e a Massa Marittima armati con apparecchiatura muraria (11). E' con il periodo rinascimentale che si hanno i primi grandi cambiamenti delle tecniche estrattive: la nascita di una letteratura scientifica (12), l'uso della strumentaria topografica in miniera (13), lo scavo di gallerie nella roccia (dal XV secolo), l'utilizzo della polvere da sparo (14) sono gli elementi principali che determinano un vero e proprio cambiamento del metodo di concepire la coltivazione mineraria.

Il metodo non è più soltanto quello di seguire il filone e di adeguare lo scavo alla natura del giacimento, ma il miglioramento delle conoscenze scientifiche, la capacità di misurazione esatta dello spazio dove effettuare lo scavo e della direzione dove scavare una galleria rendono 'razionali' gli interventi minerari. Le dimensioni delle gallerie e dei cantieri aumentano sensibilmente: è possibile infatti camminare in piedi e il trasporto del minerale è molto più agevole. Le gallerie nella roccia (a traverso banco), scavate in direzione del giacimento, nascono dapprima dalla necessità di drenare l'acqua per favorirne la fuoriuscita all'esterno. Subito dopo tali gallerie vengono realizzate per il trasporto del minerale e lo scavo a traverso banco viene utilizzato anche per la ricerca mineraria. E' necessario precisare, comunque, che già in età romana, nella penisola iberica, sono attestate gallerie a traverso banco finalizzate al drenaggio delle acque e



alla pianificazione mineraria (15). Nella zona alpina sono caratteristiche nel XVI secolo le gallerie a traverso banco a sezione ogivale troncata (16) scavate con strumenti a mano. In una miniera di rame a Campolungo, presso Bienno in Val Camonica, è attestata una galleria di ribasso scavata nella roccia arenaria datata, attraverso un'analisi al radiocarbonio di alcuni campioni di carbone di legna trovati *in situ*, alla prima Età del Ferro (VIII sec. a.C.). La galleria è stata scavata per favorire l'eduzione delle acque dall'area dei pozzi di estrazione del minerale. E' anche di dimensioni notevoli: 1.8 x 1.8 m. Il complesso minerario in cui la galleria è collocata dimostra che, durante lo scavo della stessa, è stata applicata una perizia tecnica ed una perfetta cognizione dello sviluppo spaziale sotterraneo non facilmente spiegabile per questo periodo storico (17). Certamente l'assetto geologico, caratterizzato da una fitta e regolare stratificazione secondo una data immersione, e da una litologia a relativa durezza ha favorito la scelta dell'orientamento del tratto di galleria, ma l'antichità della coltivazione ne fa un caso più unico che raro. Per individuare e riconoscere il metodo di coltivazione di una miniera è necessario osservare la morfologia di ogni UM e l'interno di quale materiale è stata scavata (roccia incassante o mineralizzazione); la presenza o no del filone mineralizzato sulle pareti, la presenza di fratture naturali o grotte carsiche.

Come già detto, ogni UM che costituisce la miniera (pozzi, cantieri, gallerie, ecc. ecc.) deve essere posta in relazione con le altre dal punto di vista della localizzazione e dal punto di vista stratigrafico (trattandosi spesso soltanto di unità stratigrafiche negative a volte si presentano alcune difficoltà di interpretazione). Soltanto in questa maniera è possibile individuare la successione cronologica degli interventi di scavo, (aiutati in questo anche da eventuali cambiamenti di metodo di coltivazione riscontrati nelle varie UM). L'analisi della morfologia e disposizione delle UM consente di formulare delle ipotesi riguardo le divisioni funzionali degli ambienti (luoghi di stoccaggio e vie di trasporto del minerale, vie di progressione delle maestranze, cantieri di coltivazione, gallerie e pozzi di ricerca).

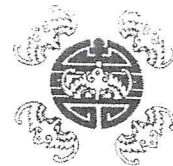
Il metodo d'abbattimento

Attraverso l'analisi delle tracce lasciate sulle pareti da utensili e strumenti è possibile determinare il metodo utilizzato dai minatori per il distacco delle porzioni di roccia e minerale. Nelle miniere antiche e medievali il metodo d'abbattimento avveniva principalmente per mezzo di punteruoli battuti con una mazzetta. Gli attrezzi rinvenuti durante le indagini di scavo e

l'iconografia mineraria indicano, infatti, che la strumentaria per l'abbattimento era costituita da punteruoli, mazzette, cunei e picconi. Il punteruolo è un attrezzo costituito da una barra di metallo da 10 a 25 cm di lunghezza con una estremità appuntita (punta) e l'altra piatta (testa). Si usa immanicato. Per l'abbattimento la punta viene tenuta contro la parete con una mano, mentre con l'altra si batte la mazza contro la testa. La sezione può essere rettangolare, quadrata e, dall'evidenza di tracce sulle pareti di alcune miniere, anche circolare. Vi sono esempi in cui si trova con foro ed altri senza foro passante per il manico di legno. In miniere spagnole di età romana sono attestati punteruoli in ferro di dimensioni variabili da 14 a 23 cm e con sezione rettangolare e quadrata (18). Un'epigrafe del XIV secolo (1348), conservata in una chiesa di Massa Marittima (Grosseto -Toscana), contenente una dedica degli argentieri a Santa Lucia, riporta l'effigie di due punteruoli incrociati, immanicati con foro passante subito sotto la testa. A Campiglia, durante un'indagine di scavo in una miniera, è stato rinvenuto un punteruolo di ferro a sezione quadrata ed a punta piramidale di una lunghezza di circa 18 cm, privo di foro centrale, databile, secondo i dati di scavo, al XIII-XIV secolo (19).

Anche da una miniera lombarda situata nel massiccio meridionale delle Grigne (Lecco), la VIII Sfera, provengono tre punte in ferro a sezione quadrata della lunghezza di 8-10 cm circa, databili al XIII secolo, prive di foro passante e con tracce di legno mineralizzato subito sotto la testa segno che l'immanicatura era fasciante (20). Nel sito medievale di Brandes (Grenoble -Francia), non stati trovati punteruoli, ma solamente scalpelli (21), non immanicati e quindi tenuti direttamente in mano durante il lavoro di battitura. I cunei sono punte di ferro o di legno di varie dimensioni da inserire nelle fratture della roccia con la mazza per facilitarne la dilatazione e quindi la rottura.

La mazzetta è un grosso martello utilizzato come battente per punteruoli e cunei. Il piccone è un attrezzo di varie dimensioni (in miniera è, comunque, solitamente poco ingombrante) costituito da due estremità: una appuntita (punta) e l'altra tagliente (penna), che si usa immanicato. Sono stati ritrovati, però, attrezzi che avevano entrambe le estremità a punta, oppure una estremità appuntita e l'altra battente come una mazza (22). Oltre a questi strumenti di base venivano utilizzati altri come zappe, vanghe e leve di ogni genere. In principio gli attrezzi erano di pietra, poi di bronzo e successivamente di ferro. Per lo scavo dei noduli di selce, durante il periodo preistorico, sono attestati degli strumenti di pietra fusiformi a sezione quadrangolare



con una o due estremità appuntite detti 'picconi pesanti' per le azioni di percussione della roccia. Inoltre sono attestati cunei di corno, leve con il manico corto sempre di corno, accette di selce o di corno di cervo e infine mazze e mazzuoli di pietra solitamente di forma subcilindrica o ovoidale (23). Queste mazze, del peso di 2-5 kg, con una scanalatura trasversale per l'imanicazione, lasciano sulle pareti delle tracce caratteristiche e ben riconoscibili di forma concava e circolare che permettono un facile riconoscimento del metodo d'abbattimento e dell'inquadramento cronologico dello scavo minerario. Anche per i primi esempi di miniere per minerali metallici esisteva un ricco strumentario di attrezzi in pietra, legno ed osso. Soltanto nell'ultima fase dell'Età del Rame gli strumenti in pietra (24) vennero sostituiti, anche se non totalmente, da quelli in bronzo. Con il diffondersi del ferro, venne adottato questo metallo per tutto lo strumentario minerario, dato che era economico e molto resistente. Le tracce lasciate dagli attrezzi di ferro sono facili da riconoscere. Sulle pareti si possono analizzare le tracce dei colpi, in genere sottili, di questi strumenti che variano di dimensioni (da 0.5 a 2 cm di larghezza), di forma (piramidale e conica) e di posizione (tracce fini, grosse, a piccoli solchi paralleli, distanziate, ravvicinate, con colpi sistematici o non sistematici, verticali o con una certa inclinazione).

Attraverso le tracce lasciate sulle pareti è possibile tentare di ricostruire il tipo di strumento e la tecnica utilizzata. A volte un tipo particolare di tecnica di abbattimento può aiutare ad individuare le maestranze minerarie che l'hanno adottata anche fuori dal proprio contesto geografico. Ad esempio a Campiglia i fronti di avanzamento a nicchia ogivale sono una caratteristica della tecnica di abbattimento dei *Lanzi* (minatori di origine germanica del XVI secolo).

E' attestato, inoltre, fin da epoche antichissime, anche l'uso di arroventare le pareti con il fuoco: la roccia arrostita, infatti, è più vulnerabile ai colpi di punteruolo. Le gallerie ed i fronti di taglio arrostiti dal fuoco hanno un aspetto caratteristico, infatti presentano forme curvilinee, pareti lisce con grande presenza di carbone di legna (25). In alcuni casi le gallerie scavate con il fuoco necessitano di una regolarizzazione per facilitare il trasporto del minerale ed il passaggio delle maestranze: per questo motivo si utilizza il punteruolo per rifinire le pareti (26).

Dal 1574 in poi (27), si introduce nell'attività di estrazione l'uso dell'esplosivo con i fori da mina. Per questo le tracce dei fori sono un importante *terminus post quem*. Con un'asta metallica di forma cilindrica (e successivamente ottagonale, con l'introduzione

delle macchine perforatrici ad aria compressa nel XX secolo) chiamata fioretto, dalla punta (tagliente) solitamente a scalpello, battuta con una mazza, si effettuava un foro nella parete, e successivamente si caricava di materiale esplodente. La distribuzione spaziale e la sapiente inclinazione dei fori permetteva di ottenere in sotterraneo le forme volute (avanzare in galleria e nei cantieri di coltivazione (28)). L'uso del fioretto e dell'esplosivo non sostituì subito il punteruolo e la mazzetta, infatti almeno per i primi due secoli abbiamo l'evidenza di una tecnica 'mista' (29). Le dimensioni delle sezioni dei fioretti e la distinzione tra fioretti battuti con la mazza e quelli utilizzati dalle macchine ad aria compressa, possono dare delle indicazioni attendibili e abbastanza precise sul periodo di utilizzo (30). E' quindi necessario, in fase di rilevamento, analizzare tutte le tipologie di fori cercando di riconoscere dai segni il tipo di tagliente utilizzato (a scalpello semplice piano, a scalpello semplice arcuato, a scalpello a zeta, a scalpello doppio, a scalpello a croce e a corona) (31) e la traccia lasciata sul fondo del foro che può dare indicazioni se il fioretto è stato battuto a mano o con il martello perforatore. Inoltre, è indispensabile rilevare il diametro dell'asta e l'inclinazione del foro. Meno importante, ma sempre utile, è la misurazione della lunghezza residua in parete. Le mine dettero un impulso nuovo all'attività mineraria, permettendo un aumento in maniera vertiginosa dei volumi di minerale estratto rispetto all'abbattimento con il punteruolo. Sicuramente aumentarono, però, anche gli incidenti minerari mortali.

Il sistema di trasporto del minerale

Il trasporto del minerale è uno degli aspetti che meglio delinea la capacità organizzativa di chi intraprende un lavoro minerario. Una cattiva gestione delle gallerie e dei pozzi destinati alla fuoriuscita e risalita del minerale possono, infatti, far perdere un'enorme quantità di tempo e far spendere inutilmente molte energie. A Campiglia, nelle miniere antiche e medievali, questo problema non era particolarmente sentito, o per lo meno, l'accentuata irregolarità delle coltivazioni non permetteva di fare altro che 'scegliere il male minore', ovvero la via più scorrevole, magari attrezzata con strutture in legno (vedi oltre: le strutture di sostegno e quelle per la progressione). A Brandes, verso la fine del Medioevo, vengono 'rettificate' alcune gallerie nel filone con il fine di migliorare il trasporto (32): non si può parlare di 'traverso banco', ma ci siamo molto vicini. Nelle miniere europee, il minerale era trasportato nei modi più vari: dai sacchi di tela e dalle ceste della Grecia antica, di quelli medievali di Montieri (Grosseto),



alle slitte o carretti di legno dei minatori medievali di Brandes in Francia, come quelle disegnate dal Biringuccio e dall'Agricola o di quelle dell'Età del Ferro della Miniera di Campolungo in Val Camonica.

Un'immagine di una tavoletta corinzia, raffigurante una scena di lavoro in miniera, mostra un uomo che abbatte il minerale in parete, un altro che riempie una cesta di fibra vegetale o di pelle ed un altro ancora che passa una cesta già riempita ad un compagno alla luce di una grande lucerna (33). Nelle miniere spagnole di età romana sono venute alla luce numerose ceste di fibra vegetale intrecciata (34) e in steli funerarie di minatori (anche bambini) il defunto è rappresentato con una cesta con il manico in una mano e un piccone o punteruolo nell'altra. A Montieri, nel periodo medievale, sono attestati i *bolgiaioli*, ovvero i portatori di bolge (sacche di pelle di bufalo) (35).

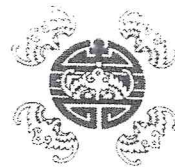
Le ceste e le sacche venivano trasportate a spalla o a mano dai minatori, e alcune volte i segni del continuo passaggio sono ben visibili sulle pareti e sul fondo delle gallerie (Buca del Pallone della Val Meria, Lecco) (36). Parimenti all'introduzione di mezzi di trasporto, sempre spinti a mano, come le slitte ed i carretti, si ebbe il miglioramento delle infrastrutture nelle gallerie. La medievale 'Gallerie du Porche', a Brandes, è una via di trasporto del minerale dove, incastrati sul piano di calpestio, sono stati rinvenuti 34 tondelli di legno disposti in maniera trasversale rispetto alla galleria. Sulla parte superiore di ogni tondello si notano due tracce parallele, distanti tra loro circa 30 cm, interpretabili come il segno di passaggio di slitte (37). In età moderna, nei Vosgi, sono attestate delle vie di carreggio attrezzate con due o più travi, solitamente d'abete e qualche volta di faggio, disposte parallelamente al suolo in senso longitudinale alla galleria. La lunghezza dei travi è varia in funzione della sinuosità della galleria stessa (max 3.5 m) con una sezione media di 12 x 15 cm. Questa struttura in legno favoriva il passaggio di carretti o slitte (38). Resti di mezzi di trasporto di questo genere sono stati rinvenuti in alcune miniere. Inoltre l'iconografia mineraria illustra in maniera particolareggiata molteplici tipologie. Il Biringuccio presenta vari tipi di ceste vegetali, sacche di pelle e carretti ferrati (ovvero carretti di legno con le giunture rinforzate da lamine di ferro) con ruote anteriori (una o due) o tipo barella (39). Anche Agricola mostra ceste in fibra vegetale, sacche di pelle, secchie di legno con rinforzi in ferro. Sempre di legno con giunture di ferro sono rappresentate carrie con una ruota anteriore, carretti con quattro ruote (le anteriori di diametro inferiore rispetto alle posteriori), delle vasche di legno da trascinare con una corda ed infine

vere e proprie slitte (40). In una miniera di Brixlegg in Tirolo è stato trovato un carretto di forma rettangolare di legno con i rinforzi in ferro, di datazione incerta (XIX secolo?) (41). Nella Miniera di Campolungo di Bienno le ricerche archeologiche hanno messo in luce una vasca di legno, con molta probabilità adibita al trasporto del minerale, lunga 79 cm, larga 40 cm ed alta 18 cm. La datazione al radiocarbonio di un frammento di legno tolto da uno dei due tronchi *in situ* trovati sotto la vasca, è risultata 770-390 a.C. (42). Il superamento dei dislivelli verticali (pozzi) avveniva attraverso il sollevamento dei contenitori per mezzo di argani. La struttura di questi macchinari era di legno e solitamente le tracce della loro armatura sono visibili all'imboccatura dei pozzi. Si tratta di alloggi, di forma rettangolare o circolare, scavati nelle pareti per ospitare travi o tavole quali basi per sistemare l'argano. Anche in questo Agricola riesce a dare numerose ed utilissime indicazioni delle varie tipologie sia di argani costruiti nel pozzo di uscita che di argani costruiti nei vari pozzi intermedi nel sottosuolo (43). Per poter comprendere il sistema di trasporto del minerale in un complesso minerario è necessario completare il rilievo e localizzare su questo tutte le tracce di alloggi di strutture di legno rilevate: l'analisi dello sviluppo spaziale della miniera permette di individuare le vie di risalita o di uscita più agevoli.

Il sistema d'illuminazione

L'attività mineraria, anche se non esclusivamente, si è sempre svolta in maniera prevalente nel sotterraneo. Per questo motivo i problemi legati al metodo di illuminazione utilizzata dai minatori è un nodo importante per la comprensione del lavoro minerario. Fino al momento dell'introduzione della lampada a carburo di calcio, alla fine del XIX secolo, le lucerne per l'illuminazione erano alimentate con olio o grasso. Per il periodo preistorico sono attestate lucerne litiche di forma semplice: un blocco, solitamente calcareo, con al centro ricavato un catino avente sul bordo una leggera scanalatura per contenere lo stoppino (44).

A Campiglia, durante gli scavi delle strutture fusorie presso Madonna di Fucinaia (1934-1939), vennero alla luce alcune lucerne da minatore in terracotta risalenti al periodo etrusco, anche se non precisamente databili (VII sec. a.C.). Si tratta di lucerne monolicni, con vaschetta a scodella che si restringe all'attacco tubolare del beccuccio, la testata, opposta al beccuccio, è di forma trapezoidale inclinata con un foro nello spigolo superiore, per la sospensione (45). Lucerne di forma ovale, ugualmente monolicni e probabilmente di metallo, sono rappresentate anche dall'Agricola (46).



Oltre alle lucerne ad olio è possibile che venissero utilizzati altri metodi. Infatti, nella miniera lombarda VIII Sfera, sono state analizzate alcune schegge di legno che da un'analisi di laboratorio sono risultati essere di abete bianco. Dalla forma e dall'aspetto tali schegge sono state interpretate come resti di un sistema di illuminazione già documentato in alcune miniere austriache di età protostorica. I minatori avrebbero fatto luce tenendo in bocca, dopo averli accesi, i pezzi di legno resinoso (47). In fase di rilevamento è fondamentale individuare le nicchie e i luoghi dove le lucerne venivano collocate e descriverne la tipologia. La distanza tra le varie nicchie per l'illuminazione può dare, con molta cautela, informazioni sui ritmi d'avanzamento del lavoro (in modo particolare nelle gallerie e nei cunicoli).

Le strutture di sostegno e quelle per la progressione

Le strutture di sostegno delle miniere, per pozzi e gallerie, sono solitamente di legno, ma non mancano esempi di centinature e armature in pietra (48). Nelle miniere dove la presenza d'acqua è notevole e persistente è possibile rinvenire, perfettamente conservate perché sommerse, strutture lignee di quadri, di scale, di strutture di contenimento, di armature di pozzi (49). In generale, però, il legno è un materiale facilmente deperibile e l'unico modo per ricostruire tali sistemi di armatura è quello di analizzare le tracce degli alloggi presenti sulle pareti.

In alcuni casi fortunati è possibile che rimangano delle impronte in negativo di strutture lignee sigillate in concrezioni di calcite o in altro materiale. Ad esempio, a Campiglia, nella Buca del Biserno, sono perfettamente visibili le impronte di travetti e tavole che compongono cinque scalini (50), ricoperti da depositi di calcite che ne hanno preservato l'originaria forma. Gli alloggi sulle pareti dei pozzi e delle gallerie possono indicare se era presente o meno una armatura, o l'attacco per scale o per argani.

L'iconografia mineraria di Agricola, comparata con l'evidenza archeologica, fornisce indicazioni preziose. Ad esempio, la ricostruzione di un pozzo da miniera di Rudabanya nei Carpazi (Ungheria) del XIV-XV secolo trova precisi confronti iconografici (51).

Il sistema d'aerazione

La stessa possibilità di proseguire il lavoro nelle miniere era determinata dalla presenza o meno di aria sufficiente per far respirare i minatori, per far risplendere le lampade ad olio e, in particolare, in caso di abbattimento con il fuoco, per alimentare la combustione e per eliminare il fumo. La presenza di più aperture

agevolava la circolazione d'aria, e i minatori scavavano spesso pozzi con la precisa funzione di alimentare la circolazione d'aria (52). A Campiglia la presenza di una roccia incassante molto fratturata e soggetta al fenomeno carsico ha sempre garantito una buona circolazione d'aria, anche senza particolari accorgimenti. L'introduzione della strumentaria topografica in miniera nel XVI secolo permetterà di migliorare la precisione nello scavo delle gallerie e dei pozzi di aerazione.

L'eduzione delle acque

Scavando nel sottosuolo è cosa abbastanza comune intercettare vene d'acqua o addirittura la falda acquifera. E' abbastanza raro, in ambito minerario, non avere a che fare con i problemi determinati dalla presenza d'acqua. Il caso di Campiglia è uno dei pochi esempi dove non si è mai posto il problema del drenaggio, anzi, al contrario la cronica carenza d'acqua ha determinato nel corso dei secoli problematiche che hanno costretto all'abbandono dell'attività mineraria. L'acqua determina non pochi ostacoli anche durante le operazioni di ricerca. Nelle miniere abbandonate, infatti, dove i sistemi di eduzione non sono più attivi, le gallerie e i pozzi vengono nuovamente sommersi. I metodi di trasporto dell'acqua all'esterno sono attestati fin dall'età antica, addirittura all'Età del Ferro considerando il traverso banco della Miniera di Campolungo a Bienno (53). I sistemi di eduzione sono sostanzialmente di due tipi: il sollevamento fino alla superficie tramite il pompaggio oppure la fuoriuscita tramite scavo di vie *ad hoc*. In molte miniere di età romana della penisola iberica sono venute alla luce moltissime e complesse strutture di sollevamento delle acque costituite da norie e coclee. Nella Miniera di Riotinto in Spagna otto coppie di norie a cassette del diametro di quasi quattro metri, situate in vani appositamente scavati, erano capaci di sollevare l'acqua di circa 30 m (da 309 m a 338 s.l.m.). Ogni coppia di norie sollevava con le cassette una certa quantità d'acqua che andava a riempire il bacino della coppia situata a quota immediatamente superiore (54). Tra l'altro le norie ritrovate nelle miniere spagnole trovano precisi confronti con quelle riportate da Agricola (55). Un altro sistema attestato è quello della coclea o vite di Archimede: un cilindro di legno con una filettatura ad elica che poteva lavorare disposto in batteria, come è attestato nella Miniera di El Centenillo a Jaén (56). Nell'attività di estrazione mineraria, comunque, la forza dell'acqua poteva essere messa a servizio dell'attività di scavo, come ad esempio nelle miniere d'oro di Las Medulas, dove è attestato il metodo della *ruina montium* (57).

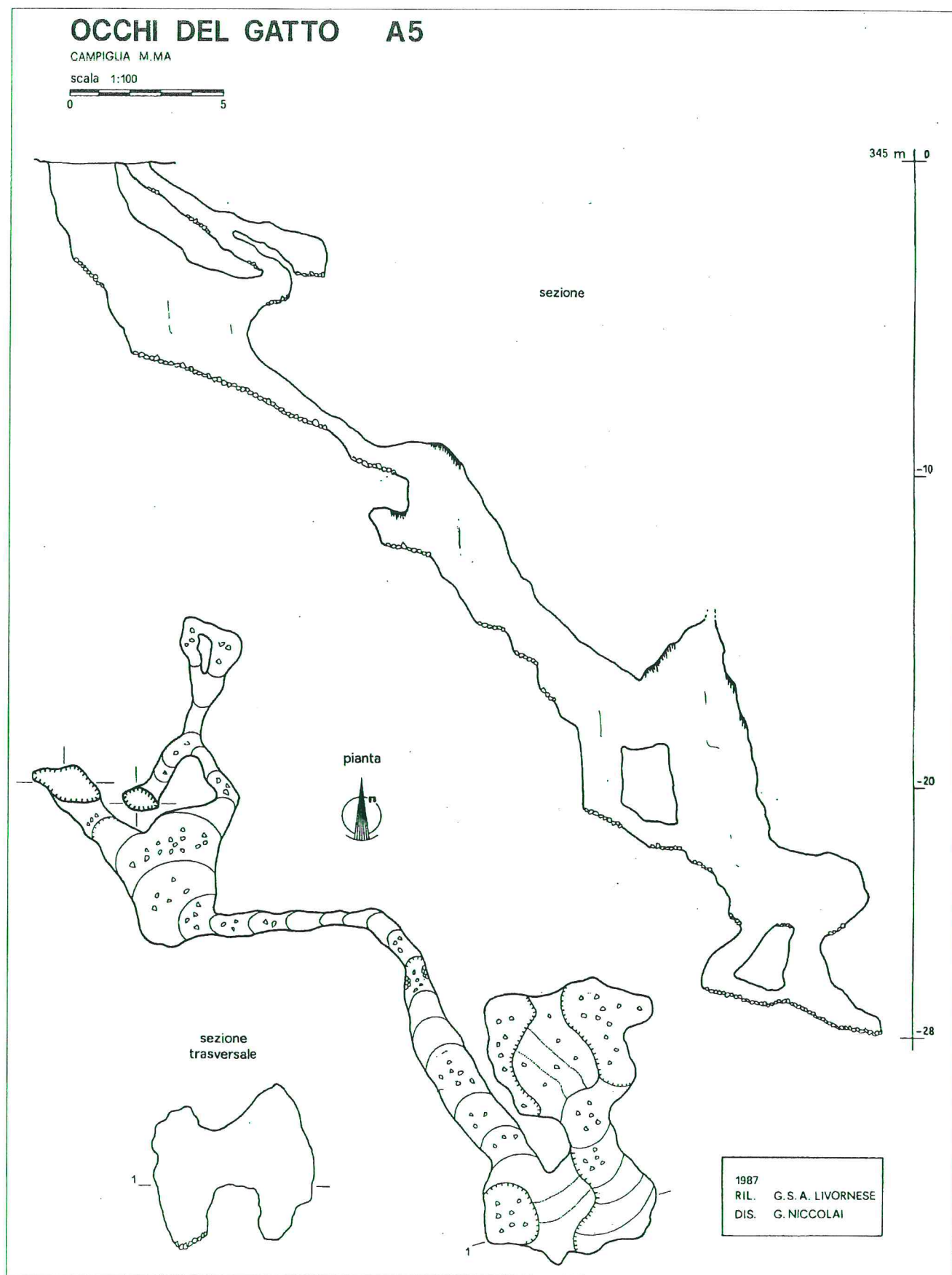


Figura n° 2. Buca Occhi del Gatto. Rilievo.



Nei giacimenti secondari, ovvero dove l'oro si trovava disperso nei terreni alluvionali, l'acqua era raccolta in bacini situati nella parte sommitale del giacimento. Dopo aver scavato gallerie e canali nei terreni alluvionali, vi veniva fatta scorrere l'acqua; Questa erodeva il terreno ricco di oro portandolo in un bacino di raccolta a valle, dove il prezioso metallo veniva poi separato (58).

Nella maggior parte dei casi, a partire generalmente dal XV secolo, ma con esempi in Spagna in età romana (59) e fors'anche precedentemente considerando il caso della Miniera di Campolungo a Bienno (60), l'educazione delle acque veniva risolta con lo scavo di gallerie che uscivano a giorno, solitamente a traverso banco. Anzi, proprio questa esigenza, probabilmente, ha facilitato l'introduzione del sistema di scavo di gallerie nella roccia.

Il progetto di ricerca nei Monti di Campiglia Marittima (Livorno)

Inquadramento geologico

I Monti di Campiglia Marittima costituiscono l'appendice nordoccidentale del sistema delle Colline Metallifere toscane con quote variabili tra i 200 e i 650 m s.l.m., e sono noti per le mineralizzazioni a skarn contenenti solfuri misti quali la calcopirite (solfuro di rame e ferro), la galena (solfuro di piombo talora argentifero) e la blenda (solfuro di zinco); subordinatamente per le mineralizzazioni supergeniche ad ossidi ed idrossidi di ferro (60). Queste mineralizzazioni sono connesse alle fasi idrotermali del magmatismo acido che nella Toscana meridionale ha dato luogo, in un intervallo di tempo compreso tra 6 e 3 milioni di anni fa, alla messa in posto di masse granodioritiche, filoniane e vulcaniche derivate dalla locale fusione parziale della crosta terrestre (61). I giacimenti sono incassati in roccia carbonatica (Calcare massiccio del Lias inf.), e si sono formati per fenomeni di sostituzione (metasomatosi) a spese delle litologie carbonatiche. Le masse silicatiche contenenti i minerali utili hanno dimensioni variabili dal centinaio alle decine di metri e forme che rispecchiano l'entità del fenomeno di sostituzione, da massive a più spiccatamente fissurali, ad andamento irregolare. Le forme ad ammasso sono maggiormente localizzate in corrispondenza dei filoni porfirici, dove le soluzioni idrotermali si arrestano nel loro moto ascensionale in relazione alla diversa permeabilità dei porfidi rispetto ai calcari, e lì ristagnano a lungo esercitando azioni più intense ed estese di sostituzione. Diffusamente, comunque, la mineralizzazione a skarn si rinvia anche in concomitanza di sistemi di fratturazione a prevalente orientamento N-S e NNO-SSE

e giacitura subverticale, discontinuità riferibili alla tettonica distensiva appenninica miocenica.

La roccia incassante carbonatica ha determinato lo sviluppo di un fenomeno carsico, anch'esso impostato secondo le prevalenti direttrici strutturali dell'area, ad alto grado di inclinazione. Le cavità risultanti hanno quindi un andamento verticale secondo sequenze di pozzi che raggiungono dislivelli sino a 200 m di profondità. La presenza di corpi minerari incassati all'interno della roccia carbonatica ha da sempre costituito un limite di permeabilità per la circolazione idrica nel sottosuolo: ciò è riscontrabile all'interno di alcune cavità carsiche che a diverse profondità incontrano la massa mineralizzata. Analogamente, è comune che le attività minerarie realizzate all'interno dello skarn abbiano intercettato vuoti naturali.

Il paesaggio minerario

Lo studio di un territorio minerario, se sfruttato in varie epoche, presenta alcune problematiche di difficile superamento, legate alla complessità ed alla continua attività che hanno portato ad una sovrapposizione di lavori estrattivi per un lungo periodo di tempo. A Campiglia, nelle aree dove l'attività è documentata dal periodo etrusco fino al 1976 (anno di chiusura definitiva delle miniere), i sotterranei si presentano come una continua ripresa e distruzione delle attività più antiche, delle quali rimangono soltanto alcune tracce di gallerie di ricerca, pozzi e cantieri nelle sezioni delle gallerie e dei cantieri più recenti. In questo particolare contesto, grazie al 'taglio' determinato dall'ultimo sfruttamento, è possibile documentare in sezione la stratigrafia delle attività di scavo e ripiena ed avere un'impressione sull'entità dei volumi estratti.

L'area mineraria sfruttata in età preindustriale era più vasta di quella dell'ultima fase di sfruttamento, che si è concentrata soltanto nelle zone dove il giacimento era più ricco. Le aree, per così dire, 'periferiche' rispetto alle strategie estrattive più moderne (che grazie alle maggiori capacità tecnologiche e organizzative hanno approfondito le lavorazioni fino alla base del giacimento), ma ugualmente interessate dalle attività nei periodi precedenti il XIX secolo, si rivelano ricche di testimonianze 'integre' dove il manufatto minerario si presenta sicuramente abbandonato non oltre il XVI secolo. I Monti di Campiglia sono stati interessati da lavorazioni minerarie probabilmente fin dall'eneolitico. Tracce di un insediamento con materiali riferibili al tardo eneolitico, in associazione a strutture produttive metallurgiche, è stato rinvenuto nella Cava Solvay (San Vincenzo) in piena area mineraria (62). Nella stessa area è venuta alla luce anche un insediamento con

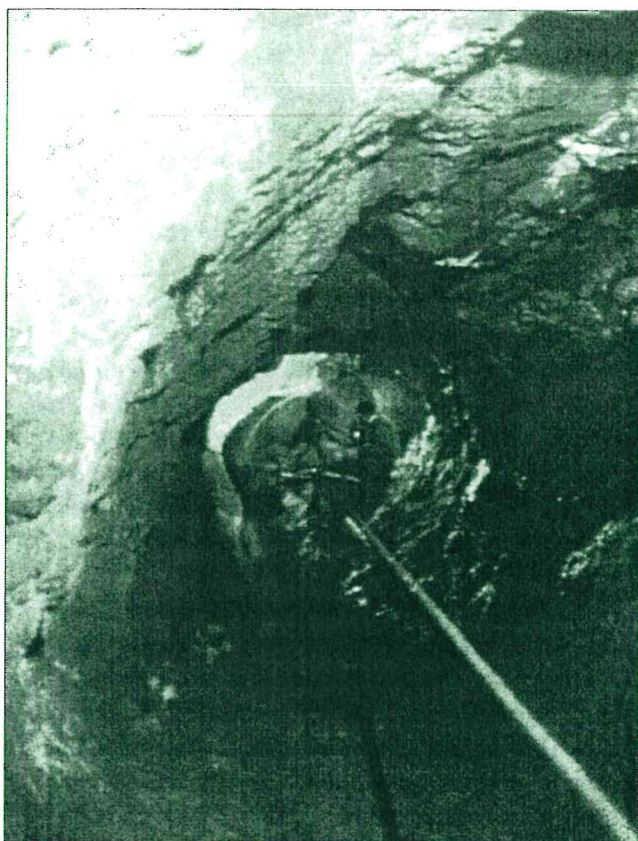


Figura n° 3. Buca del Biserno. Pozzo (foto G. Della Valle).

materiali del Bronzo Finale che testimoniano la frequentazione dell'area mineraria anche in questo periodo (63). Non è stato per il momento possibile ricondurre con certezza a tali periodi emergenze minerarie. E' possibile che parti più superficiali di alcune coltivazioni minerarie preindustriali siano riferibili a momenti precedenti l'attività di periodo etrusco, ma mancano precisi riferimenti in proposito.

I successivi periodi di attività estrattiva sono quattro: periodo etrusco-romano (VII-I secolo a.C.), periodo medievale (X-XIV secolo), periodo mediceo (XVI secolo), periodo contemporaneo (XIX-XX secolo) (64). Durante quello etrusco-romano, l'estrazione di rame, piombo e argento investe tutta l'area caratterizzata dalla mineralizzazione a skarn. La presenza nel territorio di una necropoli gentilizia con tombe a tumulo di tipo popoloniese (VII-VI sec. a.C.) (65), e la presenza di abitati localizzati sulle sommità dei rilievi dell'area mineraria (tra VI e III-II sec. a.C.), è indice di un assetto insediativo dinamico, sotto il controllo gentilizio, strettamente legato all'attività estrattiva.

Nel Medioevo l'area d'estrazione risulta ridotta rispetto al periodo precedente, localizzata nei pressi delle aree dei castelli e prevalentemente riferita all'estrazione

dei minerali di piombo argentifero, anche se è presente l'attività metallurgica dei minerali di rame. L'iniziativa signorile, che vede la fondazione di insediamenti fortificati (castelli) con un'economia specializzata nell'attività di lavorazione dei metalli, è ben spiegabile per la produzione dei cosiddetti 'metalli monetabili' finalizzati alla coniazione delle monete. Proprio la possibilità di sfruttare altri giacimenti di argento (ad esempio quelli della Sardegna) sarà il motivo principale della crisi dei castelli minerari del Campigliese e del loro progressivo abbandono nel corso del XIV secolo (66). Successivamente le lavorazioni vengono riprese da Cosimo I dei Medici nel XVI secolo. Esiste una ricca documentazione di archivio riferita a questo periodo di attività (67). Cosimo I intraprende i lavori minerari con personale straniero. Vengono a lavorare in questo territorio minatori di origine germanica, detti anche *Lanzi*, che hanno lasciato sul territorio numerose tracce del loro passaggio non solo attraverso le loro "cave", ma anche attraverso la toponomastica (*Valle dei Lanzi* e *Villa dei Lanzi*). L'attività medicea si concentra in circa dieci anni, dal 1549 al 1559. Nonostante il periodo relativamente breve e non

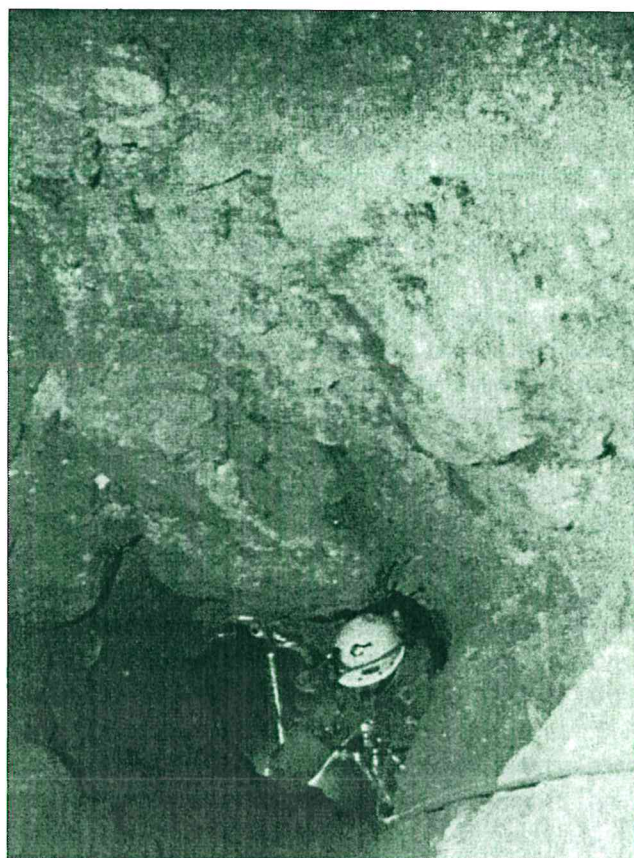


Figura n° 4. Buca della Guardia. Pozzo (foto G. Della Valle).

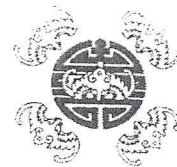


Figura n° 5. Buca della Guardia. Cantiere di lavorazione (foto G. Della Valle).

particolarmente produttivo dal punto di vista estrattivo, la ben riconoscibile tecnica dei *Lanzi* e l'aiuto non indifferente della documentazione scritta, hanno permesso di identificare i resti delle lavorazioni riferibili a tale periodo.

Morfologia delle miniere e tecniche di estrazione

Le ricerche di superficie condotte in un territorio di circa 10 kmq hanno individuato, oltre che la maglia insediativa, circa 200 ingressi di miniere di età preindustriale, il cui sviluppo sotterraneo è prevalentemente verticale, in relazione al locale assetto geostrutturale. La presenza di roccia incassante carsificabile ha inoltre concorso a determinare frequentemente configurazioni ipogee miste (68): risulta raro, infatti, che una miniera di questo tipo, nel suo sviluppo, sia interamente artificiale. La caratteristica ricorrente è infatti sia di accedere ad ambienti naturali grazie alle lavorazioni antiche, sia di esplorare cavità naturali e scoprire che sono state utilizzate come via di accesso per la coltivazione del minerale. Per questo motivo, e comunque per la diffusa fratturazione della roccia incassante, nella maggior parte di queste miniere la circolazione d'aria non risulta mai scarsa. Le condizioni

idrogeologiche variano da roccia umida a stillicidio, aprendosi a quote interessate da sola percolazione e non residenza della falda acquifera.

Nelle miniere etrusco-romane e medievali il metodo di coltivazione è quello di seguire l'andamento del filone e quindi di scavare piccole gallerie e pozzi all'interno della massa mineralizzata: la morfologia risultante è di conseguenza estremamente irregolare (figura n° 2). Raramente sono presenti brevi tratti di gallerie o pozzi scavati nella roccia incassante (traverso banco), talora determinati da problemi contingenti o dalla presenza di preesistenti cavità naturali. Questo sistema è praticamente rimasto invariato per secoli ed è attestato, sempre per questi periodi, anche in altri territori minerari in Italia (69) e in Europa (70).

L'individuazione del giacimento avveniva attraverso l'evidenza superficiale del cappellaccio d'alterazione (idrossidi di ferro), e/o dello skarn alterato (71) e l'indagine in sotterraneo poteva partire da un ingresso carsico, o attraverso l'ampliamento di fratture bean-ti limitrofe all'affioramento minerario. Data la giacitura dei corpi minerari è comprensibile come la ricerca all'interno del giacimento avvenisse approfondendosi dalla superficie in profondità. Gli ingressi delle miniere si presentano generalmente sia allungati secondo linee di frattura, sia con forme più propriamente ellittiche o circolari, ed immettono in salti verticali di profondità variabile tra i pochi metri e le decine di metri. Mentre le dimensioni delle fratture possono essere anche di qualche metro in relazione alla loro genesi naturale, le imboccature circolari o ellittiche, solitamente artificiali, non superano mai il diametro di 1 - 1.2 m (figura n° 3).

All'interno, il diametro dei pozzi è in relazione all'estensione del giacimento e all'intersezione di cavità carsiche preesistenti le lavorazioni, frequentemente sviluppatesi al contatto tra roccia incassante e skarn. Nelle masse mineralizzate confinate lateralmente, si arrivava a scavare pozzi dal diametro compreso tra 0.80 m e 1.20 m (figura n° 4), profondi sino a 30 - 50 m, che solo in corrispondenza di una forma massiva del giacimento davano luogo a sale-cantieri o pozzi-cantiere di dimensioni anche superiori a 5 - 6 m lungo l'asse maggiore (figura n° 5). Talvolta è il contatto con ambienti naturali a determinare vuoti di grandi dimensioni (figura n° 6). Spesso venivano scavati più pozzi, con andamento parallelo o comunque limitrofo, comunicanti a diverse quote tramite finestrelle tipo 'oblò' (figura n° 7), dal diametro massimo di 30 - 40 cm. Durante le ricerche sono state esplorate miniere di 90 - 120 m di profondità dall'ingresso, secondo una sequenza continua di pozzi paralleli (figure n° 8 e

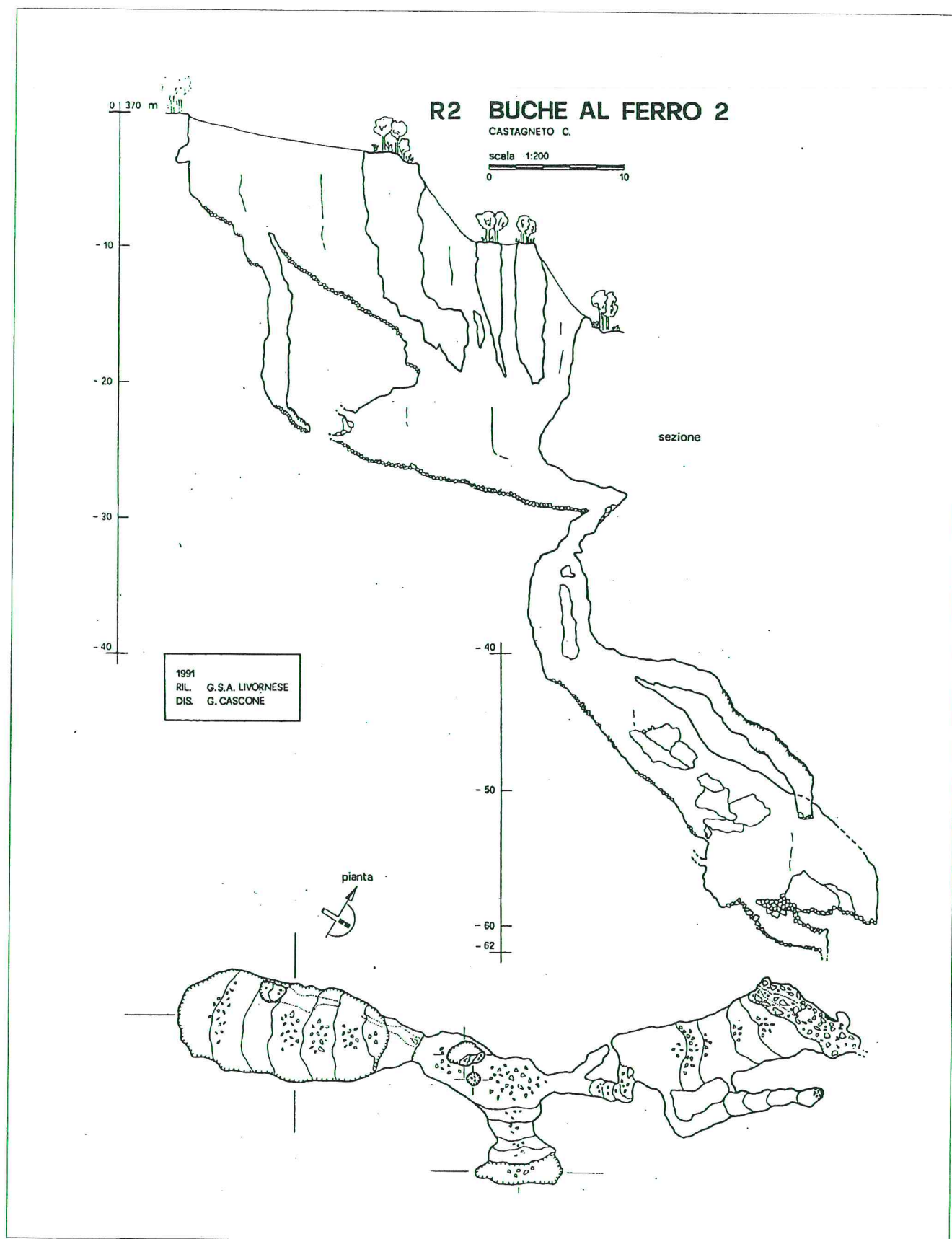


Figura n° 6. Buche al Ferro 2. Rilievo.



Figura n° 7. Buca del Confine. Affaccio su cantiere di lavorazione (foto G. Cascone).

n° 9). I pochi tratti orizzontali presenti si configurano come raccordi tra pozzi contigui o brevi gallerie di ricerca. La documentazione di questi vani, di altezza variabile tra gli 0.8 m ed i 2 m, e di larghezza raramente superiore a 1.5 m, è alquanto difficoltosa poiché spesso risultano riempiti di materiale sterile.

Tali ripiene, solitamente accatastate a formare particolari muri a secco, rendono molte parti delle miniere inaccessibili e non valutabili nel loro reale sviluppo. Anche la vera profondità delle cavità è da ritenersi ragionevolmente superiore a quella rilevata dalla nostra analisi: il pavimento dei pozzi terminali è, infatti, sempre costituito da ingenti quantitativi di materiale detritico.

Lo sviluppo spaziale delle coltivazioni minerarie rilevate, è estremamente variabile da pochi metri a diverse centinaia (Buca del Biserno 600 m, Complesso Poggio all'Aione 800 m). Ma sempre, comunque, a ridotto sviluppo planimetrico.

Pur trattandosi di misure 'residue' rispetto alle dimensioni originarie, dopo aver rilevato 42 complessi minerari è possibile proporre una articolazione tipologica in relazione allo sviluppo spaziale conosciuto.

Tipologia	Sviluppo	Quantità
Ricerche minerarie	da 0 a 25 m	17
Complessi Piccoli	da 26 a 100 m	15
Complessi Medi	da 101 a 500 m	8
Complessi Grandi	oltre 500 m	2
TOTALE		42

L'organizzazione dei cantieri di estrazione, della risalita del minerale e dei movimenti delle maestranze, doveva essere alquanto problematica data l'irregolarità della disposizione degli ambienti. Inoltre, la tendenza a scavare gallerie e cunicoli di dimensioni sufficienti solo al passaggio degli uomini non favoriva il trasporto del materiale scavato. Per la risalita, il minerale proveniente dai vari cantieri veniva stoccato nelle sale localizzate sotto il pozzo più vicino all'uscita.

Il minerale era trasportato probabilmente a spalla lungo le gallerie e per mezzo di argani di legno attraverso i pozzi. Non sono visibili tracce di passaggio o di usura delle pareti e del fondo della galleria, dovute al continuo transito di personale carico con gerle o sacchi, come è presente in una galleria della Grotta del Pallone in Val Meria (Lecco). La mancanza pressoché totale di acqua è testimoniata, oltre che dall'evidenza negativa materiale, dall'assenza di strutture di drenaggio (condutture, canalizzazioni). Dove la mineralizzazione si presentava in masse più consistenti venivano aperti dei veri e propri cantieri di coltivazione e quando le dimensioni superavano i 3-4 m di larghezza venivano lasciati dei risparmi di minerale a forma di pilastri, o di vere e proprie lame per sorreggere le volte. Un aspetto particolarmente importante è la presenza delle ripiene. I minatori stessi, onde evitare di riportare in superficie lo sterile risultato dalla prima cernita del materiale, riempivano sia i vuoti di coltivazione già sfruttati sia quelli durante l'attività di cantiere. In presenza di morfologie prevalentemente verticali, ovvero in zone dove non erano stati aperti cantieri, il deposito delle ripiene era risolto con la costruzione di strutture di contenimento con tavole di legno delle quali rimangono, in alcuni casi, le tracce degli alloggi sulle pareti e sul fondo (72).

Come già detto, l'abbattimento era effettuato con punteruolo e mazzetta. Le tracce presenti sulle pareti sono quasi sempre non parallele e prive di sistematicità. In tutti i casi esaminati non vi sono tracce di utilizzo del fuoco per l'abbattimento. Sporadicamente, sono presenti anche delle piccole nicchie per l'appoggio delle lucerne.

Tracce di alloggi di forma quadrangolare (10x10x5 cm) fanno presupporre la presenza di strutture di



BUCA DELLA GUARDIA (R5)

CASTAGNETO CARDUCCI

scala 1:285 - bozza ridotta da 1:200

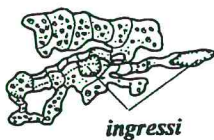
295 m slm

0 m

SEZIONE E-O

- 25

N
↑
PIANTA



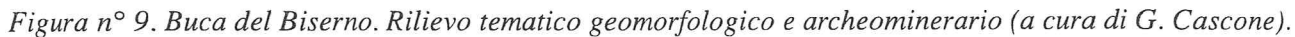
Rilievo topografico: GRUPPO SPELEOLOGICO ARCHEOLOGICO LIVORNESE

- 50

- 75

- 90

Figura n° 8. Buca della Guardia. Rilievo.





legno per sorreggere scale, oppure di ponteggi per facilitare il lavoro di progressione (73). Sui bordi di alcuni grandi pozzi all'interno delle coltivazioni sono ben visibili le tracce degli alloggi lignei, sicuramente per sostenere gli argani per la risalita del materiale. La presenza di risparmi di minerale di forma cilindrica all'imboccatura dei pozzi (all'interno delle cavità) fa pensare ad un utilizzo per eventuali ancoraggi di corde o strutture di sicurezza. Il ritrovamento di impronte lasciate da strutture lignee ricoperte di calcite hanno permesso di capire come la progressione in tratti a forte inclinazione, ma non verticali, venisse risolta con la realizzazione di scalinate con gradini di legno (74) o di pietra.

Subito all'esterno, davanti all'imboccatura, avveniva il primo trattamento del minerale: la pesta, ovvero la frantumazione e la cernita del minerale utile e la sua separazione dalla ganga (75). Il minerale così selezionato veniva sottoposto a lavaggio e depositato nei pressi della miniera in attesa di essere trasportato nei luoghi di trasformazione metallurgica (76). Nel XVI secolo il metodo di organizzazione del lavoro minerario cambia in maniera evidente. Le miniere si trasformano in grandi scavi a cielo aperto: grandi cave che insistono sulle precedenti lavorazioni le cui tracce rimangono, a volte, in sezione nelle pareti (figure n° 10 e n° 11). Sono presenti anche coltivazioni in sotterraneo. Sono di dimensioni maggiori rispetto ai cantieri e alle gallerie etrusche e medievali. Aumentano le altezze e soprattutto le larghezze delle gallerie, ed il passaggio è sicuramente meno difficoltoso. Non sono presenti morfologie del tipo ogivale troncato, bensì gallerie con volta a tutto sesto ben scavate con colpi di punteruolo molto regolari e sistematici. Si nota un tentativo di razionalizzazione del lavoro di estrazione: la realizzazione di ambienti di passaggio più grandi favorisce, infatti, la progressione nel sottosuolo da parte dei minatori e soprattutto la fuoriuscita del minerale. Sono presenti, inoltre, i primi tentativi intenzionali di traverso banco finalizzati sia alla ricerca mineraria o, più spesso, al miglioramento della circolazione interna e dei trasporti. Forse furono utilizzati anche degli strumenti di misurazione topografica, in particolare per definire con esattezza lo spazio su cui effettuare l'estrazione e per individuare la direzione di scavo di alcune gallerie di ricerca e di ribasso, ma non vi sono margini per affermarlo con sicurezza.

Non è stato utilizzato l'esplosivo per l'abbattimento non essendo presenti in alcun caso tracce di fori da mina, dato che le lavorazioni terminarono nel 1559-60, ovvero alcuni anni prima che tale tecnica fosse sperimentata. Il metodo d'abbattimento è, quindi, sempre

con il punteruolo e la mazzetta. L'approccio al fronte di avanzamento nella massa mineralizzata è, al contrario, sistematico. A differenza dei periodi precedenti, infatti, dove i colpi di punteruolo e di picco sono sferrati in modo caotico in tutte le direzioni senza un preciso disegno, adesso si ha l'evidenza di un sistema di abbattimento regolare della parete con gradini in nicchie ogivali di 60 - 70 cm di altezza e altrettanti di larghezza (figura n° 12) che trova confronti con le tecniche di abbattimento in ambito alpino (77). Come precedentemente accennato, questo si può facilmente spiegare con l'arrivo, in questo periodo, delle maestranze germaniche (i *Lanzi*) chiamate da Cosimo I de' Medici, per riaprire le miniere e lavorare i giacimenti di Campiglia. I *Lanzi* importano il loro metodo d'abbattimento e di coltivazione che chiaramente, quindi, si distingue dai sistemi utilizzati nelle età precedenti.

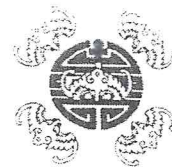
La metodologia del rilievo minerario

Gli strumenti e la metodologia adottati ed affinati nel corso di quasi 15 anni di documentazione topografica di miniere preindustriali (78), sono strettamente connessi alle caratteristiche del territorio in cui si va ad operare, alle morfologie delle emergenze da documentare e, non ultimo, agli obiettivi che intendiamo raggiungere. Tra questi obiettivi, oltre la rappresentazione più fedele possibile del sito minerario, c'è la stesura di successivi rilievi tematici che necessitano singolarmente di gradi di dettaglio e precisione non sempre uguali tra di loro.

Gli strumenti per le misurazioni

La strumentazione utilizzata per il posizionamento degli ingressi di miniere, e per il rilievo topografico ipogeo, è quella speleologica, tipicamente costituita da bussola e clinometro, non montati su treppiede, da longimetro e rotella metrica (79).

Le caratteristiche di robustezza e leggerezza di una strumentazione di questo tipo sono fondamentali quando s'interviene, come nel nostro caso, in territori ove l'accesso alle miniere avviene compiendo notevoli dislivelli nell'arco di ristretti spazi planimetrici, lungo versanti coperti da fitta macchia mediterranea e privi di una rete sentieristica che di volta in volta occorre tracciare. All'interno, le morfologie verticali costringono all'esecuzione del rilevamento dei dati quasi esclusivamente agganciati alla corda; da qui la conferma ad utilizzare niente più di una pratica ed efficiente strumentazione speleologica, curando il punto debole relativo al grado di precisione di questi strumenti attraverso l'affinamento dell'aspetto metodologico del rilevamento. E' stato durante le varie fasi di messa a



BUCHE AL FERRO R1

CASTAGNETO C.

scala 1:500



1991

RIL. G.S.A. LIVORNESE

DIS. G. NICCOLAI

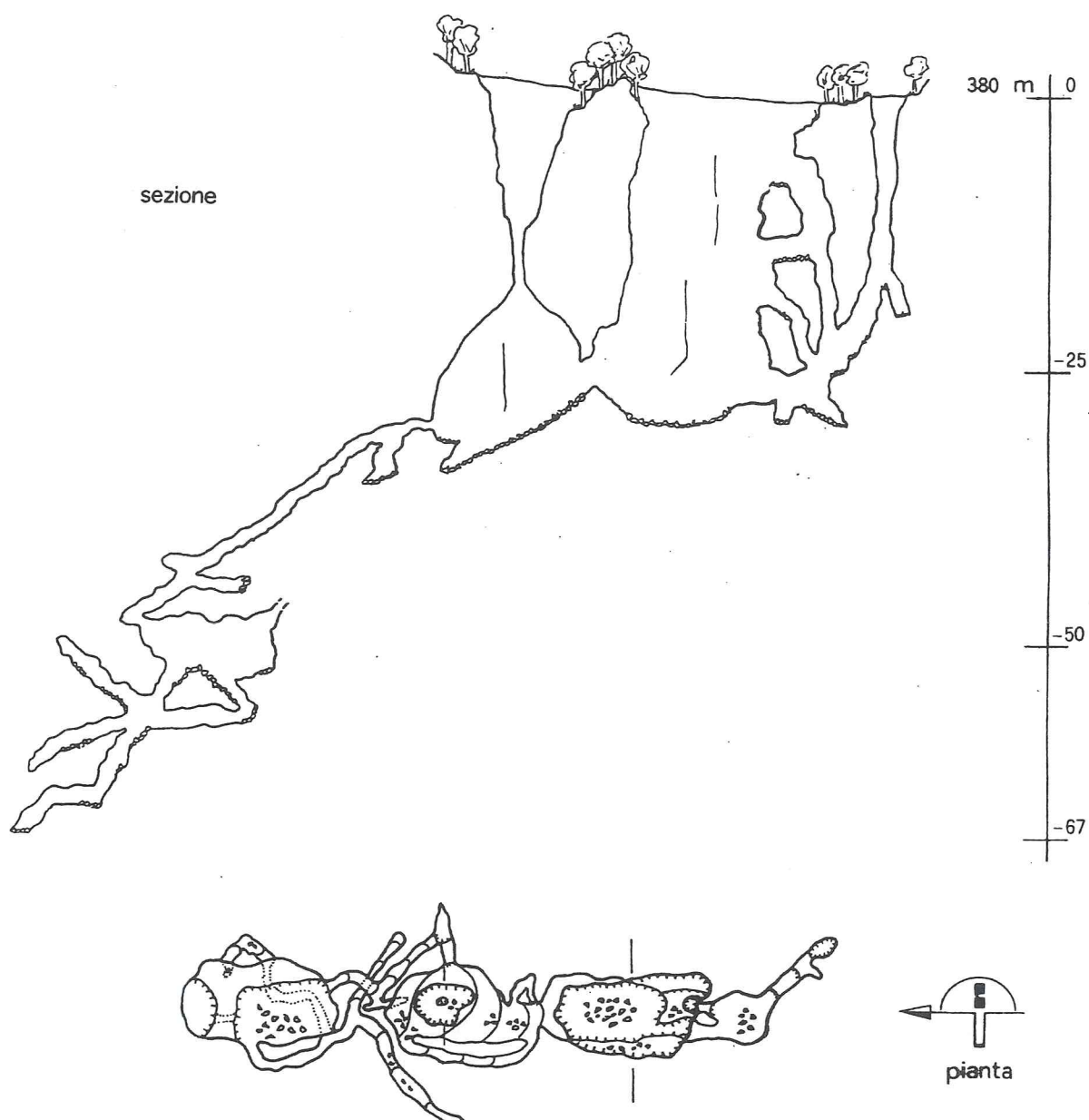


Figura n° 10. Buche al Ferro. Rilievo.



punto di questo metodo che abbiamo verificato l'incidenza e l'importanza di tale aspetto.

E' comunque necessario sottolineare che (ammesso di riuscire a mantenere 'indenne' una strumentazione più sofisticata) il raggiungimento di una maggiore precisione, nella definizione delle irregolarità morfologiche e morfometriche di questi siti, non arricchirebbe di nuovi elementi conoscitivi la nostra rappresentazione, finalizzata, non dimentichiamolo, alla comprensione delle tecniche estrattive e dell'organizzazione del lavoro. Infine è doveroso puntualizzare che, riguardo al rilevamento delle orientazioni, non sono mai sorte problematiche relative alla presenza di minerali ferromagnetici.

L'ubicazione degli ingressi

Come accennato, il posizionamento degli ingressi è spesso difficile e soggetto ad imprecisione a causa della fitta vegetazione che maschera e confonde la reale morfologia dei versanti e non consente una visualizzazione convincente dell'intorno. Per una ubicazione corretta è necessario segnalare in maniera evidente gli ingressi così da consentirne la visualizzazione in panoramica, data anche la frequente vicinanza nell'ambito di pochi metri o decine di metri di distanza in linea d'aria o di dislivello.

In zone con altri ingressi già ubicati, oltre al conforto cartografico e altimetrico viene eseguita una poligonale tra gli ingressi con verifiche incrociate. Il posizionamento cartografico viene eseguito sulla Carta Tecnica Regionale alla scala 1: 5.000. Riguardo le quote, in aree a elevata concentrazione di ingressi è necessario differenziarle con dislivelli alla scala del metro, perdendo di significato l'approssimazione standard dei 5 m.

Il rilievo topografico ipogeo

Uno dei primi obiettivi del rilievo topografico è il consentire la visualizzazione immediata dell'andamento spaziale delle miniere in studio attraverso la stesura di:

- planimetrie alle diverse quote, tipo i Piani Minerari utilizzati nelle attività minerarie moderne;
- sezioni verticali secondo più direttrici;

Questo allo scopo di individuare le diverse morfologie degli ipogei, in stretta dipendenza dell'assetto geologico e delle tecniche di scavo.

La scelta della scala del rilievo (solitamente 1:200, 1:100 ed in particolari casi anche 1:50) avviene in fase di rilevamento, e risulta fondamentale per consentire il riporto dei dati di tipo litologico, geologico/strutturale, geomorfologico e archeologico-minerario. Quindi i punti fondamentali su cui si basa la realizza-

zione del rilievo sono i seguenti:

- la collocazione dei capisaldi lungo l'intero sviluppo della miniera che consenta in qualsiasi momento variazioni della scala del rilievo o revisioni;
- l'esecuzione della poligonale in andata e ritorno;
- la chiusura della poligonale ogni volta che è possibile, nel nostro caso fondamentale nei tratti di raccordo tra pozzi paralleli;
- una particolare attenzione nella lettura dell'angolo di inclinazione;
- la stesura del rilievo attraverso l'elaborazione di 'bozze' progressive (figura n° 13) sulle quali annotare ulteriori dettagli e misure.

Uno studio pilota: la Buca del Biserno

Questa miniera, scavata per i suoi 600 m di sviluppo quasi completamente in verticale a raggiungere la profondità di 120 m (80), è stata oggetto di un'accurata indagine. In questo caso a causa dell'ubicazione "a rischio" degli ingressi, situati a poco più di 20 m di distanza da un fronte di cava attiva, è stato necessario mettere in relazione l'andamento spaziale sotterraneo della miniera con la superficie esterna. Attraverso l'impiego degli strumenti e delle metodologie descritte precedentemente è stato possibile realizzare una planimetria con punti significativi quotati e riportare lo sviluppo ipogeo rispetto all'andamento in superficie del confine dell'area di concessione e del limitrofo fronte di cava. Sulla base del rilievo topografico eseguito, sono stati rilevati e cartografati gli aspetti litologici, geomorfologici e archeologico-minerari (figura n° 19). I tematismi archeominerari riportati sono quelli ritenuti più significativi per il sito in studio. Ad esempio, le tracce degli attrezzi di scavo non vengono riportate a causa della loro estrema frequenza (3-4 per mezzo metro quadrato), vengono invece segnalati i risparmi di minerale sugli orli dei pozzi, le ripiene, le tracce di scalinate, le gallerie traverso banco nel calcare, le morfologie a nicchia ogivale cinquecentesche. Questo studio, realizzato nell'arco di un anno di lavoro (81), ha consentito la tutela di questa importante miniera attraverso l'imposizione del vincolo archeologico da parte del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, ai sensi della L.1089 del 1939.

La rappresentazione grafica così prodotta è risultata idonea al riporto degli specifici tematismi, finalizzati a elaborare dati sulla natura e potenza delle masse mineralizzate sfruttate, sulle tecniche di individuazione del giacimento, sulle scelte fatte in merito alla coltivazione, all'abbattimento, alla cernita, al trasporto del minerale, alla realizzazione di strutture lignee all'interno, all'illuminazione e al sistema di aerazione.

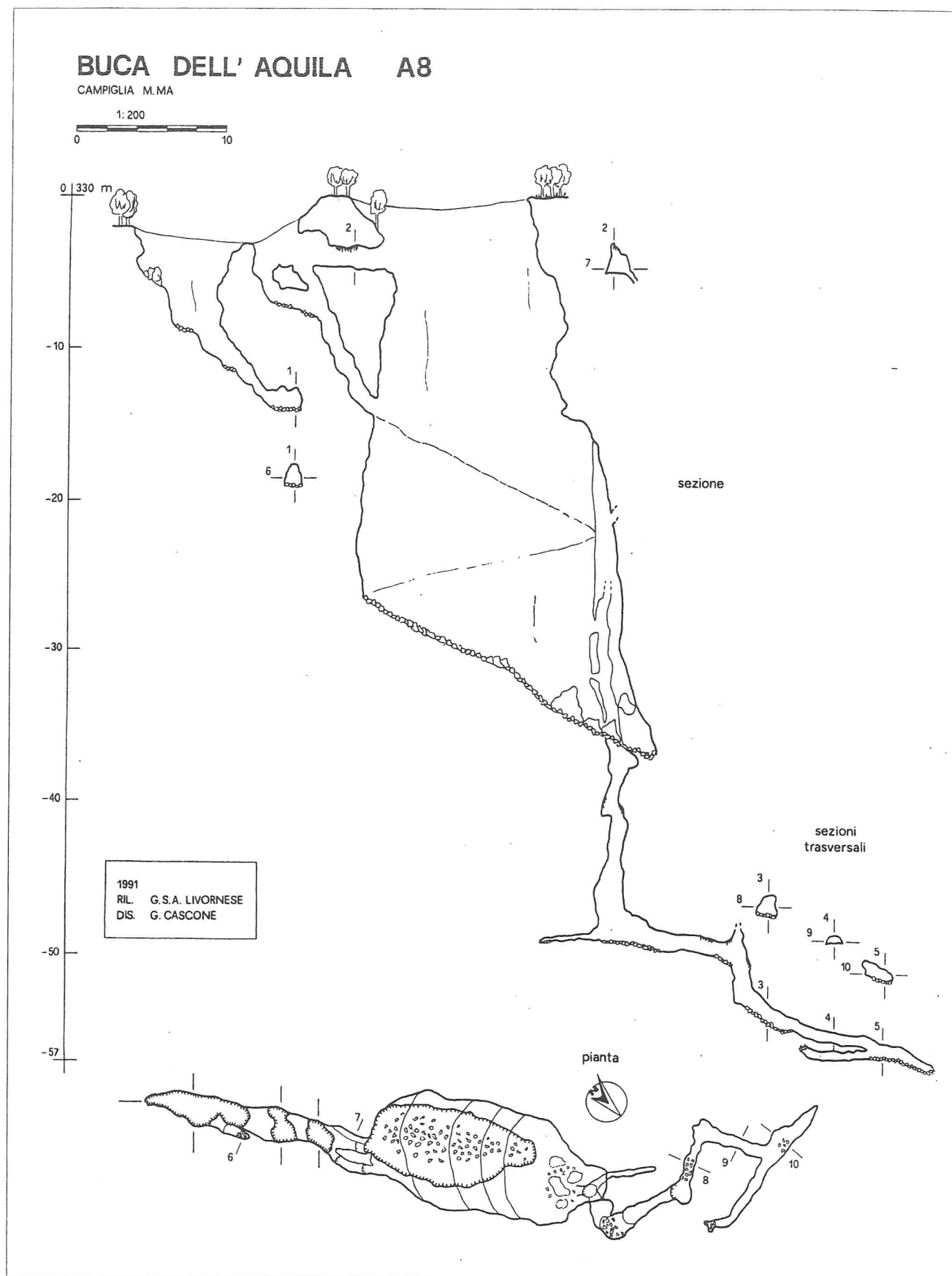


Figura n° 11. Buca dell'Aquila. Rilievo.



Riflessioni conclusive: vantaggi e limiti della ricerca di superficie e potenzialità dello scavo archeologico in ambito minerario

Abbiamo più volte ribadito dell'importanza dell'inserimento nel contesto territoriale delle attività minerarie, che vengono di volta in volta rilevate con i sistemi sopra delineati. Dal punto di vista della metodologia di ricerca nell'ambito dell'archeologia del paesaggio (archeologia di superficie), le coltivazioni minerarie sono delle Unità Topografiche (UT). Naturalmente sono delle UT estremamente complesse costituite da una o da varie UM. Innanzitutto è importante l'individuazione, la localizzazione, l'analisi e l'interpretazione delle altre strutture legate all'attività mineraria (discarica, area di pesta, viabilità, altre coltivazioni minerarie), ma pure questa operazione, anche se fondamentale, risulta troppo puntuale nei confronti del paesaggio nella sua totalità. Si rischia in questo caso di avere una visione troppo limitata ed incentrata verso gli aspetti tecnologici e di evoluzione delle tecniche estrattive, non avendo elementi per approfondire gli altri aspetti legati alla prospettiva storica del territorio. L'archeologia del paesaggio, attraverso la ricognizione di ampi spazi (il più possibile ampi) consente una visione articolata del territorio che permette il superamento di considerazioni troppo restrittive e limitate quali sarebbero quelle di analisi di un solo aspetto. Del resto anche la scelta di un contesto troppo ristretto può essere un errore: ad esempio l'indagine della sola area mineraria dei Monti di Campiglia senza alcun allargamento verso lo studio del popolamento nelle aree di pianura circostanti le colline, lungo le coste e nell'area più interna verso l'alta Val di Cornia non avrebbe fornito un inquadramento territoriale chiaro nella sua complessità ed articolazione come invece era necessario che fosse.

L'archeologia del paesaggio è quindi un'archeologia 'estensiva' (82) dove la visione più ampia possibile riesce a superare in parte tutti questi aspetti di 'rumore di fondo' che ostacolano l'acquisizione dei dati (casualità del ritrovamento, non buona visibilità, attività di distruzione antropica moderna) e fanno diminuire il concorso dei fattori legati agli aspetti del ritrovamento. Inoltre è possibile far intervenire con maggior peso, nell'ambito della ricerca, alcuni aspetti determinanti quali il rapporto tra aree differenti, le infrastrutture ed i collegamenti.

Ritornando alle problematiche legate alla metodologia di indagine delle miniere d'età preindustriale, è chiaro che oltre agli aspetti legati al funzionamento, al riconoscimento delle fasi di attività, gli aspetti legati alla datazione assoluta sono un elemento di base, dal

quale è impossibile prescindere. Il tipo di tecnica estrattiva utilizzata (il metodo di coltivazione e il metodo di abbattimento) permette solamente a grandi linee di proporre un inquadramento cronologico delle coltivazioni minerarie. E' sempre l'associazione di 'fossili guida', come frammenti di ceramica o altri elementi datanti, anche se trovati in superficie nelle discariche o all'interno negli ambienti sotterranei, che dà indicazioni più precise in questo senso. In mancanza di ritrovamenti di questo tipo, un aiuto non indifferente, è la possibilità di utilizzare, ad un costo relativamente contenuto, l'analisi del Carbonio 14 o la dendrocronologia su ritrovamenti di carboni o elementi di strutture lignee. Abbiamo esempi di ricerche che hanno utilizzato questo tipo di dato con molta utilità (83). Già la dinamica del popolamento, con l'individuazione della distribuzione areale delle strutture abitative e produttive, può fornire importanti indicazioni sull'inquadramento cronologico delle zone estrattive.

Ovviamente maggiori informazioni, non solo per la datazione o per l'individuazione di più fasi di sfruttamento ma anche per la comprensione delle varie parti funzionali della miniera, vengono fornite da un'eventuale indagine di scavo archeologico, che resta l'attività di ricerca più completa, da effettuarsi sia all'esterno, nei pressi dell'imboccatura o nelle aree di primo trattamento del minerale, oppure all'interno, intervenendo nei cantieri, nelle gallerie e nei pozzi. E' importante dire, inoltre, che un buon rilevamento di superficie può permettere di individuare i luoghi più favorevoli per un successivo intervento di scavo archeologico. L'indagine di scavo è il momento di maggiore possibilità d'acquisizione dei dati. Gli scavi archeologici all'interno o subito all'esterno di coltivazioni minerarie hanno come limite l'asportazione di grandi volumi di detrito e la non eccessiva dispersione nella stratificazione di frammenti di materiale datante. Le indagini effettuate in varie aree minerarie, comunque, hanno dato notevoli esiti positivi e l'attività di ricerca ha sempre ripagato, almeno in parte, le aspettative che in questa si erano riposte (84). La possibilità di mettere in luce e di analizzare i vari piani di calpestio, le fasi di ripiena dei cantieri di coltivazione, la stratificazione e gli interri dentro le gallerie ha fornito utilissimi indizi per la datazione e la funzione d'uso dei vari ambienti di lavoro; così come le zone all'esterno nelle aree di pesta e primo trattamento del minerale.

Oltre alle indagini di scavo nelle miniere vere e proprie è fondamentale e strategica l'indagine di scavo nelle aree insediative dove è possibile capire il tipo di controllo e di potere che veniva esercitato sul territorio (85). E' necessario, quindi, coordinare le prospezioni

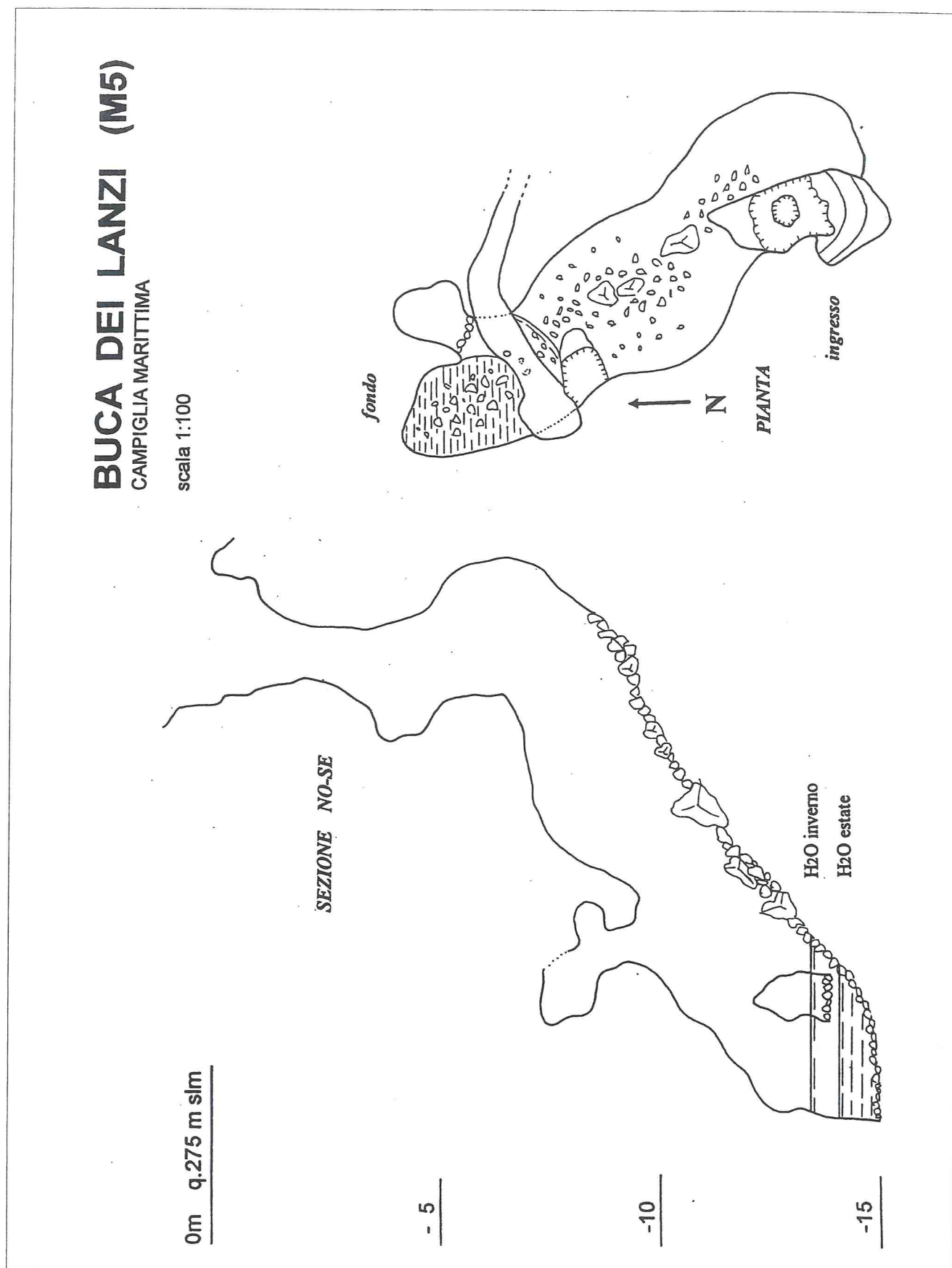


Figura n° 12. Buca dei Lanzi. Rilievo.



di superficie e le indagini di scavo per porre in rapporto adeguato insediamenti, aree estrattive e aree di produzione metallurgica per comprendere i cambiamenti economici, le aree di sfruttamento prevalenti nei vari periodi storici e in particolare l'organizzazione del lavoro minerario nel territorio per procedere, infine, alle varie sintesi storiche. La metodologia d'indagine applicata nel territorio dei Monti di Campiglia può essere, a grandi linee, applicabile in generale allo studio delle coltivazioni minerarie, anche se è stata il frutto dello studio di questa sola area mineraria.

Certamente il confronto con studi effettuati in altre aree minerarie con caratteristiche morfologiche, giacimentologiche e storiche diverse, può senz'altro aiutare a definire con maggiore precisione le strategie e le tecniche del rilevamento. Per questo motivo riteniamo fondamentale, e non solo in questo aspetto della ricerca, lo scambio e la collaborazione tra enti e gruppi che lavorano in altri ambiti territoriali.

Soltanto attraverso un proficuo scambio di esperienze e professionalità esiste la concreta possibilità di migliorare la capacità di analisi e di comprensione del mondo sotterraneo legato alle attività estrattive.

Le ricerche sulle miniere lombarde

Come la Toscana, la Lombardia è una regione ricca di giacimenti minerari che hanno fortemente condizionato l'ambiente e l'economia non solo nei luoghi stessi d'estrazione ma in tutto il territorio lombardo. I giacimenti minerari sono localizzati in massima parte nella fascia settentrionale della regione, nelle Prealpi e nelle Alpi, ed in particolare nelle province di Bergamo, Brescia, Como, Lecco, Sondrio e Varese (86).

Le attività minerarie fin dall'antichità sono state finalizzate alla coltivazione di minerali di rame, piombo, argento e ferro. Alla straordinaria ricchezza di emergenze minerarie non corrisponde però un particolare interesse dei gruppi speleologici lombardi per il rilevamento di questa tipologia di cavità artificiale. Infatti notiamo che nella bibliografia speleologica piuttosto raramente sono presenti lavori di carattere minerario. Alcune brevi comunicazioni di presenza di attività minerarie nel gruppo delle Grigne con descrizione e qualche rilievo risalgono al 1979 e sono ad opera dello Speleo Club "I Protei" (87), anche se è necessario precisare che tale lavoro è incentrato sostanzialmente alle emergenze di natura carsica e solo marginalmente alle cavità artificiali.

Uno studio di carattere più strettamente di archeologia mineraria è quello riguardante l'Antro delle Gallerie in Val Ganna (Varese). Si tratta di un complesso sistema minerario, articolato su più livelli, di difficile

interpretazione sia riguardo agli aspetti legati al funzionamento (dato che le parti inferiori sono allagate) e alla datazione, sia addirittura all'oggetto della coltivazione. Si deve a Padovan ed a Pandullo uno dei contributi alla conoscenza del complesso (88) e successivamente a Banti e a Tonali un tentativo di interpretazione dell'articolata cavità (89).

A partire dalla fine degli anni '80, grazie in modo particolare a Marco Tizzoni, sono state intraprese molte indagini sia dal punto di vista documentario che dal punto di vista del rilevamento e dello scavo archeologico in coltivazioni minerarie, apportando un contributo alla conoscenza dei sistemi estrattivi e di organizzazione del lavoro minerario, anche con pubblicazioni di carattere didattico per le scuole (90).

Dal punto di vista scientifico sono stati intrapresi studi finalizzati al rilevamento archeologico delle attività minerarie lombarde nel periodo medievale e rinascimentale (91), studi di carattere archivistico e documentario (92), e infine anche una articolata indagine nell'area di Bienno in Val Camonica dove è stata intrapresa una ricerca riguardante una miniera risalente all'Età del Ferro, al cui interno è stato effettuato anche uno scavo archeologico ed un inquadramento territoriale (93).

La valorizzazione del patrimonio minerario: i Parchi

Il paesaggio, visto come oggetto della interazione tra uomo e natura, si presenta in ogni luogo come un libro aperto le cui emergenze sono le parole che raccontano la storia passata e quella presente. In modo particolare i territori minerari hanno una particolare e caratteristica commistione degli aspetti naturalistici e delle aree antropizzate.

In maniera sempre più insistente, la lettura del territorio dal punto di vista storico ha reso necessaria la creazione di strumenti di valorizzazione e di comprensione di quanto ci circonda.

A maggior ragione un paesaggio minerario, che nasconde un patrimonio di cultura, di memoria e di attività, va considerato non soltanto attraverso le tracce lasciate in superficie, ma anche attraverso il suo sottosuolo: un sottosuolo quasi totalmente artificiale dove l'uomo è riuscito a creare strutture architettoniche negative di ogni genere e tipologia.

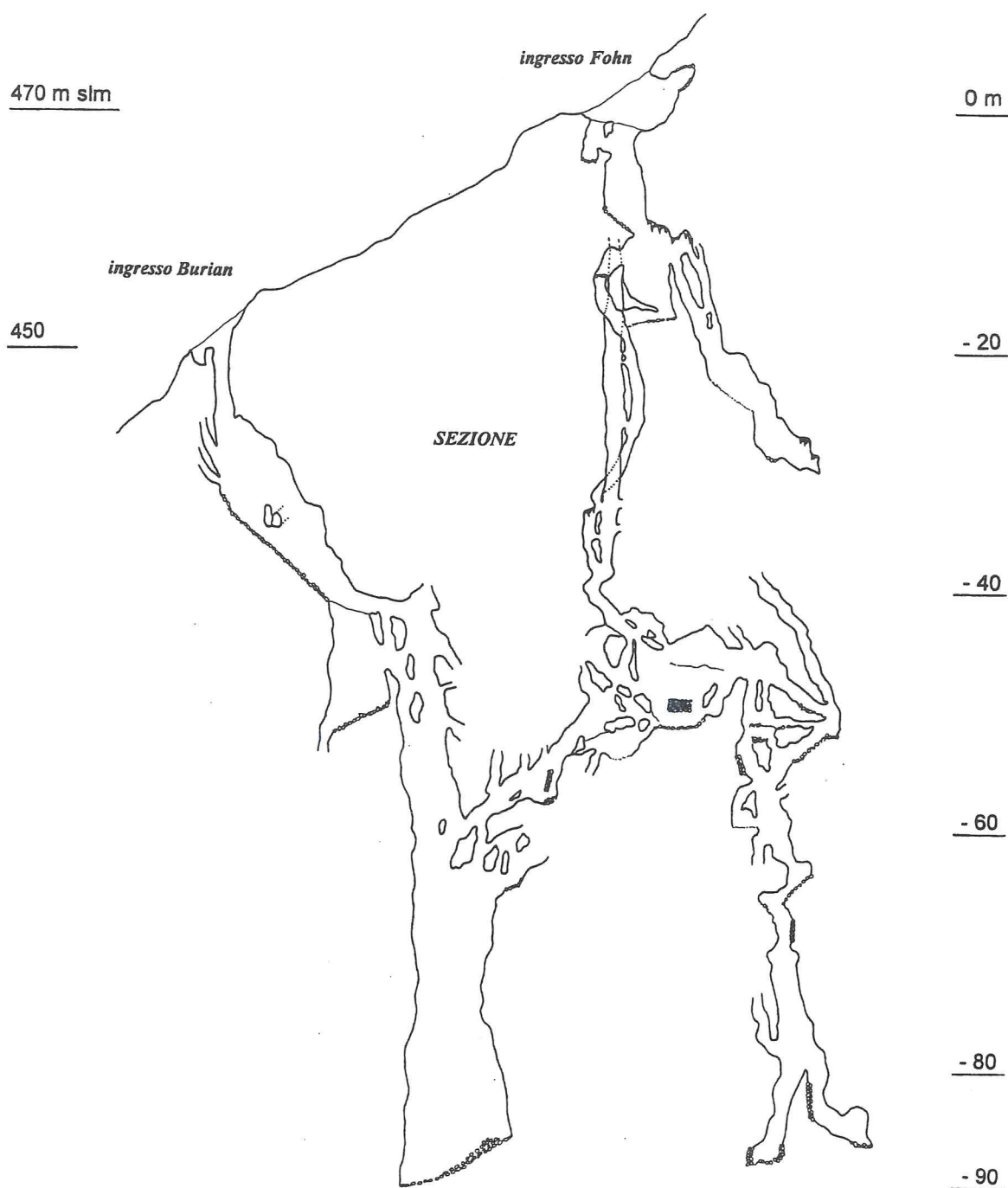
Lo studio delle attività estrattive, e di tutto ciò che è con loro connesso, è il miglior presupposto per gettare le basi necessarie alla progettazione di sistemi museali territoriali che favoriscano la conoscenza, l'informazione e l'apprendimento. Da tempo conosciute e realizzate in Europa (94), a partire dagli anni '90 hanno cominciato anche in Italia a fare la loro apparizione



COMPLESSO BURIAN-FOHN (L2-L4)

SAN VINCENZO

scala 1:375 - bozza ridotta da 1:200



Rilievo topografico: GRUPPO SPELEOLOGICO ARCHEOLOGICO LIVORNESE

Figura n° 13. Complesso di Burian - Fohn (in corso di esplorazione). Bozza della sezione.



le prime strutture museali finalizzate alla messa in visita del sottosuolo minerario: Il Museo delle Miniere di Vipiteno (Bolzano), Scopriminiera - la Miniera di Talco in Val Chisone-Germanasca (Torino), la Miniera di Schilpario (Clusone, Bergamo), il Parco archeominerario di San Silvestro (Campiglia Marittima, Livorno). La caratteristica che accomuna tutti questi parchi/museo è l'offerta della percorribilità di parti di sottosuolo minerario: alcuni per qualche centinaio di metri e solamente a piedi, ed altri per qualche migliaio con l'ausilio di un trenino. In questi luoghi è possibile accedere in gallerie e cantieri di coltivazione di minerali di rame, piombo, argento, ferro e talco di diversi periodi storici dove i visitatori sono totalmente immersi nell'ambiente minerario. Il parco che si trova nei pressi di Campiglia Marittima in Val di Cornia (LI) (il Parco archeominerario di San Silvestro), inaugurato nel 1996, è il risultato di una forte volontà politica ed amministrativa locale che ha collaborato con l'Università degli Studi di Siena. I risultati scientifici raggiunti dal progetto di ricerca sul territorio minerario sono stati una delle basi conoscitive più importanti per la realizzazione dei percorsi museali ed in generale della definizione dei contenuti culturali del parco. Il Parco ha una estensione di circa 500 ettari e comprende l'area più attivamente sfruttata dal punto di vista minerario nel corso dei secoli. Il territorio si presenta come uno straordinario archivio all'aperto: i centri di interesse che già in parte costituiscono e che in futuro andranno a costituire i nodi del sistema di visita sono i seguenti (95):

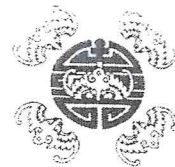
- le aree archeologiche legate alla dinamica insediativa (insediamenti etruschi, castelli medievali, residenze del XVI secolo);
- le aree minerarie di età preindustriale (miniere etrusche, medievali e del XVI secolo);
- le aree di trasformazione metallurgica (cumuli di scorie di lavorazione etrusche, medievali e del XVI secolo);
- le aree di cava di calcare e roccia porfirica (cave etrusche, medievali, del XVI, del XIX e dei primi anni del XX secolo e cave ancora in attività);
- le aree di archeologia industriale (sistema di estrazione, di trasporto del minerale, di trasformazione metallurgica del XIX ed inizi del XX secolo);
- le aree di interesse giacimentologico - minerario e mineralogico.

Dato che la Val di Cornia era stata inserita nelle aree dell'Obiettivo 2 dell'Unione Europea è stato possibile usufruire di finanziamenti del FESR (ex reg. CEE n°328 del 1988 RESIDER) e del Patto territoriale della Val di Cornia, che hanno permesso di investire ingenti ca-

pitali (96) nella realizzazione di strutture museali, servizi culturali e di accoglienza turistica. Sono stati ristrutturati alcuni opifici minerari ed officine del XIX e dei primi anni del XX per ospitare tre percorsi museali: uno archeologico, uno mineralogico ed uno minerario, gli uffici amministrativi ed un centro di ristoro. Un percorso attrezzato nella Miniera del Temperino di 360 m, che attraversa gallerie e cantieri ottocenteschi, pozzi e vuoti di coltivazione etruschi, gallerie di carreggio degli anni '60, consente un approfondimento delle tecniche di coltivazione ed introduce il visitatore nel sottosuolo minerario.

Cinque percorsi trekking attrezzati, che si sviluppano per tutta l'area del parco, rendono accessibili la maggior parte delle emergenze mineralogiche e minerarie di ogni periodo storico. Infine è stato realizzato un percorso didattico nel castello minerario di Rocca San Silvestro che illustra la vita nel borgo medievale, l'area signorile e le attività di trasformazione metallurgica del rame e del piombo argentifero (97). Sono in corso di realizzazione un Centro di Documentazione (archivio, biblioteca, cataloghi informatizzati, aule didattiche e laboratori) nella cinquecentesca Villa Lanzi e un ostello da 60 posti nel Palazzo Gowet, del 1901, sede amministrativa della società mineraria inglese Etruscan Mines. Il Parco archeominerario di San Silvestro è attualmente parte del Sistema dei Parchi della Val di Cornia (in tutto sei). La gestione degli investimenti e la gestione vera e propria di tutti i parchi è stata affidata ad una società creata *ad hoc* dalle Amministrazioni Comunali del comprensorio: la Parchi Val di Cornia S.p.A. Questa forma gestionale innovativa ha permesso di sfruttare al massimo le opportunità offerte dalla valorizzazione dei beni culturali incentivando la possibilità di integrazione della risorsa 'cultura' con risorse economicamente vantaggiose come, ad esempio, quelle del turismo.

La realizzazione dei parchi ha permesso la creazione di nuovi posti di lavoro, l'individuazione di nuove figure professionali e contemporaneamente ha agito in senso positivo per la conservazione, l'accessibilità e, in modo particolare, l'incentivazione, per i visitatori, alla conoscenza dei beni culturali stessi (98). Quindi anche la ricerca sulle attività minerarie dei Monti di Campiglia ha concorso alla realizzazione di una nuova strategia di gestione delle risorse ambientali: ricerca scientifica, tutela e logica imprenditoriale. Proprio per favorire la valorizzazione del patrimonio minerario e metallurgico è nato nel 1999 un progetto finanziato dall'Unione Europea: MINET - European Mining Heritage Network. Questo programma è stato condotto dal Trevithick Trust (Cornovaglia - Inghilterra),



e amministrato dall'ECTARC (Centro Europeo per la Cultura Tradizionale e Regionale – Galles – Inghilterra). MINET è costituito da numerosi partners europei (Inghilterra, Irlanda, Francia, Italia, Spagna) ed il suo obiettivo è quello di costituire e gestire una rete permanente di centri di interesse minerario e metallurgico, di favorire, attraverso la realizzazione di progetti comuni, la rivitalizzazione culturale ed economica delle aree minerarie abbandonate e di condividere le esperienze e le risorse disponibili con altri membri della rete (99).

Riuscire a far convergere tutte le risorse umane e finanziarie in programmi di cooperazione internazionale può voler significare un'ottimizzazione delle energie e una possibilità in più di ottenere dei risultati. Crediamo fermamente che soltanto attraverso la condivisione, il confronto e lo scambio di esperienze è, infatti, possibile affrontare in maniera propositiva le problematiche di ricerca e di valorizzazione legate alle attività minerarie.

Note

1. FRANCOVICH 1991. FRANCOVICH, WICKHAM 1994.
2. Per gli aspetti metodologici finalizzati allo studio delle attività minerarie dal punto di vista archeologico vedi anche utilmente BAILLY-MAITRE 1990; 1993; 1995.
3. ZIFFERERO 1991.
4. FARINELLI, FRANCOVICH 1994, pp. 453-463. FARINELLI, FRANCOVICH 1999. DALLAI FARINELLI 1998, p. 66-68. Vedere anche FRANCOVICH 1993.
5. BIRINGUCCIO 1540, libro primo.
6. BAILLY-MAITRE 1993, pp. 359 e 360 fig. 3.
7. BAILLY-MAITRE 1993, pp. 362 e p. 363 fig. 7. BUZIO, CASINI, PADOVAN in questo volume.
8. HAELY 1993, p. 92.
9. CUCINI TIZZONI, TIZZONI 1999, pp. 31-32.
10. BAILLY-MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994, p. 71.
11. per la 'VIII Sfera' TIZZONI 1993a, p. 233. Per Massa Marittima vedere BADII 1931.
12. BIRINGUCCIO 1540. AGRICOLA 1550.
13. CASI 1996.
14. PIERRE 1993, pp. 414-416.
15. DOMERGUE 1990, p. 433-439.
16. BAILLY-MAITRE 1993, p. 364 fig.8. PIERRE 1993, p. 415 figg. 1 e 2. TASSER, SCANTAMBURLO 1991, pp. 36.
17. CUCINI TIZZONI, TIZZONI 1999, p.33-37.
18. DOMERGUE 1990, pl. XVI a.
19. CASINI 1993, p. 310.
20. TIZZONI 1993a, p. 414, fig. 18.
21. BAILLY-MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994, p.66 fig. 38.
22. DOMERGUE 1990, pl. XV b. CIMA 1991, p.77, fig. 6.7. DOMERGUE 1993, p. 337 fig.2.
23. DI LERNIA, GALIBERTI 1993, pp. 41-45.
24. DOMERGUE 1990, pl. XIV a, pl. XV a. CAMPANA, MAGGI, GALE, HOUGHTON 1996, p.19, fig. 2. GIARDINO 1998, p. 45 fig. 2. DEL LUCCHESI, MAGGI 1998, pp. 138-139.
25. AGRICOLA 1550 p. 80. DOMERGUE 1990, pl. XIII a. BAILLY-MAITRE 1993, p. 367 fig. 11. BAILLY-MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994, pp. 62-65.
26. BAILLY-MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994, p. 67.
27. PIERRE 1993, p. 415.
28. GERBELLA 1947, pp. 385-455.
29. PIERRE 1993, pp. 418-420.
30. PIERRE 1993, p. 418.
31. GERBELLA 1947, p. 346.
32. BAILLY-MAITRE 1993 p. 440. BAILLY-MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994, pp. 72-73.
33. CIMA 1991, p.73 fig.6.3.
34. DOMERGUE 1990, pl. XX a.
35. VATTI 1983, p. 93.
36. 53. BUZIO, CASINI, PADOVAN, in questo volume.
37. BAILLY-MAITRE 1993, p. 442 fig.14. BAILLY-MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994, p.72 fig. 46.
38. FLUCK, BENOIT 1993, pp.387-389.
39. BIRINGUCCIO 1540, libro primo.
40. AGRICOLA 1550 pp.111-116 e p. 126.
41. FLUCK, BENOIT 1993, p. 380 fig. 2.
42. CUCINI TIZZONI, TIZZONI 1999, pp. 30-31.
43. 'in istius generis machinis magna varietas existis' AGRICOLA 1550, p. 117. Per le tipologie vedere AGRICOLA 1550, pp. 118-120.
44. DI LERNIA, GALIBERTI 1993, pp. 38-40 e fig. 18.
45. MINTO 1954, p.304 fig. 9.
46. AGRICOLA 1550, p.171.
47. TIZZONI 1993a, p.239.
48. BADII 1931.
49. BAILLY-MAITRE BRUNO DUPRAZ 1994, p.71. CUCINI TIZZONI, TIZZONI 1999, p.31
50. CASONE, CASINI 1997.
51. CIMA 1991, p.86. AGRICOLA 1550, p.74.
52. BAILLY-MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994, pp. 73-74.
53. CUCINI TIZZONI, TIZZONI 1999, pp. 33-37.
54. DOMERGUE 1993, p.344 fig. 8. CIMA 1991, p. 76 fig. 6.6. HAELY 1993.
55. DOMERGUE 1989.
56. DOMERGUE 1993, pp. 342-343 figg. 6-7. HAELY 1993, p.110.
57. SANCHEZ PALENCIA 1989, p.35.
58. SANCHEZ PALENCIA 1989. DOMERGUE 1993, p.349 fig.13.
59. CUCINI TIZZONI, TIZZONI 1999, p.33-35.
60. CAROBBI, RODOLICO 1976. TANELLI 1992; 1993a; 1993b.
61. BARBERI, INNOCENTI MAZZUOLI, 1967.
62. FEDELI 1995; 1997.
63. FEDELI 1994-1995.
64. CASINI 1993, San Silvestro 1997, pp.16-25.
65. ROMUALDI, SETTESOLDI, PACCIANI 1994-1995.
66. FRANCOVICH, WICKHAM 1994.
67. La documentazione è conservata presso l'Archivio Storico di Firenze (Mediceo e Miniere), ed è in corso di studio ad opera di Roberto Farinelli.
68. CASONE 1991; 1993; 1994; 1997.
69. TIZZONI 1993a. GIARDINO 1998. CIMA 1991.
70. BAILLY-MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994. ANCEL 1994.
71. CASONE, CASINI 1997.
72. Sono state documentate analoghe strutture in una coltivazione mineraria in Svizzera; vedere utilmente MORIN 1999, pp.72-74.
73. CASONE, CASINI 1997; 1998.
74. CASINI, FRANCOVICH 1992.
75. PIERRE, 1993, p. 415 fig. 1.
76. CASONE, CASINI 1999.
77. CASONE, CASINI 1999.
78. CASONE, CASINI 1999.
79. CASONE, CASINI 1997.
80. CASONE 1998.
82. CAMBI, TERRENATO 1994, pp.106-107.
83. Per il Carbonio 14 vedi TIZZONI 1993a. CUCINI TIZZONI, CUCINI 1999. Per la dendrocronologia vedi BAILLY MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994.
84. ANCEL 1994. BAILLY MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994. CASINI, FRANCOVICH 1992. CUCINI TIZZONI, TIZZONI 1999.



85. FRANCOVICH 1991. FRANCOVICH, WICKHAM 1994.
86. BOSCARDIN, DE MICHELE, SCAINI 1978.
87. SPELEO CLUB "I PROTEI" 1979.
88. PADOVAN, PANDULLO 1987-1988.
89. BANTI, TONALI 1993.
90. GUERRA, TIZZONI, ZARO 1994.
91. TIZZONI 1990; 1993a; 1993b.
92. TIZZONI 1995.
93. CUCINI TIZZONI, TIZZONI 1999.
94. PREITE 1990.
95. FRANCOVICH, BUCHANAN 1994.
96. ZUCCONI 1999, p.128.
97. San Silvestro 1997.
98. ZUCCONI 1999.
99. MINET 1999.

Bibliografia

AGRICOLA 1550 =
G. Agricola, *De Re Metallica Libri XII*, Basilea 1550, Ristampa Anastatica, Milano 1977.

ANCEL 1994 =
B. Ancel, *Les Mines d'argent des Gorges du Fournel*, Briançon 1994.

BARBERI, INNOCENTI, MAZZUOLI 1967 =
F. Barberi, F. Innocenti, R. Mazzuoli, *Contributo alla conoscenza chimico-petrografica e magmatologica delle rocce intrusive, vulcaniche e filoniane del Campigliese (Toscana)*, Memorie Società Geologica Italiana 6 (4), 1967, pp. 643 - 681.

BADII 1931 =
G. Badii, *Le antiche miniere del Massetano (Massa Metallorum)*, Studi Etruschi V, Firenze 1931, pp. 455 - 473.

BAILLY-MAITRE 1990 =
M.C. Bailly-Maitre, *Les techniques extractives au Moyen-Age et au début des temps modernes*, in *La vida medieval a les dues vessantes del Pirineu*, Actes del 1r i 2r curs d'Arqueologia d'Andorra, Andorra 1988 e 1989, Andorra 1990, pp. 99 - 120.

BAILLY-MAITRE 1993 =
M.C. Bailly Maitre, *Les mines médiévales et modernes. Aspect techniques*, in R. Francovich (a cura di), *Archeologia delle attività estrattive e metallurgiche*, V ciclo di lezioni sulla Ricerca Applicata in Archeologia, Firenze 1993, pp. 335 - 379.

BAILLY-MAITRE 1995 =
M.C. Bailly-Maitre, *Archeologie miniere: méthodes et résultats à partir de l'exemple du district minier de Saint-Laurent-le-Minier (Gard) (XIIè-XVè s.)*, in *La vida medieval als dos vessants del Pirineu*, Actes del 3r curs d'arqueologia d'Andorra, Andorra 1991, Andorra 1995, pp. 231 - 245.

BAILLY-MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994 =
M.C. Bailly-Maitre, J. Bruno Dupraz, *Brandes en Oisan. La mine d'argent des Dauphins (XII-XIV s.)*, Isère, Lyon 1994.

BANTI, TONALI 1993 =
R. Banti, F. Tonali, *Antro delle Gallerie : nuove ricerche (2001 Odissea nello spazio)*, in *Atti del XVI Congresso Nazionale di Speleologia*, Le Grotte d'Italia 4° serie XV, 1990-1991, Udine 1993, pp.16 - 172.

BIRINGUCCIO 1540 =
V. Biringuccio, *De la Pirotechnia Libri X*, Venezia 1540, Ristampa Anastatica, Milano 1977.

BOSCARDIN, DE MICHELE, SCAINI 1978 =
M. Boscardin, V. De Michele, G. Scaini, *Itinerari mineralogici della Lombardia*, Como 1978.

BUZIO, CASINI, PADOVAN (in questo volume)
A. Buzio, A. Casini, G. Padovan, *Attività estrattive nelle Grigne. Alcune note riguardo la Grotta del Pallone e la Grotta Ferrera*.

CAMBI, TERRENATO 1994
F. Cambi, N. Terrenato, *Introduzione all'archeologia dei paesaggi*, Roma 1994.

CAMPANA, MAGGI, GALE, HOUGHTON 1996 =
N. Campana, R. Maggi, Z.S. Gale, J. Houghton, *Miniere e metallurgia in Liguria fra IV millennio e IV secolo a.C.*, in F. Piola Caselli, P. Piana Agostinetti (a cura di), *La Miniera l'Uomo e l'Ambiente. Fonti e metodi a confronto per la storia delle attività minerarie e metallurgiche in Italia*, Convegno di Studi, Cassino 1994, Firenze 1996, pp. 15 - 52.

CAROBBI, RODOLICO 1976 =
G. Carobbi, F. Rodolico, *I minerali della Toscana*, Firenze 1976.

CASCONI 1991 =
G. Cascone, *Eplorando nella macchia mediterranea*, Rivista Federazione Speleologica Toscana 4, Firenze 1991, pp. 27 - 31.

CASCONI 1993 =
G. Cascone, *La zona speleologica del massiccio del Monte Calvi (Livorno). Primo contributo alla sua conoscenza*, in R. Mazzanti (a cura di), *La scienza della terra nell'area della Provincia di Livorno a sud del fiume Cecina*, Supplemento n.2 ai Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, 13, Livorno 1993, pp. 183 - 212.

CASCONI 1994 =
G. Cascone, *Ricerche speleologiche nei Monti di Campiglia M.ma (Livorno): peculiarità e problematiche di quest'area carsica*, in *Atti 6° Congresso Federazione Speleologica Toscana*, Stazzema (LU) Lucca 1994, pp. 97 - 137.

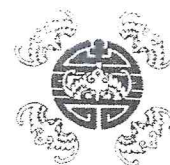
CASCONI 1997 =
G. Cascone, *La Buca del Biserno*, Rivista Federazione Speleologica Toscana 15, Pisa 1997, pp. 29 - 33.

CASCONI 1998 =
G. Cascone, *Il carsismo nell'area sudorientale della Provincia di Livorno*, Relazione inedita per Borsa di Studio 1997-1998 della Parchi Val di Cornia S.p.A. - Coordinatori A. Casini e M. Mellini.

CASCONI, CASINI 1997 =
G. Cascone, A. Casini, *Le miniere antiche dei M.ti di Campiglia M.ma (Campiglia Marittima, LI)*, in *Atti del IV Convegno Nazionale sulle Cavità Artificiali*, Osoppo (UD), Trieste 1997, pp. 29 - 50.

CASCONI, CASINI 1998 =
G. Cascone, A. Casini, *Pre-industrial Mining Techniques in the Mountains of Campiglia M.ma (LI)*, in S. Milliken, M. Vidale, *Craft Specialization: Operational Sequences and Beyond, Papers from Third Annual Meeting European Association of Archeologists*, Ravenna, Vol. IV, BAR International Series 720, 1998, pp. 149-151.

CASCONI CASINI 1999 =
G. Cascone, A. Casini, *Alla scoperta del sottosuolo dei Monti di Campiglia Marittima (LI)*, Rivista Federazione Speleologica Toscana 19, Pisa 1999, inserto pp. I - XX.



CASI 1996 =

F. Casi (a cura di), *Antica strumentaria in Miniera. I rilievi topografici nel sottosuolo*, Pesaro 1996.

CASINI 1993 =

A. Casini, *Archeologia di un territorio minerario: i Monti di Campiglia*, in R. Mazzanti (a cura di), *La scienza della terra nell'area della Provincia di Livorno a sud del fiume Cecina*, Supplemento n.2 ai Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, 13, Livorno 1993, pp. 303 - 314.

CASINI, FRANCOVICH 1992 =

A. Casini, R. Francovich, *Problemi di archeologia mineraria nella Toscana medievale: il caso di Rocca San Silvestro (LI)*, in *Les Techniques Minières de l'Antiquité au XVIII^e Siècle*, Editions du CTHS, Paris 1992, pp. 249 - 265.

CIMA 1991 =

M. Cima, *Archeologia del Ferro*, Torino 1991.

CUCINI TIZZONI, TIZZONI 1999 =

C. Cucini Tizzoni, M. Tizzoni (a cura di), *La Miniera Perduta. Cinque anni di ricerche metallurgiche nel territorio di Bienno*, Bienno (Bs) 1999.

DALLAI, FARINELLI 1998

L. Dallai, R. Farinelli, *Castel di Pietra e l'alta Valle del Bruna. Indagini storiche e topografiche per la redazione di una carta archeologica*, *Archeologia Medievale* XXV, Firenze 1998, pp. 49-74.

DEL LUCCHESI, MAGGI 1998 =

A. Del Lucchese, R. Maggi (a cura di), *Dal Diaspro al Bronzo - L'Età del Rame e l'Età del Bronzo in Liguria*, La Spezia 1998.

DI LERNIA, GALIBERTI 1993 =

S. Di Lernia, A. Galiberti, *Archeologia mineraria della selce nella preistoria. Definizioni, potenzialità e prospettive della ricerca*, Firenze 1993.

DOMERGUE 1989 =

C. Domergue, *Les techniques minières antiques et le De Re Metallica d'Agricola*, C. Domergue (a cura di), *Mineria y metallurgia en las antiguas civilizaciones mediterraneas y europeas*, Coloquio Internacional Asociado 1985, Madrid 1989, pp. 76-95.

DOMERGUE 1990 =

C. Domergue, *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'antiquité romaine*, Rome 1990.

DOMERGUE 1993 =

C. Domergue, *Regard sur les techniques minières à l'époque romaine*, in R. Francovich (a cura di), *Archeologia delle attività estrattive e metallurgiche*, V ciclo di lezioni sulla Ricerca Applicata in Archeologia, Firenze 1993, pp. 329-353.

FARINELLI, FRANCOVICH 1994 =

R. Farinelli, R. Francovich, *Potere ed attività minerarie nella Toscana altomedievale*, in R. Francovich, G. Noyé, *La Storia dell'Alto Medioevo italiano (VI-X secolo) alla luce dell'archeologia*, Convegno Internazionale, Siena, 2-6 dicembre 1992, Firenze 1994, pp. 443-465.

FARINELLI, FRANCOVICH 1999 =

R. Farinelli, R. Francovich, *Paesaggi minerari della Toscana Medievale: castelli e metalli*, *Castrum* 5, Roma 1999, pp. 467 - 488.

FEDELI 1994-1995 =

F. Fedeli, *Ricerche pre-protostoriche nel territorio di San Carlo (San Vincenzo-LI). I materiali del Vallin del Mandorlo*, *Rassegna di Archeologia* 12, Firenze 1994-1995, pp. 149 - 234.

FEDELI 1995 =

F. Fedeli, *Scavo di un insediamento eneolitico nel Distretto Minerario del Campigliese (LI)*, in N. Negroni Catacchio (a cura di), *Preistoria e Protostoria in Etruria. Tipologia delle necropoli e rituali di deposizione. Ricerche e scavi*, Atti del Secondo Incontro di Studi, Milano 1995, pp. 73 - 80.

FEDELI 1997 =

F. Fedeli, A. 23 Vallin del Mandorlo, in A. Zanini (a cura di), *Dal Bronzo al Ferro. Il II millennio a.C. nella Toscana centro-occidentale*, Pisa 1997, pp. 116 - 177.

FLUCK, BENOIT 1993 =

P. Fluck, P. Benoit, *Les techniques minières à l'époque moderne (De la Renaissance au XVIII^e siècle). Approche par l'archéologie*, in R. Francovich (a cura di), *Archeologia delle attività estrattive e metallurgiche*, V ciclo di lezioni sulla Ricerca Applicata in Archeologia, Firenze 1993, pp. 38 - 411.

FRANCOVICH 1991 =

R. Francovich, *Rocca San Silvestro*, Roma 1991.

FRANCOVICH 1993 =

R. Francovich, *L'industria estrattiva dall'antichità ad oggi*, in F. Giusti (a cura di), *La storia naturale della Toscana meridionale*, Milano 1993, pp. 559 - 568.

FRANCOVICH, BUCHANAN 1994 =

R. Francovich, J. Buchanan, *Il progetto del parco archeominerario di Rocca San Silvestro (Campiglia Marittima)*, in B. Amendola (a cura di), *I siti archeologici un problema di musealizzazione all'aperto*, Secondo Seminario di Studi, Roma 1994, pp. 176 - 195.

FRANCOVICH, WICKHAM 1994 =

R. Francovich, C. Wickham, *Uno scavo archeologico ed il problema dello sviluppo della signoria territoriale: Rocca San Silvestro e i rapporti di produzione minerari*, *Archeologia Medievale* XXI, Firenze 1994, pp. 7 - 30.

GERBELLA 1947 =

L. Gerbella, *Arte Mineraria*, Volume Primo, Milano 1947.

GIARDINO 1998 =

C. Giardino, *I metalli nel mondo antico. Introduzione all'archeometallurgia*, Roma-Bari 1998.

GUERRA, TIZZONI, ZARO 1994 =

R. Guerra, M. Tizzoni, G. Zaro, *Miniere e latine. Realtà di una storia mineraria lombarda*, Milano 1994.

HEALY 1993 =

J. F. Healy, *Miniere e metallurgia nel mondo greco e romano*, Roma 1993 (trad. italiana di J.F. Healy, *Mining and Metallurgy in the Greek and Roman World*, London 1978).

MINET 1999 =

Minet, *Mine Heritage and Tourism a 'Hidden Resources'*, Conference November 3-6th 1999, Nenagh Ireland.

MINTO 1954 =

A. Minto, *L'antica industria mineraria in Etruria ed il porto di Populonia*, *Studi Etruschi* XXIII, Firenze 1954, pp. 291 - 319.



MORIN 1999 =

D. Morin, *Système d'extraction et boisage dans les mines de fer du Valle Morobbia (Carena - Suisse) XV-XIXe siècle*, Minaria Helvetica 19b, Basel 1999, pp. 63 - 84.

PADOVAN, PANDULLO 1987-1988 =

G. Padovan, P. Pandullo, *L'Antro delle Gallerie*, Archeologia Uomo Territorio 6-7, Milano 1987-1988, pp. 208 - 215.

PIERRE 1993 =

F. Pierre, *Etude de l'apparition de la poudre noire dans l'évolution des techniques minières de percement*, in R. Francovich, (a cura di), *Archeologia delle attività estrattive e metallurgiche*, V ciclo di lezioni sulla Ricerca Applicata in Archeologia, Firenze 1993, pp. 413 - 423.

PREITE 1990 =

M. Preite, *I Parchi/Museo minerari in Europa*, Dossier di Urbanistica e cultura del territorio, 12, Rimini 1990, pp. 19 - 23.

ROMUALDI, SETTESOLDI, PACCIANI 1994-1995 =

A. Romualdi, R. Settesoldi, E. Pacciani, *La necropoli orientalizzante del podere San Dazio nel distretto minerario di Populonia*, Rassegna di Archeologia 12, Firenze 1994 -1995, pp. 271 - 312.

San Silvestro 1997

San Silvestro, *Guida al Parco archeominerario*, Pisa 1997.

SANCHEZ PALENCIA 1989 =

F. J. Sanchez Palencia, *Explotación del oro en la Hispania Romana: sus inicios y precedentes*, C. Domergue (a cura di), *Mineria y metallurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas*, Coloquio Internacional Asociado 1985, Madrid 1989, pp. 35 - 53.

SPELEO CLUB "I PROTEI" 1979 =

Speleo Club "I Protei", *Ricerche sugli aspetti del fenomeno carsico profondo nel Gruppo delle Grigne (Lombardia): VI - Il carsismo nelle zone marginali (Lecco, Ballabio, Abbadia Lariana, Mandello e Olcio)*, in *Atti del IX Convegno di Speleologia Lombarda*, Lecco 1979, pp. 29 - 40.

TANELLI 1992 =

G. Tanelli (a cura di), *Mineralizzazioni ed aree geotermiche della Toscana meridionale*, in *Convegno annuale SIMP-76° Riunione estiva Società Geologica Italiana*, Firenze 1992.

TANELLI 1993a =

G. Tanelli, *I minerali e la geologia del Campigliese. Un contri-*

buto alla cultura dell'ambiente ed alla gestione del territorio, in *Atti e Memorie dell'Accademia La Colombaria* 58, Firenze 1993, pp. 5 - 46.

TANELLI 1993b =

G. Tanelli, *I minerali e le miniere del Campigliese*, in R. Mazzanti (a cura di), *La scienza della terra nell'area della Provincia di Livorno a sud del fiume Cecina*, Supplemento n.2 ai Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, 13, Livorno 1993, pp. 165 - 182.

TASSER, SCANTAMBURLO 1991 =

R. Tasser, N. Scantamburlo, *Das Kupferbergwerk von Prettau*, Bozen 1991.

TIZZONI 1990 =

M. Tizzoni, *Mining and smelting in medieval Lombardy*, Papers of the Fourth Conference of Italian Archaeology, 4, London 1990, pp. 231 - 234.

TIZZONI 1993a =

M. Tizzoni, *Le attività minerarie, in Milano e la Lombardia in età comunale, secoli XI-XIII*, Milano, 1993, pp. 229 - 242.

TIZZONI 1993b =

M. Tizzoni, *A proposito della "vena del rame e dello argento" di Leonardo da Vinci*, Rassegna Vinciana, n. 25, 1993, pp. 311 - 329.

TIZZONI 1995 =

M. Tizzoni, *Il comprensorio minerario e metallurgico valsassinese*, Materiali. Monografie Periodiche dei Musei Civici di Lecco, anni IX-X, Lecco 1995.

VATTI 1983 =

G. Vatti, *Montieri. Notizie Storiche*, Firenze 1983.

ZIFFERERO 1991 =

A. Zifferero, *L'Etruria meridionale: per una lettura critica di alcuni dati archeologici e minerari*, Studi Etruschi LVII, Firenze 1991, pp. 201-241.

ZUCCONI 1999 =

M. Zucconi, *I Parchi della Val di Cornia: un progetto innovativo di valorizzazione dei beni culturali ed ambientali per la riconversione economica del territorio*, in A. Misiani (a cura di), *Nuove forme di autonomia gestionale per i beni ed i servizi culturali*, Quaderni di Federculture, 2, Roma 1999, pp. 123 - 128.