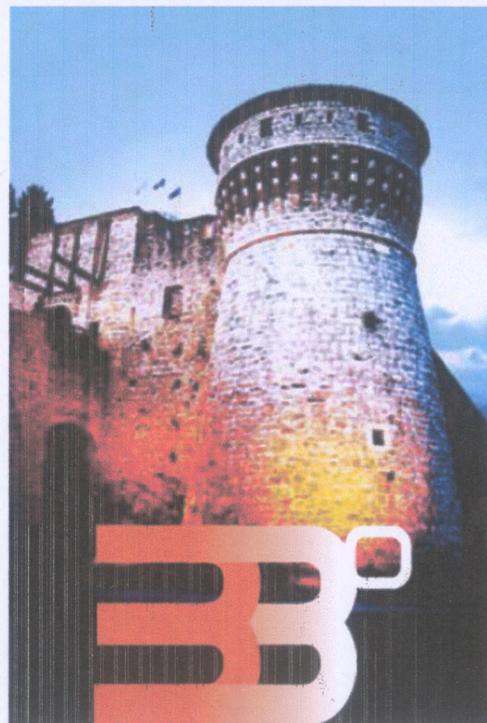




ASSOCIAZIONE ITALIANA DI METALLURGIA

SESSIONI

- CARATTERIZZAZIONE
- TRATTAMENTI TERMICI
- PROGETTAZIONE INDUSTRIALE,
COSTRUZIONE MACCHINE E METALLURGIA
- METALLI LEGGERI
- METALLI NON FERROSI
- CORROSIONE
- MATERIALI PER L'ENERGIA
- GOVERNANCE E SISTEMI
DI GESTIONE INDUSTRIALE
- AMBIENTE E SICUREZZA
- ACCIAIERIA - IMPIANTI
- ACCIAIERIA - PROCESSI
- TRIBOLOGIA
- RIVESTIMENTI
- RIVESTIMENTI E INGEGNERIA
DELLE SUPERFICI
- SALDATURA
- METALLURGIA FISICA
- MODELLAZIONE E SIMULAZIONE
- METALLI ULTRAFINI E AMORFI
- METALLURGIA DELLE POLVERI
- PRESSOCOLATA
- LAVORAZIONI PLASTICHE
- REFRATTARI E CERAMICI AVANZATI
- STORIA DELLA METALLURGIA
- LEGHE A MEMORIA DI FORMA
- POSTER



10 - 11 - 12
novembre
2010

Università degli Studi di Brescia
Dipartimento di Ingegneria Meccanica
e Industriale

Organizzato da:



Associazione Italiana di Metallurgia

In collaborazione con



Facoltà di Ingegneria
dell'Università degli Studi di Brescia

convegno
nazionale
aim

Copyright

Presentazione

Comitati

Indice

Sponsor

AIM - Associazione Italiana di Metallurgia

Piazzale Rodolfo Morandi, 2 • I - 20121 Milano Italy • Tel. +39 0276397770 • +39 0276021132 • Fax +39 0276020551 • E-mail: info.aim@aimnet.it • Website: www.aimnet.it



Venerdì 12 novembre

Aula 2

SESSIONE STORIA DELLA METALLURGIA

Presiede: Mauro Cavallini

- 11.20** **Caratterizzazione non invasiva della distribuzione di fase e degli sforzi residui in due spade antiche giapponesi del periodo di Koto**
F. Grazzi, L. Bertoli, A. Scherillo, M. Zoppi - *Consiglio Nazionale delle Ricerche, Sesto Fiorentino*
F. Civita - *Museo Stibbeert, Firenze*
A.M. Paradowska - *Science and Technology Facility Council, Chilton, Regno Unito*
- 11.40** **Diagnostica su monumenti ed elementi d'arredo metallici del cimitero monumentale di Staglieno**
V. Bongiorno, P. Piccardo, F. Sborgi - *Università di Genova*
- 12.00** **La statua in alluminio del "tempo votivo" al lido di Venezia: studio microstrutturale e identificazione dei fattori di degrado**
C. Martini, B. Ballarin, C. Chiavari - *Università di Bologna*
A. Roversi - *Artigiano Restauratore, Monterenzio*
- 12.20** **Il nummo coniato nel V secolo: caratterizzazione con tecniche metallografiche e diffrattometriche**
I. Calliari, M. Asolati, C. Canovaro - *Università di Padova*
F. Grazzi - *ISC-CNR, Sesto Fiorentino*
A. Scherillo - *STFC-ISIS Facility, Didcot, Regno Unito*
- 12.40** **Miniere e siderurgia medioevali a Usseglio (Torino): giacimenti, strutture, cultura materiale, documenti**
M. Rossi, A. Gattiglia - *Antropologia Alpina, Torino*

MINIERE E SIDERURGIA MEDIOEVALI A USSEGLIO (TORINO): GIACIMENTI, STRUTTURE, CULTURA MATERIALE, DOCUMENTI

di Maurizio Rossi & Anna Gattiglia
Antropologia Alpina, Torino

e

Museo Civico Alpino «Arnaldo Tazzetti», Usseglio (Torino)

Sommario. Le ricerche in corso a Usseglio (Torino), nel complesso minerario di Punta Corna (area protetta), hanno evidenziato su basi storico-archeologiche che le grandi escavazioni a cielo aperto del «Taglio del Ferro», le escavazioni sotterranee distribuite sui pendii circostanti e le strutture murarie a esse associate sono riferibili al medioevo e in particolare al periodo compreso tra la metà del XIII e l'inizio del XV secolo. Il minerale abbattuto manualmente (cunei in acciaio) sotto forma di prodotti limonitici (alterazione della siderite), a quote comprese tra 2250 e 2750 m, era trattato a Forno di Lemie (alto forno). Da qui, i semilavorati ferrosi giungevano, attraverso la bassa valle di Susa e Avigliana, sino a Torino, per essere utilizzati fra l'altro nella ricostruzione (1318) del castello di Filippo I di Savoia-Acaia (odierno Palazzo Madama).

MINIERE A USSEGLIO

Il territorio di Usseglio (alta valle di Viù, provincia di Torino, fig. 1) è ricco di testimonianze di attività minerarie svoltesi nei secoli passati.



Fig. 1. Situazione geografica di Usseglio.

Nel 2001 gli scriventi hanno avviato, con il sostegno economico del Comune di Usseglio, un programma pluriennale di inventario, studio, tutela e valorizzazione storico-ambientale delle testimonianze archeominerarie esistenti sul territorio comunale, a cui partecipano oggi diversi studiosi, afferenti al Museo Civico Alpino «Arnaldo Tazzetti» di Usseglio e ad altri istituti di ricerca, tra cui in particolare il Dipartimento di Scienze Mineralogiche e Petrologiche dell'Università di Torino (Prof. Daniele Castelli e Prof. Piergiorgio Rossetti). Una prima raccolta di studi, in coedizione tra il Museo Civico Alpino, il Dipartimento di Scienze Mineralogiche e Petrologiche e la Biblioteca Nazionale Universitaria di Torino, è attualmente in stampa¹.

Le ricerche, condotte parallelamente sul terreno, in laboratorio e negli archivi storici, hanno rivelato che:

- i lavori estrattivi hanno dimensioni notevolmente più ampie di quanto si ritenesse in precedenza;
- i minerali ricercati e sfruttati non sono solo quelli di ferro e cobalto (ai quali ultimi Usseglio deve gran parte della propria notorietà mineraria), ma anche quelli di rame e argento²;
- la durata degli sfruttamenti copre nell'insieme circa 700 anni a partire dal XIII secolo e l'entità dei lavori arcaici (XIII-XV secolo), rivolti al ferro e all'argento, è pari, se non superiore, a quella dei lavori moderni (XVIII-XIX secolo), rivolti in prevalenza al cobalto e secondariamente al rame e all'argento.

¹ M. ROSSI, A. GATTIGLIA, 2010b.

² A. GATTIGLIA, 2007a (con rimandi bibliografici); 2007b.

I GIACIMENTI

Le zone estrattive sono sostanzialmente due: quella del Toumlét, sul versante destro della valle, e quella del complesso minerario di Punta Corna, sul versante sinistro. La prima pare al momento di dimensioni ridotte, con lavori settecenteschi rivolti alla calcopirite; di essa non si tratta in questa sede. La seconda si estende invece su circa 10 km², con lavori di varie epoche rivolti a minerali di tutti quattro gli elementi sopra elencati. L'importanza e la delicatezza delle mineralizzazioni e delle testimonianze archeominerarie presenti hanno indotto il Comune di Usseglio a istituire un'area protetta comprendente l'intero complesso di Punta Corna, all'interno del quale la raccolta di minerali, anche a scopo collezionistico, è del tutto vietata.

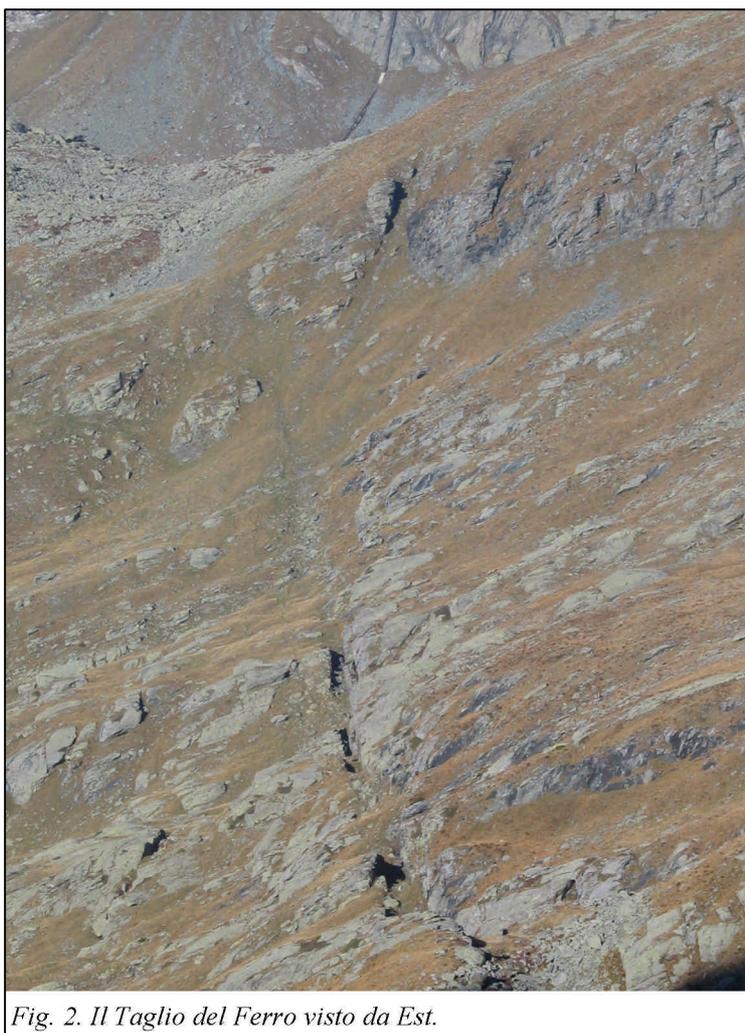


Fig. 2. Il Taglio del Ferro visto da Est.

I filoni mineralizzati del complesso di Punta Corna e le tracce del loro sfruttamento si distribuiscono nella parte superiore del vallone di Arnàs, tra 2250 e 2850 m di altitudine, in un'ampia fascia di territorio compresa tra il lago della Rossa a Ovest, lo spartiacque con la val d'Ala (al di là del quale i filoni proseguono nel Comune di Balme) a Nord e il gruppo dell'Ovarda a Est³.

L'area oggetto di indagine è stata suddivisa in settori, denominati, da Ovest a Est, Lucellina (L), Terre Rosse (R), Taglio del Ferro (T, fig. 2), Sant'Andrea (A), Punta Corna (C), Servin (S), Ovarda (O).

Allo stato attuale delle ricerche, i minerali che risultano essere stati effettivamente sfruttati nelle vene idrotermali del complesso di Punta Corna sono⁴:

- siderite (carbonato di ferro), soprattutto laddove alterata in prodotti limonitici e concrezioni di goethite (ossidi e idrossidi di ferro) con minori quantità di ankerite (carbonato misto);
- skutterudite, sovente avvolta da rammelsbergite e safflorite (arseniuri di cobalto-ferro-nichel);

– solfuri misti di rame e argento della famiglia della tetraedrite, presenti sotto forma di concentrazioni locali.

Il più antico documento storico che alluda alle miniere metallifere di Usseglio, pur senza precisarne natura e localizzazione, è del 1316 (cf. *infra*). Risalgono al 1333-1335 le prime notizie sulla miniera di argento di *Moacolio/Acorio*⁵. Le prime menzioni esplicite dei giacimenti ferriferi del vallone di

³ G. RE FIORENTIN, 2010.

⁴ Dati desunti da D. CASTELLI *et al.*, 2010, in stampa (per gentile concessione).

⁵ A. GATTIGLIA, 2007b, p. 30.

Arnàs sono del 1402 e 1438⁶. L'individuazione della presenza di minerali di cobalto risale a poco prima del 1753, data della prima concessione di sfruttamento che vi faccia riferimento; l'estrazione settecentesca dei minerali di cobalto porta con sé un rinnovato interesse per l'argento e una nuova attenzione per il rame⁷.

Ferro, rame e argento sono metalli strategici per eccellenza. Il cobalto era utilizzato per ottenere varie sfumature di colore azzurro in dipinti, ceramiche, vetri e stoffe; il minerale estratto a Punta Corna era sottoposto a una prima serie di trattamenti di arricchimento e depurazione in una installazione proto-industriale fondata nel 1756 in frazione Crot di Usseglio e poi esportato nel Württemberg, per essere utilizzato probabilmente nel campo dell'industria tessile⁸.

LE STRUTTURE MINERARIE

Le tracce dello sfruttamento arcaico dei minerali di ferro si concentrano per ora nei settori Lucellina, Terre Rosse e Taglio del Ferro, tra 2250 e 2750 m di altitudine. Esse consistono principalmente in un fascio di trincee a cielo aperto, associate a pozzi e gallerie inclinate, depressioni, discariche, resti di piccoli edifici e di altre strutture murarie erette per terrazzamento, ricovero, protezione degli ingressi. L'insieme ha una estensione lineare di non meno di 2 km e le trincee maggiori, tra cui quella nota sino dal XIX secolo come «Taglio del Ferro» («*Tajà-de-fer*»)⁹, sono chiaramente discernibili nelle fotografie aeree e nella cartografia in grande scala.

Sui paramenti oggi osservabili non sono presenti le cicatrici di fori da mina che divengono comuni a partire dal XVII secolo, a seguito dell'introduzione della polvere da sparo nella tecnica mineraria¹⁰. L'abbattimento avveniva mediante utensili manuali in acciaio (cunei, biette, mazzuoli, pale/raschini o zappe: cf. *infra*), operando quasi esclusivamente sul filone mineralizzato, in particolare sulla sua porzione superiore, tenera e ossidata, ed evitando con scrupolo di incidere le pareti della cassa filoniana, che infatti mostrano rare tracce di utensile.

La coltivazione si è sviluppata in due modi differenti in relazione con la topografia e la geomorfologia. Sui rilievi rocciosi (dossi esarati, pareti al di sopra delle falde di detriti), i filoni subverticali erano a giorno e la cassa filoniana è stata svuotata per l'intera larghezza (che può raggiungere una diecina di metri), partendo dalla sua sommità e spingendo i lavori sino alla massima profondità localmente raggiungibile con la tecnologia adottata (in alcuni casi una dozzina di metri).

Si sono così prodotti grandi volumi di minerale grezzo e le escavazioni hanno oggi l'aspetto di grandi trincee o cantieri di abbattimento a cielo aperto (fig. 3), ingombri dei blocchi rocciosi incontrati e aggirati dai minatori o crollati dalle pareti della cassa filoniana svuotata del minerale; alle estremità inferiori e sui fianchi delle trincee vi sono discariche di sterile, sparse su ampie superfici e solo in parte inerbite. Non è sinora stato possibile accedere al fondo delle trincee e si può solo ipotizzare che l'interruzione dello sfruttamento sia avvenuta all'incontro del minerale non alterato (siderite), più compatto e massiccio e quindi più difficilmente attaccabile con una strumentazione manuale. Laddove è possibile osservare fronti di taglio nella siderite, si tratta di lavori di età moderna o contemporanea che si avvalgono già di mine.

⁶ A. GATTIGLIA, 2010.

⁷ A. GATTIGLIA, M. ROSSI, 2010; M. ROSSI *et al.*, 2010.

⁸ C. MANCINELLI, M. GOMEZ SERITO, 1997; A. GATTIGLIA, M. ROSSI, 2010.

⁹ L. FRANCESETTI, 1823, p. 128-129, 142.

¹⁰ R. VERGANI, 2003.



Fig. 3. Trincee e cantieri di abbattimento a cielo aperto nel settore Terre Rosse.

Ai piedi dei dossi rocciosi e delle pareti più elevate, nelle aree occupate da coltri di detriti di origine glaciale e/o colluviale, i filoni sono invece sepolti e per accedervi i minatori hanno realizzato sulla loro verticale una quantità impressionante di pozzi, fosse e gallerie inclinate (fig. 4), insinuandosi al di sotto dei blocchi di maggiori dimensioni, utilizzati come protezione degli scavi sottostanti.

Pozzi, fosse e gallerie inclinate sono oggi ricolmati od ostruiti dai crolli; in alcuni casi, la presenza di depressioni tondeggianti dovute ai crolli, talora imbutiformi, dà un'idea delle dimensioni dei singoli sfruttamenti sotterranei. Nonostante il deterioramento seguito all'abbandono, parecchi

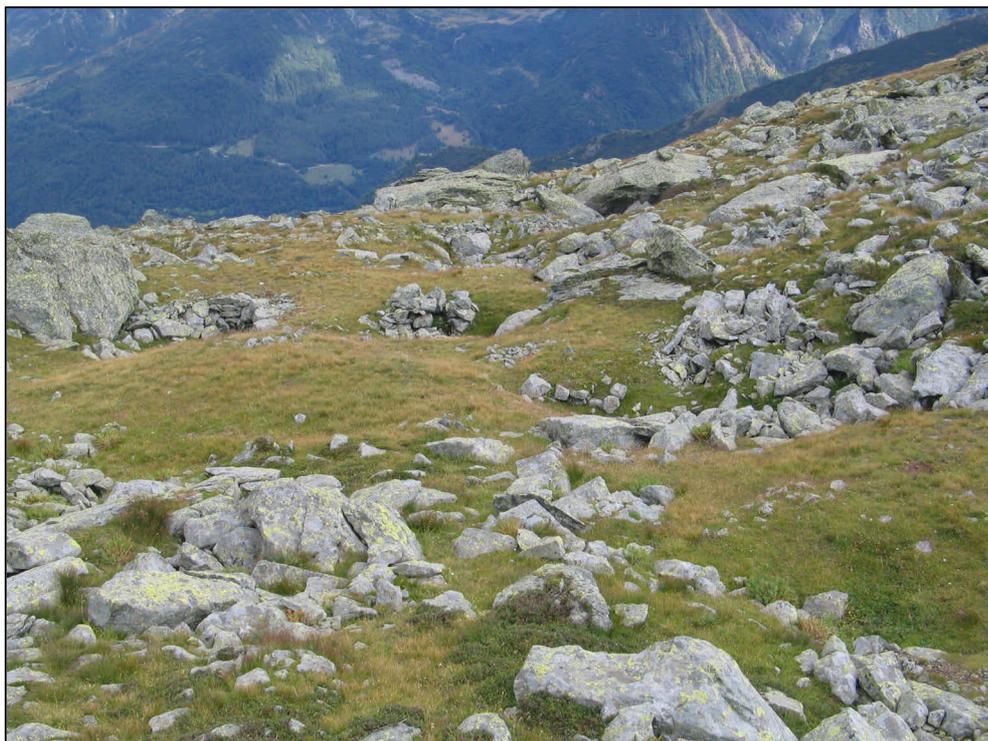


Fig. 4. Pozzi, fosse e gallerie inclinate scavate nella copertura detritica nel settore Terre Rosse.



Fig. 5. Ingresso di galleria discendente protetto da muri laterali e lastre di copertura nel settore Terre Rosse.

ingressi sono ancora abbastanza ben conservati (fig. 5), protetti da muri laterali e lastre orizzontali di copertura e talora dotati di una piccola scalinata di accesso in blocchi lapidei; la protezione degli ingressi pare avere in prevalenza la funzione di impedire l'accumulo della neve negli scavi minerari durante i mesi di inattività, così da non ritrovarli ostruiti dal ghiaccio alla ripresa dei lavori (il che oggi si verifica puntualmente nelle escavazioni la cui protezione di lastre è deteriorata).

Accanto a ogni ingresso si trovano una o più piccole discariche di sterile, a riprova dell'effettivo raggiungimento del corpo mineralizzato. In alcuni casi sono presenti i ruderi di un piccolo edificio in pietra a secco, costituito da due vani separati da un muro divisorio, con nicchie ricavate nello spessore dei muri. Sporadicamente compaiono anche muri di chiusura

di ricoveri temporanei sotto grandi massi e muri di terrazzamento costruiti poco a valle delle strutture estrattive, con la funzione di provvedere spazi pianeggianti per il primo trattamento manuale (frantumazione, cernita) e l'accantonamento del minerale grezzo o arricchito (fig. 6).

Fig. 6. Ruderi di edificio a due vani, muri di terrazzamento e discariche inerbite a fianco di una grande trincea nel settore Terre Rosse.



Strutture di questo genere si susseguono ogni pochi metri, quasi senza interruzione, lungo tutta l'estensione del fascio filoniano. Il loro inventario è in corso, ma si ritiene che si tratti nel complesso di alcune centinaia di strutture.

Nelle immediate vicinanze delle escavazioni compaiono concentrazioni più o meno abbondanti di scorie di forgia, che indicano l'esistenza di impianti per la manutenzione degli utensili minerari, installati come d'abitudine all'uscita di trincee o gallerie.

Per avere un'idea di come dovessero apparire le aree minerarie arcaiche e di quale fosse l'organizzazione dell'estrazione mineraria prima dell'adozione della polvere pirica, si rimanda al polittico dipinto da Hans Hesse nel 1522 per l'altare delle maestranze minerarie nella chiesa St. Anne ad Annaberg-Buchholz (Sachsen, Germania).

I MATERIALI MOBILI

Nel corso delle prospezioni di superficie e dei rilievi topografici compiuti per documentare le strutture minerarie, sono stati rivenuti quattro utensili manuali in acciaio di particolare interesse. Si tratta di tre cunei e del ferro di una piccola pala/raschino o zappa (fig. 7-8, tab. 1), che i lavoratori hanno perso o abbandonato nelle immediate vicinanze degli scavi, a quote comprese tra 2360 e 2720 m. I quattro utensili, facenti parte delle collezioni del Museo Civico Alpino di Usseglio, provengono rispettivamente dai settori Terre Rosse (numeri di inventario 09/08/1 e 09/08/2), Taglio del Ferro (numero di inventario 04/24/1) e Lucellina (numero di inventario 04/24/11).

04/24/1. Cuneo minerario in acciaio, in forma di prisma troncopiramidale, a sezione rettangolare, privo della punta, spezzatasi durante l'uso, lasciando una frattura nel punto più fragile dell'utensile. Piano di percussione (testa) subrettangolare, deformato dall'uso.

04/24/11. Cuneo minerario in acciaio, in forma di prisma troncopiramidale, a sezione subottagonale, ossia quadrangolare con angoli smussati. L'utensile si rastrema gradatamente per 7 cm a partire dal piano di percussione, per poi restringersi in modo più accentuato nella parte distale. Piano di percussione subottagonale, molto deformato dall'uso. La punta vera e propria ha sezione subquadrangolare.

09/08/2. Cuneo minerario in acciaio, in forma di prisma troncopiramidale, a sezione quadrata. L'utensile si rastrema gradatamente verso una punta a sezione subquadrangolare. Piano di percussione inclinato e originariamente rettangolare, molto deformato dall'uso. Estremità distale deformata e mancante di una parte esigua della punta.

	04/24/1	04/24/11	09/08/2
lunghezza	residua 7.2 cm ricostruita 10.0 cm	12.1 cm	residua 10.8 cm ricostruita 11.2 cm
piano di percussione	3.8 cm x 3.1 cm	4.5 cm x 4.0 cm	6.2 cm x 5.4 cm
lati immediatamente sotto il piano di percussione	2.4-2.8 cm	1.3-1.5 (lati maggiori) 0.8-1.1 (lati minori)	3.8-4.0 (lati maggiori) 3.7 (lati minori)
peso	residuo 285.2 g	520.0 g	residuo 830.0 g

Tab. 1. Dimensioni dei cunei in acciaio.

Il cuneo 04/24/1 è stato sottoposto a misurazione della durezza mediante durometro Rockwell con penetratore a sfera e ad analisi chimica mediante quantometro¹¹. La durezza è risultata di 80/100, mentre la composizione elementare è risultata quella di un acciaio dolce (tab. 2), con 99.2 % di Ferro, 0.52 % di Carbonio e piccole percentuali di impurità.

¹¹ Si ringrazia Domenico Bertino (Grosso Canavese) per avere gentilmente fatto effettuare le analisi per conto del Museo Civico Alpino.

Fe	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V	Al	B	Ti	Co	W	Pb	Nb
99.2	0.52	0.002	0.024	0.076	0.012	0.0000	0.067	0.004	0.064	0.002	0.006	0.001	0.003	0.013	0.008	0.009	0.0005

Tab. 2. Risultati dell'analisi chimica del cuneo in acciaio 04/24/1.

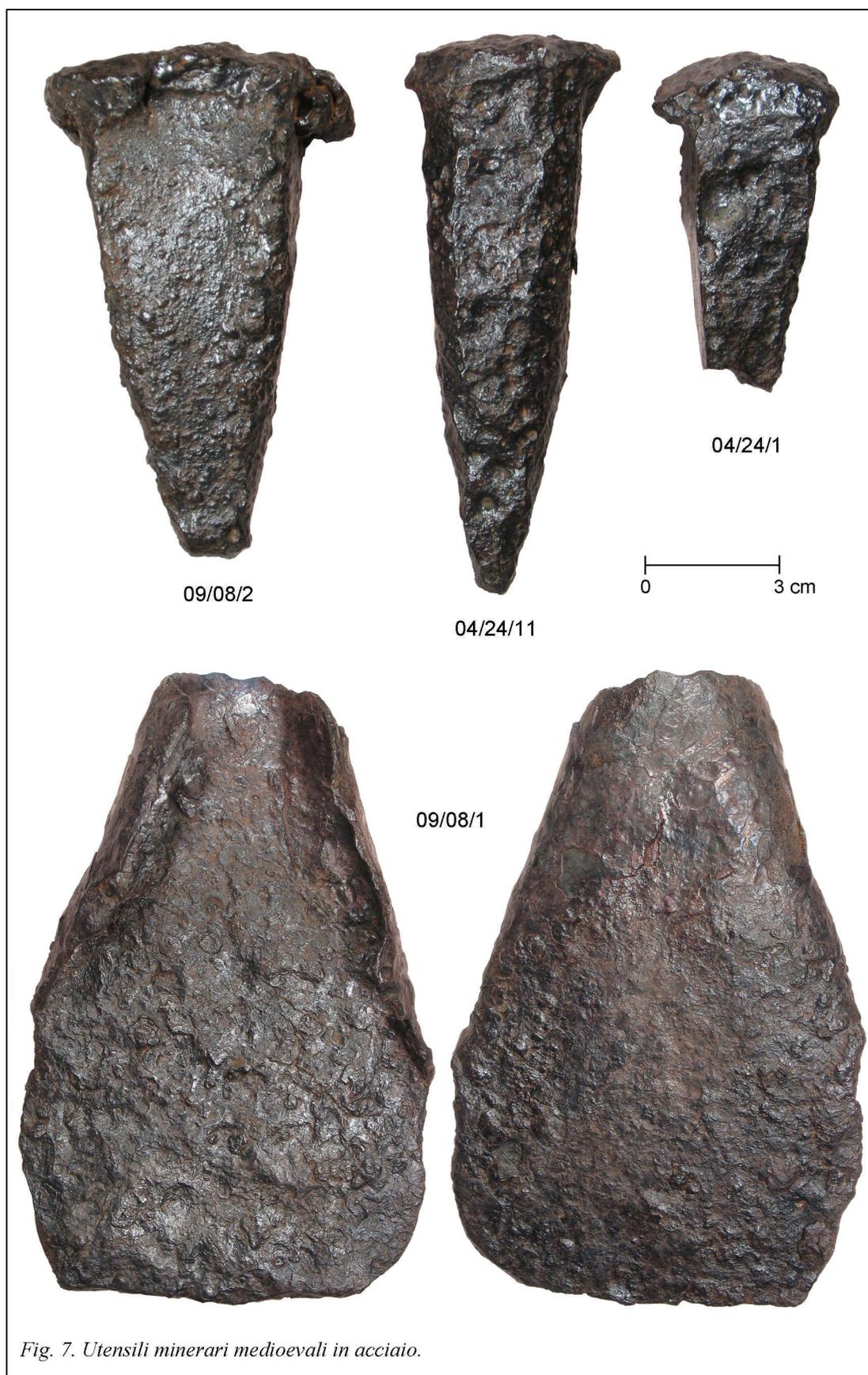


Fig. 7. Utensili minerari medioevali in acciaio.

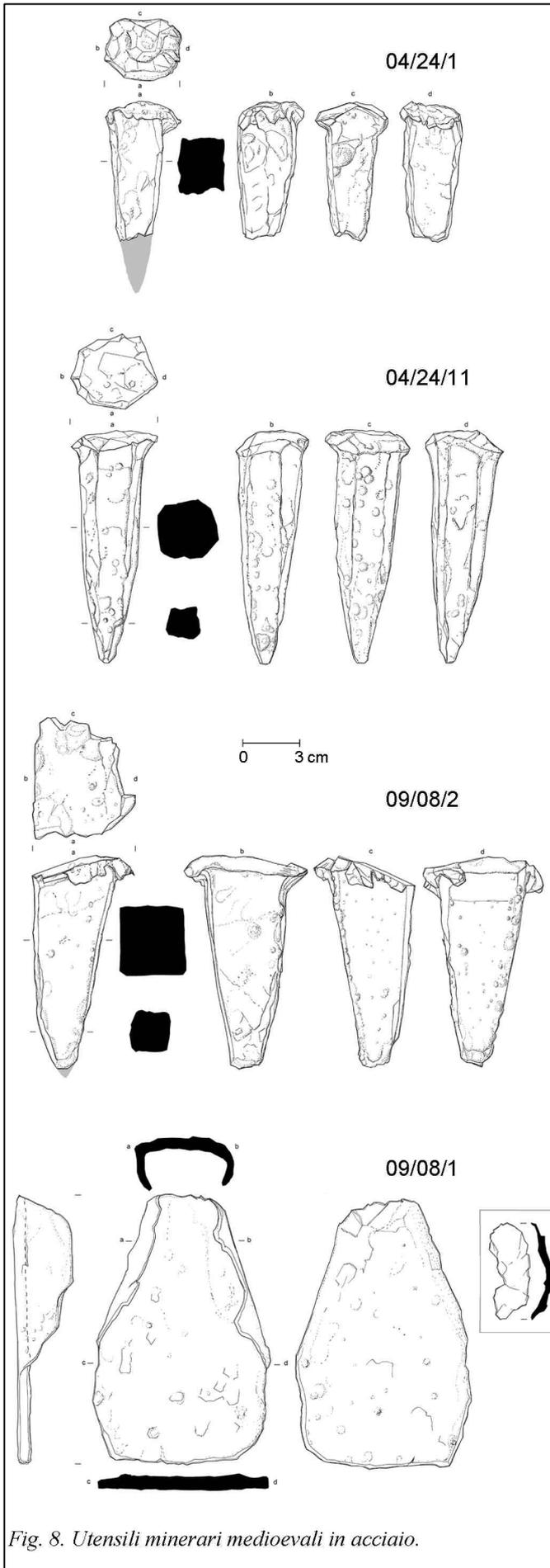


Fig. 8. Utensili minerari medioevali in acciaio.

09/08/1. Ferro di pala/raschino o zappa con immanicatura ad alette, costituito da una lama in acciaio di forma poligonale a sei lati diseguali, dotata di alette laterali per l'immanicatura ricavate ripiegando obliquamente gli spigoli prossimali. La lama ha spessore uniforme (0.75 cm), con margini laterali assottigliati (0.45 cm), e termina con un robusto tagliente rettilineo privo di bisello. Un frammento curvo, lungo 5.0 cm, largo 2.0 cm, spesso da 0.32 a 0.36 cm, doveva essere pertinente all'aletta più deteriorata.

Misure: lunghezza massima 14.0 cm, larghezza massima 8.8 cm, larghezza tagliente 6.8 cm, spessore da 0.45 a 0.75 cm; immanicatura: larghezza massima 8.8 cm, larghezza minima 3.8 cm; alette: lunghezza massima 8.6 cm, altezza massima 2.7 cm, spessore 0.3 cm; peso 330 g.

L'inquadramento storico e cronologico di questi manufatti pone seri problemi, in quanto i cunei in acciaio sono stati utilizzati dai minatori per abbattere la roccia dall'età romana sino alla piena età moderna. La relativa rarità di questi utensili fra i materiali archeologici, la persistenza delle medesime forme attraverso i secoli e, al contrario, la varietà morfologica e dimensionale nell'ambito di uno stesso sito limitano per ora le possibilità di uno studio cronotipologico, soprattutto in assenza di associazioni con materiali archeologici meglio databili.

A Usseglio, nella fascia altitudinale superiore ai 1800-2000 m, dove si svolge in ogni epoca la maggior parte dei lavori estrattivi, le tracce sicure di presenza romana sono sporadiche, mentre le tracce di presenza altomedioevale sono quasi nulle.

Al contrario, nella medesima fascia altitudinale, le testimonianze riferibili al tardo medioevo si fanno più consistenti, comprendendo in particolare:

- una serie di 25 documenti contenenti dati sulla colonizzazione dell'alta montagna ussegliense e sull'uso delle sue

risorse ambientali tra la metà del XII secolo e il 1316¹²;

- alcuni frammenti di ceramica grigia del XIII secolo e di ceramica graffita del XIV/XV secolo raccolti nelle immediate vicinanze dei lavori estrattivi, nel settore delle Terre Rosse;
- due petroglifi numerici (un «4» e un «2» o «7») in scrittura del XIII/XIV secolo¹³, realizzati l'uno alla sommità del paramento di una trincea mineraria (struttura R1-201) e l'altro su di un concio inserito in un muro di terrazzamento di un ricovero minerario (struttura R3-202), sempre nel settore delle Terre Rosse.

Questa netta prevalenza del tardo medioevo nelle tracce di frequentazione umana dell'alta montagna e della zona mineraria in particolare orienta verso tale epoca la datazione dei lavori estrattivi arcaici e degli utensili loro associati.

È noto dalla documentazione iconografica che i cunei in acciaio erano inseriti in serie nelle fessure delle rocce da abbattere (il loro numero e la distanza reciproca erano in funzione della resistenza della roccia), fermati con biette o zeppe metalliche e percossi con mazze o mazzuoli. La rappresentazione forse più eloquente di questa tecnica è costituita da un disegno acquarellato di Heinrich Groff, del 1529, relativo alla miniera Saint-Nicolas a la Croix-aux-Mines (Bas-Rhin, Francia), in cui si vedono in opera ben tredici cunei, allineati in una fessura a una distanza di circa 10 cm l'uno dall'altro¹⁴.

Altre due fonti pressoché coeve, i *De re metallica libri XII* di Agricola (a stampa, 1556) e lo *Schwazer Bergbuch* (codici manoscritti, 1554-1556), riportano i disegni degli utensili minerari, designandoli con i nomi allora in uso: nel primo caso in latino, nel secondo in tedesco.

I cunei di Usseglio risultano abbastanza simili al *ferramentum quartum* di Agricola (anche denominato *fimmel* o *fim̃el* in tedesco¹⁵) e allo *Stück* dello *Schwazer Bergbuch*, più che ai rispettivi *cunei/Keile*¹⁶, pur avendo dimensioni notevolmente minori: lunghezza da 10 a 12 cm, contro i 27 cm proposti da Agricola, spessore massimo da 1.1 cm x 1.5 cm a 3.7 cm x 4.0 cm, contro 6 cm x 8.3 cm. Essi sono d'altra parte associati a biette proporzionalmente minori rispetto alle *bracteae/Federn* di Agricola, che del resto avverte come le misure degli strumenti varino in relazione con la durezza delle rocce: «*His omnibus [...] utuntur cum venas durissimas excindunt. Atque etiam cunei, laminae, bracteae, modo majores, modo minores solent confici*»¹⁷. Occorre inoltre tenere conto della possibile evoluzione tecnologica subita da questi strumenti nei 2/3 secoli che intercorrono tra le attività estrattive di Usseglio (cf. *infra*) e la redazione dei due manuali, nonché delle peculiarità geografico-culturali legate alle caratteristiche geologiche dei giacimenti.

Gli utensili di questo tipo hanno la funzione di aprire le rocce più dure: «*doue par che la uena s'apra, e faccia alcune piccole fessure, con un di que ferramenti e scarpelli, cominciano a muover le fessure: poscia in ciascuna di quelle ficcano quattro piastre [= laminae]: e di dietro, perche quelle stiano meglio salde e piu strette [...] ui ficcano ancora quattro piu sottili piastre [= bracteae], a guisa di scaglie o fogliami. Dipoi fra ogni due piastre pongono un conio, e due di loro co~ grossi magli l'un dopo l'altro gli picchiano*»¹⁸.

Passando all'analisi della documentazione archeologica, va ricordato innanzitutto, per l'importanza e per la vicinanza geografica a Usseglio, il sito di Brandes-en-Oisans (Isère, Francia), attivo nell'estrazione del piombo argentifero tra la fine del XII o l'inizio del XIII e il XIV secolo. Ne

¹² A. GATTIGLIA, M. ROSSI, L. PATRIA, 2010.

¹³ M. ROSSI, A. GATTIGLIA, 2010a, p. 239, 247 (tab. 1); cf. A. CAPPELLI, 1990, p. 423, 425-427.

¹⁴ E. BRUGEROLLES *et al.*, 1992, p. 33.

¹⁵ G. AGRICOLA, 1657, *Nomenclaturae* in appendice.

¹⁶ G. AGRICOLA, 1657, tav. a p. 108, lettere D ed E; C. BARTELS, A. BINGENER, R. SLOTTA, 2006, I, p. 70-71; II, p. 249-250; III, p. 669.

¹⁷ G. AGRICOLA, 1657, p. 107.

¹⁸ M. FLORIO, 1563, p. 91.

provengono tre utensili (*burins*)¹⁹, due dei quali, che gli autori francesi accostano al *Fimmel*, costituiscono un buon confronto, anche dal punto di vista dimensionale (lunghezza 14.4 cm, piano di percussione 5.1 cm x 4.0 cm, spessore massimo stelo 3 cm), per i cunei di Usseglio, di cui devono perciò condividere la funzione. Interessante anche un *coin* (lunghezza 7 cm, larghezza 4.5 cm, spessore massimo dello stelo circa 3 cm), non raffigurato ma descritto come di forma piramidale con un lato tagliente²⁰.

Quattro utensili confrontabili con quelli di Usseglio provengono anche da due miniere lombarde, datate per mezzo del radiocarbonio al 1190-1280²¹: uno, lungo 9.7 cm, da Dossena (Monte Arera, valle del Riso, Bergamo) e tre, lunghi da 6.0 a 9.2 cm, dalla «VIII Sfera» (Gruppo della Grigna, Lecco)²².

Molto calzante è infine il confronto con gli otto «*Fimmel*» o «*kleinen Spitzkeile*» del XIII secolo provenienti da Altenberg (Nordrhein-Westfalen, Germania), lunghi da 6.4 a 8.6 cm, che G. Körlin e G. Weisgerber confrontano a loro volta con uno dei *burins* da Brandes-en-Oisans, sebbene questi ultimi siano lunghi quasi il doppio dei loro («*mit 15 cm Länge fast doppelt*»)²³. Nel tentativo di chiarire i legami tra fonti archeologiche, iconografiche e scritte dei secoli XII-XIV, gli autori tedeschi constatano che nel XII/XIII secolo si diffonde l'uso di un corredo di strumenti costituito da queste piccole punte e dal mazzuolo, proponendo l'espressione *Fimmelarbeit* a designare una tipica lavorazione manuale che non prevede l'uso di punteruolo, per la quale essi, come già C.N. Bromehead e M.-C. Bailly-Maître, rimandano a una suggestiva miniatura castigliana della metà del XIII secolo, che mostra un minatore nell'atto di percuotere con un mazzuolo un cuneo tenuto direttamente in mano²⁴.

Secondo gli autori francesi sopra citati, i *burins* da Brandes-en-Oisans potrebbero essere stati utilizzati proprio in tal modo, con funzione di punteruoli non immanicati. Appare però improponibile dal punto di vista ergonomico che i minatori potessero reggere a lungo i cunei con una mano (anche se protetta da un eventuale guanto) mentre li colpivano con un pesante mazzuolo tenuto nell'altra mano. Considerando che la miniatura in questione fa parte di un'opera di divulgazione scientifica, il *Lapidario*²⁵, il cui apparato illustrativo pone l'accento sulla valutazione delle materie prime ricercate da parte di un esperto, raffigurato sovente alle spalle del lavorante nell'atto di esaminare da vicino il campione appena estratto, è probabile che il minatore non sia qui visto nell'estenuante lavoro di sistematico abbattimento della roccia, ma nell'atto di seguire sul momento le indicazioni del prospettore.

La tecnica d'uso più probabile resta ancora, nonostante il divario cronologico, quella illustrata da Heinrich Groff nel 1529. È comunque probabile che forme, dimensioni, peso e tecniche d'uso di questi piccoli cunei fossero modulati sull'esperienza, in relazione con le diverse esigenze sollevate da filoni mineralizzati e rocce incassanti di diversa durezza, tenacità, tessitura e giacitura e con lo spazio di manovra a disposizione del minatore.

Per quanto riguarda il reperto 09/08/1 dalle Terre Rosse, un confronto iconografico abbastanza convincente è offerto da una vignetta inserita all'inizio del XXXIII libro della *Naturalis historia* di

¹⁹ M.-C. BAILLY-MAÎTRE, J. BRUNO DUPRAZ, 1994, p. 66-67 (fig. 38-39); M.-C. BAILLY-MAÎTRE, 2002, p. 70-72 (fig. 33-34: in quest'ultima, la scala grafica pare errata, in quanto le misure dei *burins* non concordano con quelle ricavabili dai testi e da un'altra illustrazione).

²⁰ M.-C. BAILLY-MAÎTRE, J. BRUNO DUPRAZ, 1994, p. 67.

²¹ Al 95% di probabilità: C. CUCINI TIZZONI, 1999, p. 121 (nota 32).

²² M. TIZZONI, 1997, p. 271, 275 (fig. 2).

²³ G. KÖRLIN, G. WEISGERBER, 2004, p. 65 (fig. 1, n. 3-10), 68 (fig. 38-39).

²⁴ C.N. BROMEHEAD, 1962, p. 13 (fig. 10); M.-C. BAILLY-MAÎTRE, J. BRUNO DUPRAZ, 1994, p. 66-67 (fig. 40); G. WEISGERBER, 1997, p. 152, 156; M.-C. BAILLY-MAÎTRE, 2002, p. 70; G. KÖRLIN, G. WEISGERBER, 2004, p. 69 (fig. 15).

²⁵ M. BREY MARIÑO, 1968.

Plinio il Vecchio, nell'edizione veneziana di Melchiorre Sessa del 1513²⁶: essa mostra due minatori nell'atto di entrare in galleria, il secondo dei quali regge con la mano destra una paletta con ferro trapezoidale rivolto in alto e manico corto e sottile appoggiato alla spalla. Agricola menziona «*rutra, batilla*»²⁷, ossia zappe e pale (o badili): le prime servono a radunare la terra e le ghiaie, le seconde a metterle in contenitori con cui trasportarle all'esterno, mentre manca un preciso riferimento al raschino, fermo restando che, nella pratica, una pala o una zappa possono anche assolverne la funzione.

Nel campo della cultura materiale è difficile trovare confronti soddisfacenti. Pale e zappe minerarie, note sino dall'età romana, sono raramente documentate in ambito archeologico e mancano anche a Brandes-en-Oisans e in altri siti minerari importanti. Due esemplari medioevali da Altenberg, a cui è attribuita la funzione di zappa, si differenziano da quello di Usseglio nella forma (lanceolata o cuoriforme) e nell'immanicatura (a foro pervio rettangolare)²⁸.

Dal castello di Rougiers (Var, Francia) proviene un frammento di pala (*pelle*) a lama piatta trapezoidale, con margini rettilinei e immanicatura riaggiustata con una lamiera sovrapposta (altezza massima 24.5 cm, larghezza massima 21.6 cm, spessore 0.6-0.8 cm). L'oggetto, datato al XIV secolo, è stato ritrovato sul fondo del camino della cucina ed è perciò interpretato come pala da cenere²⁹. Nonostante le minori dimensioni, l'utensile di Usseglio, proveniente dall'area di una delle forge operanti all'uscita dai cantieri minerari, potrebbe avere avuto una funzione simile.

In sintesi, i quattro utensili manuali in acciaio dal complesso di Punta Corna risultano databili tra la fine del XII e il XIV secolo. Depongono unanimemente in tal senso i confronti con Brandes-en-Oisans (XII-XIV secolo), con le miniere Dossena e «VIII Sfera» (XII-XIII secolo), con Altenberg (XIII secolo), con Rougiers (XIV secolo) e le conclusioni di G. Körlin e G. Weisgerber sull'introduzione della *Fimmelarbeit* nel XII/XIII secolo e sulla sua continuità nel XIV³⁰. Tale posizione cronologica, come si vedrà tra poco, concorda con il quadro storico ricostruito sulla base delle prime fonti scritte, che vedono le miniere di ferro di Usseglio attive da prima del 1264, probabilmente già dall'inizio del XIII secolo, sino verso la metà del XV secolo³¹.

I DOCUMENTI STORICI

Immediatamente a valle di Usseglio vi è il Comune di Lemie, sul cui territorio esistono giacimenti minerari cupriferi, mentre vi mancano quelli ferriferi³². Nonostante ciò, nella meno elevata delle sue frazioni, dal nome indicativo di Forno di Lemie (840 m), funzionano nel medioevo qualificati impianti siderurgici: scorie di riduzione di minerali ferrosi sono ancora oggi reperibili tra le case dell'abitato (fig. 9). È improbabile che la materia prima provenga dalla miniera polimetallica («*mena ferri et cuiuscumque metallj*») di Col San Giovanni (Viù)³³, situata 8 km più a valle in una laterale destra della bassa valle di Viù, sia perché il suo minerale è trattato nella vicina Richiaglio («*ad furnum ricagli*»), sia perché il trasporto a Forno di Lemie richiederebbe non pochi saliscendi. A rifornire di minerale gli impianti lemiesi deve perciò essere sino dall'origine il complesso minerario di Punta Corna situato 14 km più a monte.

²⁶ A. BENEDETTO, 1513, p. CXC.

²⁷ G. AGRICOLA, 1657, p. 107.

²⁸ G. KÖRLIN, G. WEISGERBER, 2004, p. 64-65 (fig. 1, n. 1-2).

²⁹ G. DÉMIANS D'ARCHIMBAUD, 1980, p. 117, 456 (fig. 436/7), 458.

³⁰ G. KÖRLIN, G. WEISGERBER, 2004, p. 68 (fig. 11): cuneo da Rösrath (Lüderich, Nordrhein-Westfalen, Germania).

³¹ A. GATTIGLIA, 2010.

³² Cf. Gaspard De Grégory, *Aperçu statistique de l'arrondissement de Lanzo dans le département de l'Eridan*, del 1801 (Biblioteca Reale di Torino, 24 (24)); L. FRANCESETTI, 1823, p. 141; M. BARETTI, 1893, p. 647-648, 651; E. SESIA, 1979, p. 261-262; R. CERRI, 1992, p. 9; M. ANGELA *et al.*, 2002, *passim*.

³³ F. COGNASSO, 1908, p. xx-xxi, 168-171; L. PATRIA, 1999, p. 161.



Fig. 9. Scoria di riduzione tra le case di Forno di Lemie.

Le attività siderurgiche risultano già in corso da lungo tempo nel 1264, quando il conto del castellano sabauda di Avigliana Umberto de Balma, iniziato il 20 agosto di quell'anno e terminato il medesimo giorno dell'anno seguente, definisce «*antiqua*» la protezione che il conte di Savoia accorda agli uomini di Forno di Lemie e per la quale questi pagano di consuetudine, ogni anno, 100 ferri da cavallo muniti di chiodi («*C. ferris cum clavellis ad equos*»)³⁴. In tal modo, gli esordi della proto-siderurgia di Forno di Lemie risultano ben precedenti all'arrivo dei primi fonditori bergamaschi (intorno al 1370) e valsesiani (dal 1385), i quali perciò, contrariamente a quanto talora si ritiene, non la fondano, ma si innestano su di una tradizione già sperimentata³⁵.

Come già si è accennato all'inizio, il primo documento storico che alluda esplicitamente alle miniere metallifere di Usseglio è del 1316³⁶. Il testo, sostanzialmente inedito, è stato riconosciuto in archivio da Anna Gattiglia e trascritto da Luca Patria. Nella sua parte essenziale esso recita così: «*Postulante nobili viro Iohanne filio quondam domini Martini / de Bellengerio vicecomitis de Baratonia suo et fratrum suorum Facii et Viberti nomine, a reverendo in Christo patre domino / Tedisio, Dei et Apostolice Sedis gratia episcopo Taurinensi in cuius erat presentia constitutus se revestiri de sesta / parte signorie, domini et iurisdictionis villarum de Lemiiis et de Furno Lemiarum, et de sexta parte omnium meta/lorum que reperiri, fodi et haberi possent in Uxelliis et poderio Uxelliarum, diocesis Taurinensis, que quidem dictus / dominus Martinus quondam et alii eius antecessores tenuerunt in feudum gentile et antiquum ab eodem domino / episcopo et predecessibus*», ossia «Richiese il nobiluomo Giovanni, figlio del fu signor Martino di Balangero visconte di Baratonia, a nome suo e dei suoi fratelli Facio e Viberto, al signor Tedisio, padre reverendo in Cristo, per grazia di Dio e della Sede Apostolica vescovo di Torino, al quale egli si era personalmente presentato, di essere investito della sesta parte della signoria, del dominio e della giurisdizione dei villaggi di Lemie e Forno di Lemie e della sesta parte di tutti i metalli che si potrebbero rinvenire, estrarre e avere in Usseglio e nel territorio di giurisdizione di Usseglio, diocesi di Torino, che senza dubbio il suddetto fu signor Martino e altri suoi antenati avevano tenuto come antico feudo di famiglia dal medesimo signor vescovo e dai suoi predecessori».

³⁴ M. CHIAUDANO, 1933, p. 94-95; L. PATRIA, 1999, p. 161.

³⁵ Cf. R. CERRI, 1992, p. 11-12, 22-23, 29 (nota 53).

³⁶ A. GATTIGLIA, M. ROSSI, L. PATRIA, 2010.

Di quali miniere e di quali metalli si tratti non è precisato. Tuttavia, escludendo a priori il cobalto, la cui estrazione non risulta iniziare prima del XVIII secolo³⁷, se l'investitura alludesse ad argento o rame, si troverebbero certo dei proventi derivanti dal loro sfruttamento, per gli anni immediatamente anteriori o posteriori al 1316, nei *Conti della Castellania di Lanzo* (conservatisi per il periodo 1306-1550)³⁸. È perciò quasi certo che il testo alluda a giacimenti ferriferi, giacimenti che a Usseglio non possono che essere quelli di siderite e prodotti limonitici del complesso di Punta Corna.

Il documento fa risalire la concessione vescovile della sesta parte delle miniere a una o due generazioni prima del visconte Martino («*dominus Martinus quondam et alii eius antecessores*



Fig. 10. Torino, Palazzo Madama, lato Nord.

tenuerunt»). Questo personaggio compare negli anni 1303-1305 come capo dei Baratonia del ramo di Balangero³⁹ e deve morire nel 1315/1316, poiché, per il rinnovo dell'investitura, la legge feudale prevede il termine massimo di un anno e un giorno dalla morte del titolare⁴⁰. Il suo più diretto ascendente (padre?) è il Giacomo (I) che nel 1266 ottiene dal vescovo di Torino Geoffroy de Montagne (alias Goffredo di Montanaro) due diverse investiture di Usseglio (una come visconte di Balangero e una come visconte di Baratonia)⁴¹ e che nel 1271, in qualità di visconte di Baratonia, è costretto a vendere tutte le sue spettanze ussegliesi a Guglielmo VII di Monferrato (marchese dal 1254 al 1290)⁴².

Quindi, in sostanza, le fonti scritte suggeriscono che le miniere di Usseglio, al pari degli impianti di Forno di Lemie, siano già in attività alla metà del XIII secolo, se non ancora prima.

Indici evidenti di una ormai raggiunta fioritura siderurgica della frazione lemiese all'inizio del XIV secolo sono del resto i semilavorati

ferrosi che «*Perracio de Furno Lemiarum*» fornisce a più riprese, tra il 1° agosto e il 21 settembre 1318, a Pietro Panissera, incaricato da Filippo I di Savoia-Acaia (signore del Piemonte dal 1282 al 1334) di seguire gli aspetti amministrativi della ricostruzione del castello di Torino (oggi Palazzo

³⁷ A. GATTIGLIA, M. ROSSI, 2010; M. ROSSI *et al.*, 2010.

³⁸ E. SESIA, 1979, p. 259-260.

³⁹ Investiture del 5 febbraio 1303 (B. FISSORE, 1969, p. 85, 318, con varii refusi) e del 12 aprile 1305 (G. CHIARLE, 1999, p. 47-49, 53, 87).

⁴⁰ G. CHIARLE, 1999, p. 42, 77.

⁴¹ F. GUASCO DI BISIO, 1912, p. 192-193, 198-199, 280-281.

⁴² Archivio di Stato di Torino - Sezione I, *Ducato di Monferrato*, Mazzo 5, n. 18; cf. G. CHIARLE, 1999, p. 43.

Madama, fig. 10)⁴³. La produzione si svolge sotto il diretto controllo del fabbro ferraio Ardizzone, recatosi appositamente per otto giorni a Forno di Lemie da Torino per dare prescrizioni e seguire la lavorazione, ed è destinata alla loggia a volta aprentesi sul cortile centrale del castello («*pro balconis dicti castris*»)⁴⁴: oggi il cortile centrale è un ambiente chiuso al piano terra di Palazzo Madama (cosiddetta Corte medievale), ma il visitatore vi può ancora osservare le arcate a ogiva delle volte trecentesche (fig. 11), benché inglobate in murature posteriori che delimitano da Sud l'attuale Sala Staffarda, e, prestando attenzione ai laterizi delle mensoline alla sommità dei pilastri, sbazzati e rifiniti in modo da sembrare in pietra⁴⁵, può notare come in alcuni punti deteriorati ne sporgano tondini in acciaio, che hanno il 55% di probabilità di essere stati prodotti a Forno di Lemie con il ferro della Corna (tab. 3).

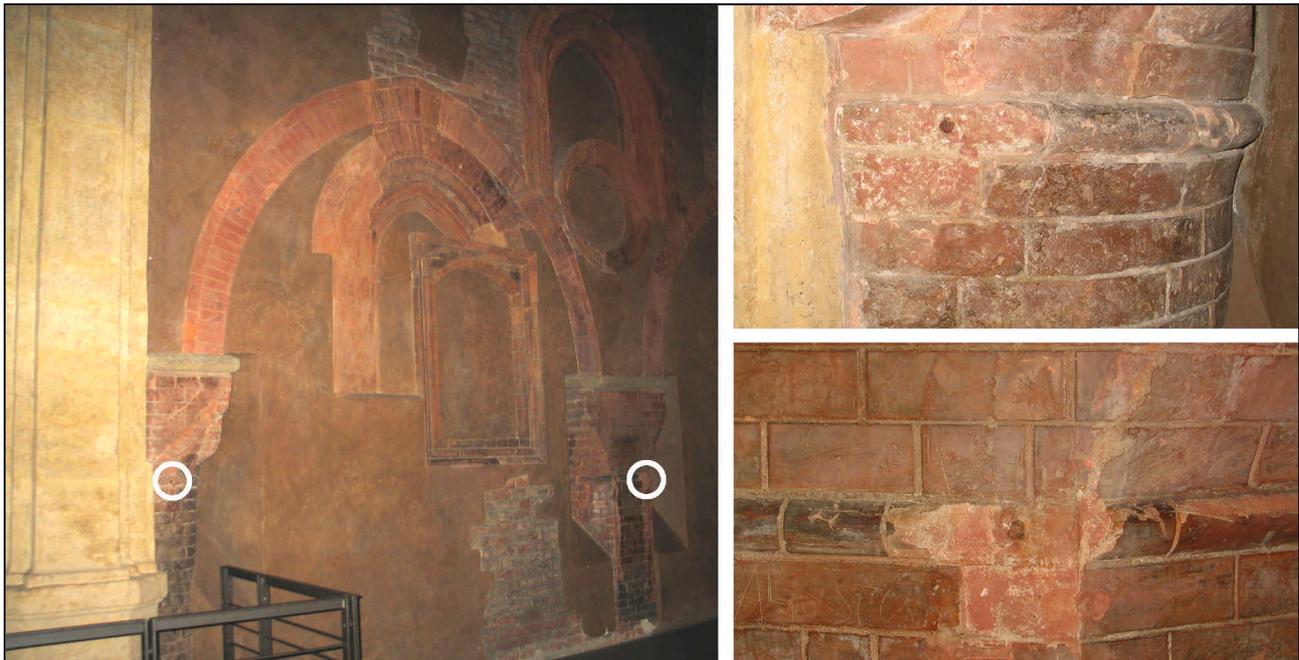


Fig. 11. Torino, Palazzo Madama: arcata a ogiva della loggia costruita nel 1318, con particolari dei tondini in acciaio sporgenti dai punti deteriorati delle mensoline in laterizio.

Perraccio vende infatti complessivamente, in sei diverse forniture, 1813 kg di materiale⁴⁶, corrispondenti al 55% in peso dei 3280 kg acquistati da Panissera, il quale tra luglio e settembre si serve anche a Lanzo (21%), Rivara (4%), Carignano (8%) e in altre località non precisate (12%). Le notevoli variazioni di prezzo al Quintale di cento Libbre, da un minimo di 15 Soldi e 6 Denari viennensi⁴⁷ (Carignano) a un massimo di 25 Soldi e 11 Denari (Rivara), sono probabilmente indice

⁴³ F. MONETTI, F. RESSA, 1982, p. 17-18, 36 (note 75-76), 94-96.

⁴⁴ M.A. ARDUINO, 1982, p. 24-25 (foto 7), 30, 32, 34.

⁴⁵ M.A. ARDUINO, 1982, p. 33.

⁴⁶ Le unità di misura di peso adottate da Panissera per l'acciaio sono il Quintale (*Centenarius*), il Rubbo e la Libbra (1 Quintale = 4 Rubbi = 100 Libbre: F. MONETTI, F. RESSA, 1982, p. 27, 38-39). Prima del 5 giugno 1612, il peso della Libbra di 12 Once (1 Oncia = 24 Denari) varia in Piemonte da una località all'altra. Presupponendo che Panissera utilizzi la Libbra torinese, il peso di questa risulta da una equazione stabilita da un editto del duca Carlo Emanuele I del 5 giugno 1612 (*Editto di S.A.S. col quale ordina ridursi tutti i pesi e le misure ad uniformità di valore e di nomi, conformemente ai tipi stabiliti per norma, e prescrive l'osservanza dell'unita tavola di riduzione*): 12 Once «vecchie» = 10 Once e 5 Denari «nuovi» (F.A. DUBOIN, 1848, p. 826). Posto che la Libbra «nuova» equivale, nel periodo 1612-1818, a 368.845 grammi (A. MARTINI, 1883, p. 785), fatti i debiti calcoli, 10 Once e 5 Denari «nuovi» risultano equivalere a 313.774 grammi, che è anche il peso di 12 Once «vecchie» e, di conseguenza, della Libbra impiegata da Panissera. Secondo F. MONETTI, F. RESSA, 1982, p. 38, nota 111, che pure rimandano all'editto del 5 giugno 1612, la Libbra di Panissera equivarrebbe invece a 432 grammi.

⁴⁷ 1 Lira = 20 Soldi; 1 Soldo = 12 Denari; viennensi = di Vienne sul Rodano (Isère, Francia).

della diversa qualità dei prodotti, tanto più che le spese di trasporto e pedaggio sono conteggiate a parte. Il prezzo pagato a Perracio è medio, oscillante tra 19 e 20 Soldi, e il valore complessivo delle sue forniture costituisce il 53% del totale (Lanzo 26%, Rivara 5%, Carignano 6%, altre località 10%). A differenza dai semilavorati acquistati sulla piazza di Lanzo, che giungono a Torino via Cirié, quelli da Forno di Lemie transitano per Avigliana, trasportati, per un Soldo al Quintale, da Enrico Vinacie, che si serve di un colle imprecisato tra val di Viù e bassa val di Susa.

Provenienza	Quintali	kg	% peso	Prezzo per Quintale	Corrispettivi pagati			% valore
					Lire	Soldi	Denari	
Lanzo	22.27	698.8	21.3	20 / 25 s	27	11	9	26.1
Rivara	4.10	128.6	3.9	25 s / 25 s : 11 d	5	3	6	4.9
Forno di Lemie	57.78	1813.0	55.3	19 - 20 s	55	17	0	52.8
Carignano	8.00	251.0	7.7	15 s : 6 d	6	4	0	5.9
Località non precisate	12.38	388.5	11.8	16 s : 6 d - 24 s	10	18	5.5	10.3
TOTALI	104.53	3279.9	100.0		105	14	8.5	100.0

Tab. 3. Semilavorati ferrosi per la ricostruzione del castello di Torino acquistati nel 1318 (fonte dei dati grezzi: F. MONETTI, F. RESSA, 1982, p. 94-96; conversione al sistema metrico decimale e calcoli: M. Rossi).

CONCLUSIONE

I dati derivanti dallo studio archeologico delle strutture minerarie, delle ceramiche e degli utensili in acciaio loro associati, dallo studio paleografico dei petroglifi minerari e dall'analisi delle fonti storiche concordano nel porre nella prima metà del XIII secolo l'inizio dello sfruttamento dei giacimenti ferriferi del complesso di Punta Corna. Ciò pare rispecchiare un fenomeno più generale, in quanto anche il primo appalto della miniera di Col San Giovanni, nel 1255, usa una espressione che fa risalire ancora più indietro nel tempo l'inizio delle attività: l'accordo tra Ambrogio, abate di San Solutore a Torino, e gli appaltatori della miniera accenna infatti a quote di partecipazione che nel 1255 sono già in precedenza passate di mano («*pro tribus sezenis que condam fuerunt conacij*»⁴⁸).

BIBLIOGRAFIA

- AGRICOLA G. 1657. *De re metallica libri XII*. Basel.
- ANGELA M., BRIZIO P., MALETTA G., PEYRONEL G. 2002. *Bibliografia mineralogica del Piemonte e della Valle d'Aosta*. Torino.
- ARDUINO M.A. 1982. *Castrum in Castro Porte Fibellone. Torino nel basso medioevo: castello, uomini, oggetti*, (a cura) S. Pettenati, R. Bordone: 21-35. Torino.
- BAILLY-MAÎTRE M.-C. 2002. *L'argent. Du minerai au pouvoir dans la France médiévale*. Paris.
- BAILLY-MAÎTRE M.-C., BRUNO DUPRAZ J. 1994. *Brandes-en-Oisans. La mine d'argent des Dauphins (XII-XIVe s.)*. Isère. Lyon.
- BARETTI M. 1893. *Geologia della provincia di Torino*. Torino.
- BARTELS C., BINGENER A., SLOTTA R. (red.) 2006. *Das Schwazer Bergbuch, I: Der Bochumer Entwurf von 1554. Faksimile*. Bochum.
- BARTELS C., BINGENER A., SLOTTA R. (red.) 2006. *Das Schwazer Bergbuch, II: Der Bochumer Entwurf und die Endfassung von 1556. Textkritische Editionen*. Bochum.
- BARTELS C., BINGENER A., SLOTTA R. (red.) 2006. *Das Schwazer Bergbuch, III: Der Bergbau bei Schwaz in Tirol im mittleren 16. Jahrhundert*. Bochum.
- BENEDETTO A. (red.) 1513. *C. Plinij Secundi Veronensis Historiae naturalis libri xxxvij*. Venezia.
- BREY MARIÑO M. (red.) 1968. *Alfonso X, rey de Castilla. Lapidario*. Madrid.
- BROMEHEAD C.N. 1962. *La tecnica delle miniere e delle cave fino al diciassettesimo secolo. Storia della tecnologia*, (a cura) C. Singer, E.J. Holmyard, A.R. Hall, T.I. Williams, 2: *Le civiltà mediterranee e il medioevo, circa 700*

⁴⁸ F. COGNASSO, 1908, p. 169.

- a.C. - 1500 d.C.: 1-40. Torino. (Traduzione dell'edizione originale inglese: 1956. Mining and quarrying to the seventeenth century. *A history of technology, II: The Mediterranean civilizations and the middle ages, c. 700 B.C. to c. A.D. 1500*: 1-40. Oxford).
- BRUGEROLLES E., BARI H., BENOÎT P., FLUCK P., SCHOEN H. (red.) 1992. *La mine mode d'emploi. La Rouge Myne de Saint Nicolas de la Croix dessinée par Heinrich Groff*. Paris.
- CAPPELLI A. 1990⁶. *Lexicon abbreviatarum. Dizionario di abbreviature latine ed italiane usate nelle carte e codici specialmente del medio-evo riprodotte con oltre 14000 segni incisi*. Milano.
- CASTELLI D., GIORZA A., ROSSETTI P., PIANA F., CLERICO F. 2010 (in stampa). Le mineralizzazioni a siderite e arseniuri di cobalto-ferro-nichel del vallone di Arnàs (Usseglio, valli di Lanzo). *Terre rosse, pietre verdi e blu cobalto. Miniere a Usseglio. Prima raccolta di studi*, (a cura) M. Rossi, A. Gattiglia. Usseglio - Torino.
- CERRI R. 1992. *Minatori e fonditori di Postua nelle valli di Lanzo sul finire del XIV secolo. Il primo caso documentato di emigrazione di mano d'opera specializzata dall'area valsesiana*. Lanzo Torinese.
- CHIARLE G. 1999. *Sulle tracce del medioevo. Dai Baratonia agli Arcour. Antica nobiltà e "genti nuove". Mostra documentaria*. Varisella.
- CHIAUDANO M. 1933. *La finanza sabauda nel sec. XIII, I: I rendiconti del dominio dal 1257 al 1285*. Torino.
- COGNASSO F. 1908. *Cartario della abazia di San Solutore di Torino. Appendice di carte varie relative a chiese e monasteri di Torino*. Pinerolo.
- CUCINI TIZZONI C. 1999. Ponte di Val Gabbia III: la forgia e i bassofuochi fra tardoantico e medioevo. *La miniera perduta. Cinque anni di ricerche archeometallurgiche nel territorio di Bienno*, (a cura) C. Cucini Tizzoni, M. Tizzoni: 93-139. Bienno.
- DÉMIANS D'ARCHIMBAUD G. 1980. *Les fouilles de Rougiers (Var). Contribution à l'archéologie de l'habitat rural médiéval en pays méditerranéen*. Paris.
- DUBOIN F.A. 1848. *Raccolta per ordine di materie delle leggi cioè editti, patenti, manifesti, ecc. emanate negli stati di terraferma sino all'8 dicembre 1798 dai sovrani della real casa di Savoia, XV, XVII*. Torino.
- FISSORE B. (a cura) 1969. *I protocolli di Tedisio vescovo di Torino*. Torino.
- FLORIO M. (red.) 1563. *Opera di Giorgio Agricola De l'arte de metalli partita in XII libri*. Basel.
- FRANCESETTI L. 1823. *Lettres sur les vallées de Lanzo*. Torino.
- GATTIGLIA A. 2007a. Ignazio Antonio Giulio e il cobalto della Corna (1781). *Storie di pietra, terra e acqua. Documenti dell'Archivio Storico del Comune di Usseglio*, (a cura) A. Gattiglia, S. Marchisio: 33-36. Usseglio.
- GATTIGLIA A. 2007b. Storie di argento, rame, ferro, amianto e «ardesie» (1333-1924). *Storie di pietra, terra e acqua. Documenti dell'Archivio Storico del Comune di Usseglio*, (a cura) A. Gattiglia, S. Marchisio: 29-32. Usseglio.
- GATTIGLIA A. 2010 (in stampa). Due furti di minerale di ferro dalle miniere di Arnàs (1402 e 1438). *Terre rosse, pietre verdi e blu cobalto. Miniere a Usseglio. Prima raccolta di studi*, (a cura) M. Rossi, A. Gattiglia. Usseglio - Torino.
- GATTIGLIA A., ROSSI M. 2010 (in stampa). Punta Corna e Spirito Benedetto Nicolis di Robilant: «speranza» e «fortuna» di un ispettore generale delle miniere sabaude (1752-1773). *Terre rosse, pietre verdi e blu cobalto. Miniere a Usseglio. Prima raccolta di studi*, (a cura) M. Rossi, A. Gattiglia. Usseglio - Torino.
- GATTIGLIA A., ROSSI M., PATRIA L. 2010 (in stampa). Il primo testo sulle miniere di Usseglio (1316) nel processo di messa in valore delle risorse ambientali dell'alta montagna. *Terre rosse, pietre verdi e blu cobalto. Miniere a Usseglio. Prima raccolta di studi*, (a cura) M. Rossi, A. Gattiglia. Usseglio - Torino.
- GUASCO DI BISIO F. 1912. *Il "Libro delle investiture,, di Goffredo di Montanaro vescovo di Torino (1264-1294)*. Pinerolo.
- KÖRLIN G., WEISGERBER G. 2004. Keilhau, Fimmel, Schlägel und Eisen im mittelalterlichen Bergbau. *Der Anschnitt* 56 (2-3): 64-75. Bochum.
- MANCINELLI C., GOMEZ SERITO M. 1997. Tre documenti inediti su Spirito Benedetto Nicolis di Robilant: la produzione del blu di cobalto e la separazione dell'argento dal rame per liquazione nel '700. *GEAM Geoingegneria Ambientale e Mineraria XXXIV* (1-2): 5-12. Torino.
- MARTINI A. 1883. *Manuale di metrologia*. Torino.
- MONETTI F., RESSA F. 1982. *La costruzione del castello di Torino oggi Palazzo Madama (inizio secolo XIV)*. Torino.
- PATRIA L. 1999. "Homines Caselletarum" uomini di Caselette, origine e affermazione di una comunità. *Caselette. Uomini e ambienti ai piedi del Musiné dalle origini all'ottocento*: 75-227. Borgone di Susa.
- RE FIORENTIN G. 2010 (in stampa). Geomorfologia del complesso minerario di Punta Corna. *Terre rosse, pietre verdi e blu cobalto. Miniere a Usseglio. Prima raccolta di studi*, (a cura) M. Rossi, A. Gattiglia. Usseglio - Torino.
- ROSSI M., GATTIGLIA A. 2010a. Petroglifi e miniere nelle Alpi Occidentali. *Archäologie in den Alpen. Alltag und Kult*, (red.) F. Mandl, H. Stadler: 239-252. Haus im Ennstal.
- ROSSI M., GATTIGLIA A. (a cura) 2010b. *Terre rosse, pietre verdi e blu cobalto. Miniere a Usseglio. Prima raccolta di studi*. Usseglio - Torino.
- ROSSI M., GATTIGLIA A., ROSSETTI P., CASTELLI D., BALAGNA DENA C. 2010 (in stampa). Le miniere polimetalliche della Corna nelle mappe di fine XVIII e inizio XIX secolo: dati topografici e tecnici. *Terre*

rosse, pietre verdi e blu cobalto. Miniere a Usseglio. Prima raccolta di studi, (a cura) M. Rossi, A. Gattiglia. Usseglio - Torino.

- SESIA E. 1979. *Attività minerarie e insediamenti industriali delle valli di Lanzo nel secolo XIV*. Torino [tesi di laurea in Storia degli insediamenti tardo-antichi e medioevali, sotto la direzione di Rinaldo Comba].
- TIZZONI M. 1997. Le miniere di argento medievali in Lombardia: distribuzione geografica e tecniche di scavo. *Il Monte Calisio e l'argento nelle Alpi dall'antichità al XVIII secolo. Giacimenti, storia e rapporti con la tradizione mineraria mitteleuropea. Atti del convegno, Civezzano - Fornace 1995*, (a cura) L. Brigo, M. Tizzoni: 269-279. Trento.
- VERGANI R. 2003. Gli usi civili della polvere da sparo (secoli XV-XVIII). *Economia e energia secc. XIII-XVIII. Atti della "Trentaquattresima Settimana di Studi" dell'Istituto Internazionale di Storia Economica "F. Datini", Prato 2002*, (a cura) S. Cavaciocchi: 865-878. Firenze.
- WEISGERBER G. 1997. Mittelalterlicher Bergbau an Hand archäologischer und ikonographischer Quellen. *Il Monte Calisio e l'argento nelle Alpi dall'antichità al XVIII secolo. Giacimenti, storia e rapporti con la tradizione mineraria mitteleuropea. Atti del convegno, Civezzano - Fornace 1995*, (a cura) L. Brigo, M. Tizzoni: 151-159. Trento.