

Le aurifodine di Mazzè
nel settore frontale esterno dell'Anfiteatro morenico di Ivrea.

Franco Gianotti

Per apprezzare la significatività delle aurifodine (miniere d'oro, traduzione delle *aurifodinae* di Plinio) di Mazzè è indispensabile, in primo luogo, comprenderne la costituzione e poi collocarle nel contesto geo-giacimentologico che a loro compete: quelle dei *placer* auriferi dell'Anfiteatro morenico di Ivrea. Queste miniere a cielo aperto costituiscono infatti una testimonianza esemplare di un'attività mineraria tra le più notevoli e meglio conservate del mondo antico, che interessò vari areali (di estensione da ettometrica a plurichilometrica) distribuiti sul perimetro esterno dell'anfiteatro morenico. Comparando il sito di Mazzè con quello della Bessa in provincia di Biella, di gran lunga più noto ed importante (dal 1985 Parco Regionale), si riesce in primo luogo a decifrarne la morfologia e a delimitarlo: la bellezza del sito, che deriva dalla sua valenza archeologica, attualmente in parte incompresa dai più, sconosciuta o negata da altri, appare allora in tutta la sua evidenza. Tale valenza può essere sintetizzata nella seguente affermazione: il sito di Casale di Mazzè rappresenta l'area-tipo (cioè da prendere a modello) per aurifodine sfruttate mediante canali d'acqua su rilevati; questi sono infatti l'elemento meglio conservato, maggiormente distribuito e morfologicamente caratterizzante questo sito (corrispondono ai "conoidi a cordone" di GIANOTTI, 1996, distinti nella Bessa).

Ma andiamo per ordine, affrontando il discorso sotto forma di risposte di un geologo del Quaternario (il periodo Quaternario corrisponde agli ultimi 1,8 milioni di anni della storia geologica) a una serie di domande. Queste sono le credenziali di chi scrive: ho studiato la Bessa una quindicina di anni fa (GIANOTTI, 1992, 1993 e 1996) ed attualmente sto cercando di risolvere la complessa storia geologica dell'Anfiteatro morenico di Ivrea, sulla scia di illustri studiosi quali Luigi Bruno di Ivrea, Martino Baretta, Vittorio Novarese, Federico Sacco e, molto più recentemente, del mio maestro Francesco Carraro.

Chi sostiene che a Mazzè siano presenti delle miniere d'oro, coltivate in epoca antica?

In un famoso passo di STRABONE (Geografia, IV,6.7), lo storico greco dà notizia dell'attività di sfruttamento dell'oro alluvionale da parte dei Salassi con utilizzo delle acque della Dora, ma non fa riferimento diretto a siti particolari. Al contrario PLINIO IL VECCHIO (N.H. XXXIII, 4) e lo stesso STRABONE in un passo successivo (Geografia, V,1.12) citano le aurifodine di Ictimuli o Ictumuli, senza riferimento ai Salassi, poi identificate con la regione Bessa. È solo in età moderna che il sito minerario di Mazzè viene finalmente ad essere documentato. DE ROBILANT (1786), ispettore del Corpo Reale delle Miniere del Regno Sabauda, interpreta le manifestazioni metallifere della pianura pedemontana come facenti parte di un livello continuo di strati auriferi, legato geneticamente ad un catastrofico evento "diluviale" e sepolto sotto la pianura tra il T. Malone ed il Sesia; elenca quindi un gran numero di località dove questo livello affiora (incluse Mazzè e Villareggia), perchè sezionato dai corsi d'acqua, e dove si potrebbero intraprendere attività estrattive. Per quanto riguarda invece le tracce di passate attività minerarie, DE ROBILANT, che conosceva l'esistenza di antichi sfruttamenti auriferi dall'opera di Plinio e Strabone, descrive brevemente discariche a cumuli di ciottoli soltanto nella Bessa e fa un fugace e prudente accenno a quelle di Mazzè: *"Dirimpetto al luogo di Massè... Ivi si può congetturare dell'immensa molle di ciottoli sparsa su quelle campagne inferiori, che de ciottoli di rifiuto, per lo più di natura granitica, e di quarzo"*. Una descrizione poco più dettagliata compare in una precedente relazione tecnica del 1783 del tenente VALLINO, sottoposto di De Robilant (le relazioni sono riportate in PIPINO, 1989 e sul sito www.Mattiaca.it). Vent'anni prima DURANDI (1764) aveva per primo descritto l'ambiente della Bessa (peraltro già nota agli eruditi locali) e soprattutto aveva riconosciuto la presenza di altri scavi minerari *"specialmente nel sito sui confini di Alice, e Cavaglià appellato di Torano"*. Riferimenti a Mazzè si trovano in CASALIS (1856), BERTOLOTTI (1867-1878) e, soprattutto, SOLERO (1933; pubblic. postuma su www.Mattiaca.it, 2005). BRUNO (1877) allude al *placer* di Villareggia, quando cita *"un'altra minima area della stessa natura ed apparenza"* della Bessa *"posta rimpetto a Mazzè, sulla sponda sinistra del fiume Dora"*. Più recentemente anche GIANOTTI (1996) accenna al sito minerario del terrazzo di Villareggia. PIPINO (1998, 2001) individua questi ed altri depositi di ciottoli *"... lungo il fronte meridionale dell'anfiteatro morenico di Ivrea... nei pressi di Castellamonte, Mazzè, Busasse, Bose, Torano"*. Notizie sui reperti archeologici rinvenuti nel sito delle discariche minerarie di Mazzè, legate ad indagini di CAVAGLIÀ nel 1997 e proseguite dall'Associazione Mondino, riferiti ad età romana imperiale (I-IV sec. d.C.), sono riportate sul sito *internet* dell'Associazione Mattiaca a cura di BARENGO (1998, 2006), che tratta diffusamente di molti aspetti della questione miniere.

Quali sono le evidenze di terreno che dimostrano l'effettiva esistenza delle miniere di Mazzè?

Si guardi la mappa allegata, rappresentate uno schema delle aurifodine di Mazzè, nel settore di Casale. Circa 15 m di dislivello al di sotto dell'altopiano su cui è sito Casale (superficie **Cd**; a q. 355-350 m s.l.m.) si estende una superficie *sub*-pianeggiante (**E**), distribuita su due livelli tra le quote di 450 (a monte) e 437 m (a valle). Questa superficie è in realtà piuttosto articolata nel dettaglio, in parte per motivi naturali legati all'originaria dinamica fluviale (ad esempio è incisa da un paleoalveo dell'antica Dora), ma soprattutto perchè è stata sottoposta ad escavazioni per lo sfruttamento dell'oro (**E2**). Di conseguenza la piana è parzialmente coperta da cumuli di ciottoli, accatastati a mano: rappresentano gli scarti dello sfruttamento minerario, vere e proprie discariche di miniera, ma sono talmente sottili e discontinue, che qualche perplessità sulla loro origine può insorgere anche in chi conosce bene la Bessa. Questi cumuli

di ciottoli si vedono bene in sezione sul fronte di una cava recente abbandonata, scavata per 5-6 m di profondità sul bordo orientale della piana: i cumuli di ciottoloni, spessi poco più di un metro, poggiano su ghiaie fluviali a piccoli ciottoli, poco alterate, e queste a loro volta su ghiaie fluviali profondamente alterate dalla pedogenesi (formazione di suolo) e dunque assai antiche; ma soprattutto i cumuli seppelliscono resti di muri accoppiati (di canali), in stretta analogia a quanto si può osservare nella Bessa (la cui identità di aurifodina nessuno si sognerebbe più di contestare). La piana **E** termina a lato sul ciglio di un'altra scarpata, di origine assolutamente naturale (**Fd**; **d** sta per "in destra idrografica" rispetto alla Dora): è infatti di erosione fluviale, modellata dalla Dora a partire da 18.000 anni fa, e sospende la piana dei cumuli di ciottoli di circa 30-35 m di dislivello sulla piana alluvionale attuale della Dora (alveo a q. 210 m circa; quest'ultima corrisponde alla regione Boschetti; **H**). Da notare come la scarpata **Fd** non sia continua, come accade per le normali scarpate di piana alluvionale di età non troppo antica: si faccia il confronto con l'alta scarpata **Ds** del fianco opposto della Dora, tra Villareggia e Gerbido, che, pur essendo una forma più vecchia (è contemporanea, nella sua parte superiore, alla scarpata **Dd**), è assai più continua e regolare. Infatti la scarpata che terrazza le aurifodine è interrotta e solcata da profonde incisioni, che nascono sulla superficie della piana sovrastante **E2** e vanno approfondendosi verso il piede della scarpata. Tali forme non sono naturali, ma sono anch'esse prodotto degli scavi minerari: sul fondo di queste vallecole (nella Bessa possono essere enormemente sviluppate) correvano i canali di lavaggio impiegati per il recupero dell'oro e l'evaquazione dello sterile. Scendiamo infine sulla piana sottostante (**G**), percorrendo una di queste vallecole, verso quote sempre più prossime a quelle della Dora, ma ancora assai distanti dal suo alveo; è proprio qui che abbiamo l'evidenza più incontestabile dell'attività di sfruttamento minerario, e ciò che fa del sito un esempio meraviglioso di applicazione tecnologica nell'antichità, perfettamente conservato: i rilevati antropici canalizzati. Allo sbocco delle vallecole si dipartono, in continuità con il fondo di queste, altrettanti grandi "cordoni" di ghiaie e ciottoli, coperti da una fitta boscaglia: sono rilievi alti fino a 6-7 metri, larghi oltre una ventina di metri alla base e lunghi tra 100 e 350 m; sono pertanto delle forme lunghe e strette, la cui cresta, larga 4-5 m e spesso sdoppiata (in mezzo ci dovrebbe passare un solco canalizio, ora semisepolto e quasi invisibile), corre in lieve inclinazione verso la Dora, allontanandosi dalla scarpata. I loro fianchi sono rivestiti da ciottolame privo di matrice (probabilmente derivante dal rigetto, eseguito a mano, dei ciottoli che colmavano i canali dopo ogni processo di lavaggio). Posso affermare tranquillamente che in natura non esiste alcun agente in grado di formare rilievi di tale forma e dimensione: essi non sono nè forme di accumulo, come morene, nè forme di erosione, come lembi di depositi terrazzati. Devono per forza essere rilevati, per l'intero loro spessore, costruiti ad arte dall'uomo allo scopo di sostenere altri canali. Sono del tutto analoghi ai "conoidi a cordone" della Bessa utilizzati per la coltivazione di settori ristretti del terrazzo superiore, prospicienti alla scarpata (il termine da me a suo tempo coniato però è inappropriato e va sostituito, in quanto non sono conoidi). Alcuni sembrano poggiare su sottostanti veri conoidi, costituiti da sedimenti di scarto fluitati (come accade sui conoidi antropici della Bessa). Resta da capire se questi canali inferiori servissero per la concentrazione dell'oro (probabile) o soltanto per l'evaquazione ordinata dello sterile. Per togliere ogni dubbio sulla loro costituzione e dunque origine e funzione, occorrerebbe sezionarne uno e studiarlo nel dettaglio. A partire da Nord verso Sud si contano almeno 8 sicuri rilevati canalizzati: il primo è stato poi utilizzato come rilevato per l'attuale strada statale che unisce Mazzè a Villareggia (probabilmente con aggiunte di materiale per allungarlo); sulla sommità distale del terzo cordone si erge la chiesetta di San Lorenzo e Giobbe. Su quello più meridionale, infine, passa la strada romana scoperta nel 1997: dunque, per superare il dislivello tra i due terrazzi, approfittarono degli antichi rilevati (romani repubblicani o *pre-romani*?) già anche i Romani imperiali di almeno quattro o cinque secoli dopo, e non solo i nostri moderni costruttori di strade. Stupendo!

Quando furono sfruttate le miniere d'oro?

Per quanto riguarda la Bessa, i reperti rinvenuti nelle discariche di miniera (in particolare le monete), indicano che la coltivazione risale ad un periodo di non oltre un secolo, a cavallo tra II e I sec. a.C. (sotto Roma repubblicana) (CALLERI, 1985). Un settore della Bessa posto all'estremità settentrionale del terrazzo appare però legato a lavori precedenti (come desunto da scavi della Soprintendenza Archeologica Regionale allo straordinario edificio noto come "castelliere" di Mongrando, 2005-2006, GAMBARI, conferenza). Per gli altri siti non si hanno al momento elementi di datazione relativi direttamente a fasi di coltivazione mineraria. Un'età *ante quem* è però disponibile per le miniere di Mazzè, in quanto una strada ed altri reperti, probabilmente risalenti ad età romana imperiale (BARENCO, 1998), forniscono un'età minima delle aurifodine (in quanto quei reperti si sovrappongono alle discariche minerarie, che dunque sono anteriori). Questi ed altri ritrovamenti (iscrizione su pietra e tracce di centuriazione della piana alluvionale inferiore; CAVAGLIÀ, com. pers.) non fanno che aggiungere interesse ad un'area già di per sé carica di suggestione, ampliandone il periodo di occupazione, senza intaccare sensibilmente le vestigia più antiche. In base alle notevoli similitudini tra Bessa e Mazzè, appare verosimile che anche queste ultime coltivazioni risalgano, almeno come fase principale, alla stessa epoca romana repubblicana.

Più in generale mi sembra ragionevole supporre che, una volta accertata la presenza di oro nei depositi alle falde delle colline moreniche, i primi cercatori si siano messi sulle sue tracce un po' dappertutto nell'anfiteatro, inaugurando una vera e propria corsa all'oro, saggiando e iniziando tentativi di sfruttamento. Successivamente (II sec. a.C.) i Romani si sostituirono ai Celti nella gestione dei vari siti già individuati come giacimenti, inaugurando una fase di sfruttamento intensivo ed altamente organizzato e proseguendo le ricerche. Probabilmente si privilegiarono condizioni morfologiche analoghe a quelle dei giacimenti veri e propri, ma non solo: infatti imbocchi di gallerie sono presenti anche sui fianchi

di morene, così come tracce di scavi, fosse e di cumuli, per quanto esili e dubbie, si possono incontrare anche passeggiando tra i rilievi dell'anfiteatro (non tutto, naturalmente, può essere però ricondotto a quei lavori).

Dove, come e perchè si formarono i placer auriferi?

Naturalmente è necessario che a monte del *placer* ci sia una sorgente primaria di oro e che un agente di trasporto (fiume o ghiacciaio) prelevi il materiale aurifero e lo trasporti sino al luogo di deposizione finale. L'oro si forma cristallizzando da fluidi idrotermali di alta temperatura, che risalgono le rocce in profondità attraverso fratture. Questi vengono ad affiorare in montagna (come in Val d'Ayas) in forma di filoni di quarzo a solfuri ed oro: rappresentano i giacimenti primari, coltivati in galleria nelle note miniere del distretto aurifero del M. Rosa.

Dall'erosione, trasporto e sedimentazione delle rocce aurifere, ridotte in frammenti, derivano i giacimenti secondari, i così detti *placer* auriferi, che possono distare parecchio dalla loro sorgente primaria. Se le particelle di oro fossero trasportate a valle dai corsi d'acqua, di piena in piena si assottiglierebbero sempre di più, triturate tra i ciottoli che cozzano l'un contro l'altro, fino a diventare delle lamelle finissime. Trasportati dai ghiacciai, invece, possono percorrere distanze di decine di km (dalle valli alpine all'anfiteatro di Ivrea) senza troppo modificarsi, perchè il ghiacciaio si comporta come un nastro trasportatore. Dunque nei torrenti di montagna, subito a valle del giacimento primario, capita di trovare dell'oro in grossi cristalli, ancora attaccati alla loro matrice rocciosa (solitamente su quarzo). Poi i granuli di oro presenti negli alvei torrentizi si fanno ben presto sempre più fini con la distanza, come nella Dora Baltea in Valle d'Aosta e, ancor di più, nella conca interna dell'anfiteatro. Solo nelle morene dell'anfiteatro di Ivrea, edificate dal ghiacciaio balteo attraverso l'accumulo dei detriti di trasporto glaciale, si possono ritrovare pepite e grandi lamelle, anche se in concentrazione troppo bassa per rappresentare un giacimento (cioè sono in genere ancora troppo dispersi nel sedimento per essere economicamente sfruttabili). All'opera di concentrazione ci pensano però i corsi d'acqua, che, erodendo i depositi glaciali ed allontanandone le parti più "leggere", possono infine accumulare sedimenti notevolmente arricchiti del prezioso metallo: nascono così i *placer*. Infine, allontanandoci dall'anfiteatro verso valle, la granulometria dell'oro torna a diminuire: alla confluenza della Dora Baltea nel \mathbb{R} si raccolgono solo più innumerevoli pagliuzze finissime. Un altro esempio è rappresentato dal T. Elvo, corso d'acqua biellese, che presenta oro grossolano in alveo a partire dal momento in cui riceve le acque del Viona (torrente che attraversa il settore sinistro dell'anfiteatro) o inizia a erodere direttamente sul fianco i depositi dell'anfiteatro di Ivrea (proprio nel tratto dove si estende la Bessa).

Ecco perchè i vari *placer* auriferi finora identificati si distribuiscono tutti al margine esterno dell'anfiteatro: solo qui i depositi contengono granuli di oro abbastanza grandi ed in concentrazioni soddisfacenti. Si tratta di settori attualmente di pianura sospesa perchè terrazzata, ma un tempo (nel Pleistocene medio) occupati da morene ancora più distali ed antiche, poi completamente demolite dall'erosione fluviale. Un chiaro esempio della passata maggiore estensione dell'anfiteatro morenico è osservabile nella cava Gariglio tra Maglione e Borgo d'Ale, dove affiora un livello di depositi glaciali sepolto in piena pianura, 1 km a valle dell'anfiteatro. I *placer* però non occupano in modo indifferenziato tutta la fascia di prima pianura al piede delle morene, ma solo quei settori, del tutto limitati arealmente, in cui un corso d'acqua fluvioglaciale è uscito dall'anfiteatro attraverso un varco tra le morene: questi varchi sono detti sfioratori e corrispondono ai valichi, notevolmente ribassati rispetto alle creste, dove ora passano strade e mulattiere. Limitandoci al settore frontale presso Mazzè, si riconoscono facilmente tre sfioratori principali: quello dove passa la strada Caluso-Candia, la Valle della Motta e la forra di Mazzè (l'unico attualmente in attività, in quanto ci passa la Dora Baltea).

Dunque i *placer* derivano dalla demolizione delle antiche morene, portata magari avanti per più cicli di erosione e risedimentazione: essi rappresentano ciò che resta, profondamente rielaborato, di un complesso di depositi glaciali e fluvioglaciali originariamente più potente; la maggior parte dei depositi è stata erosa e trasportata verso valle dagli antichi corsi d'acqua, in occasione delle piene, mentre nella parte prossimale (quasi sul posto) si è accumulato il residuo più grossolano (ghiaie con blocchi in matrice sabbiosa medio-grossolana), caratterizzato nella matrice sabbiosa da maggiori concentrazioni dei granuli di minerali densi e pesanti (ossidi, granati, epidoti, solfuri, oro, ecc.).

Il processo di risedimentazione e concentrazione dei depositi deve essere iniziato, per opera dei corsi d'acqua di fusione glaciale, già contemporaneamente all'edificazione delle morene: è il caso della maggior parte dei piccoli *placer* non terrazzati (quali Torre Canavese, ecc.): teoricamente questi non dovrebbero essere molto ricchi in oro, in quanto subiscono verosimilmente un solo processo di risedimentazione. Si poterono invece ripetere diversi cicli di erosione-risedimentazione, là dove uno sfioratore abbia continuato a funzionare come sbocco delle acque fluviali nel corso di glaciazioni successive e degli interglaciali (come nei *placer* di Mazzè e di Villareggia, legati all'attività dello sfioratore di Mazzè). Nella Bessa una fase fondamentale di formazione del *placer* è proseguita per l'attività di corsi d'acqua (Viona, Olobbia e Riale della Valle Sorda), forse ormai del tutto (o quasi) scollegati dal ghiacciaio balteo, quando scorrevano ancora ad un livello di alcune decine di metri più alto degli alvei attuali.

Perchè questi placer si trovano molto distanti dai corsi d'acqua che li formarono, oppure a quote molto più alte?

I corsi d'acqua si spostano lateralmente, modificando il loro alveo soprattutto in occasione delle grandi piene, ed inoltre ad un certo punto si possono approfondire, creando nel tempo delle pianure a livelli più bassi ed abbandonando relitti delle pianure precedenti sospesi a livelli altimetrici più elevati. È il cosiddetto processo di terrazzamento.

Le fasi di approfondimento erosionale sono una risposta all'interazione tra sollevamento tettonico dell'area e locale carenza di apporti detritici. I maggiori *placer* auriferi (Bessa e Mazzè), che in fase di formazione erano attraversati dai corsi d'acqua (Viona e Olobbia; Dora Baltea), attualmente si trovano a 20-50 m sopra gli alvei degli stessi torrenti e

costituiscono la sommità di alti terrazzi. Più precisamente i depositi del *placer* di Mazzè (q. 445-440 m circa) costituivano l'alveo (o meglio, più alvei ritagliantisi) della Dora Baltea nel corso dell'ultima glaciazione (25-18.000 anni fa); la Dora successivamente si è approfondita di 30-35 m: a ulteriore testimonianza dell'antico passaggio della Dora a quelle quote è conservato un suo bellissimo paleoalveo confinato tra le aurifodine e la sovrastante scarpata di Casale (vedi mappa).

Gli altri *placer* minori (Torre Canavese, Borgo d'Ale, ecc.) si distribuiscono allo sbocco di sfioratori attivi in una sola fase, perchè legati all'attività momentanea di antichi torrenti glaciali durante gli stadi di massima espansione del ghiacciaio balteo, torrenti che uscivano all'esterno dell'anfiteatro attraverso gli sfioratori: al ritiro del ghiacciaio questi torrenti si riversarono all'interno dell'anfiteatro: il processo di terrazzamento locale è così abortito, lo sfioratore si è "fossilizzato" e i *placer* si sono conservati circa allo stesso livello della piana che li circonda a valle.

Come si presenta l'oro nelle aurifodine? I depositi auriferi sono depositi alluvionali (cioè trasportati e sedimentati da un corso d'acqua, fiume, torrente o ruscello che sia, di origine glaciale oppure no): sono costituiti da frammenti arrotondati di rocce, di varia granulometria: prevalgono i ciottoli e i blocchi (fino a veri e propri trovanti: testimoni che i depositi alluvionali derivano da originari depositi glaciali) che poggiano uno sull'altro, spesso embricati (cioè disposti a tegola); il poco spazio che rimane tra i ciottoli è colmo di sabbie prevalentemente grossolane (1-2 mm) e selezionate. I granuli di sabbia sono costituiti da un gran numero di minerali (principalmente da quarzo, miche, feldspati, anfiboli, pirosseni, ossidi, ecc.) o di frammentini di rocce (graniti, gneiss, metabasiti, marmi, ecc.). Granuli e lamelle di oro (ovvero pepite e pagliuzze), con dimensioni dal limite del visibile (100 micron) a vari millimetri, fanno parte di tale matrice sabbiosa: sono solo alcuni tra i tanti granuli di sabbia, quelli però che l'uomo cercò avidamente di separare e recuperare. Va da sè che l'oro si concentra di preferenza nella matrice dei livelli di ghiaie alluvionali più grossolane, quelle cioè costituite prevalentemente da blocchi e grandi ciottoli, mentre manca o è finissimo negli strati sabbiosi o di ghiaie fini: ad esempio è inutile cercarlo nella grande coltre superficiale di sabbie medio-fini di esondazione, che tappezza la piana più bassa ai due lati dell'attuale alveo della Dora.

I depositi alluvionali auriferi, da grossolanamente a ben stratificati, spessi fino ad alcuni metri, poggiavano su depositi fluviali più antichi ed alterati. La loro superficie sommitale costituiva un piano terrazzato, sospeso sopra un'alta scarpata nel caso di Mazzè, Villareggia e Bessa. L'aspetto che dovevano avere tali depositi è del tutto analogo a quello osservabile negli alvei dei corsi d'acqua attuali. Questo era il *placer* aurifero soggetto a coltivazione:

Che caratteristiche hanno le varie aurifodine?

Dovendo ordinare le varie situazioni che ho personalmente osservato in anfiteatro, mi sembra al momento soddisfacente individuare tre tipologie di aurifodine, differenziate in base al sistema di sfruttamento minerario ("coltivazione") adottato ed alla conseguente morfologia che ne deriva: (i) aurifodine sfruttate tramite canali d'acqua corrente, a cantieri separati, ognuno con discariche a cumuli e a conoidi (Bessa e Mazzè); (ii) aurifodine sfruttate tramite acqua corrente, a cantiere unico omogeneo e continuo, in canali paralleli ravvicinati, con o senza cumuli (Barraccone sulla Dora Baltea di Villareggia); (iii) aurifodine sfruttate senza canali d'acqua, a fosse chiuse e cumuli (regione *Frascheia* di Villareggia-Moncrivello, Madonna della Cella a Borgodale, Ronchi di Torre Canavese-Baldissero ed altri siti minori). In breve, queste tipologie le chiamerò tipo Bessa, tipo Barraccone e tipo Villareggia, rispettivamente.

La Bessa, sul fianco biellese dell'anfiteatro morenico, è l'"area tipo" per la coltivazione di *placer* tramite l'utilizzo di acqua corrente canalizzata. Le aurifodine di Mazzè sono di questo tipo. Come nella Bessa, il deposito alluvionale aurifero formava la sommità pianeggiante di un terrazzo, sospeso a parecchie decine di metri sopra l'alveo del corso d'acqua che lo ha formato (i torrenti Viona, Elvo ed Olobbia per la Bessa; la Dora Baltea per le aurifodine di Mazzè). Conseguenza dell'adozione di analogo sistema di coltivazione, condotto a cielo aperto e non in sotterraneo, è la presenza, in entrambi i siti, di due tipi di discariche di miniera: i cumuli di ciottoli e i conoidi antropici.

Perchè si utilizzarono diversi metodi, per sfruttare dei giacimenti simili, tutti di genesi alluvionale (cioè formati dall'attività di corsi d'acqua)?

Si possono solo fare delle ipotesi, però suffragate da vari elementi, in mancanza di studi di dettaglio e di documentazione archeologica sufficiente a datarli:

Motivi giacimentologici di ordine geologico, geomorfologico e idrologico: diverse tipologie di coltivazione furono adottate in differenti contesti geomorfologici e idrologici. Ad esempio la metodologia impiegata al Barraccone risulta adattarsi alla coltivazione di lembi alluvionali poco potenti (massimo 2-3 m), dalla superficie sommitale ampia e pianeggiante e sospesa di pochi metri direttamente sull'alveo del corso d'acqua. Tale è anche la situazione di un altro sito (l'unico del genere ad essere già noto) nell'alveo del T. Diveria in Val d'Ossola (si veda foto in GIANOTTI, 1996). In entrambi i casi si è in presenza di terrazzi relativamente bassi, sospesi direttamente sui corsi d'acqua (di circa 5 m di altezza sulla Dora Baltea, e di 1-2 m soltanto sull'alveo del T. Diveria): doveva quindi essere agevole apportare acque fluviali sulla superficie del terrazzo, captandole poco più a monte dall'alveo del torrente sottostante. In verità per il Barraccone l'operazione rimane complessa, se si considera l'attuale topografia. Comunque la tipologia del Barraccone (sito straordinario, mai segnalato in precedenza) deve essere ancora del tutto compresa, in quanto non nota in Bessa, che è l'unico sito finora effettivamente studiato. Lembi terrazzati più potenti e/o maggiormente sospesi venivano invece coltivati con il sistema dei cantieri singoli, facenti perno su profonde fosse percorse da acqua corrente canalizzata, ove questa fosse disponibile in sufficiente quantità, altrimenti scavando e portando le ghiaie al fiume per il lavaggio.

Motivi giacimentologici di ordine economico: di volta in volta, in base alla presunta ricchezza del giacimento (dimensioni del lembo aurifero e concentrazioni in oro, basate su saggi) e alla facilità/possibilità di approvvigionamento delle acque, si stabiliva se fosse conveniente apportare ingenti quantità di acqua da siti di approvvigionamento anche molto distanti, oppure limitarsi a scavare e trasportare “a mano” la matrice aurifera al più vicino corso d’acqua o pozza per il successivo “lavaggio”. È evidente che portare acqua alle miniere traendola da un torrente poteva essere relativamente agevole e vantaggioso per la Bessa, dato che tale grande terrazzo è circondato da corsi d’acqua perenni (Viona ed Olobbia), che verso monte in breve raggiungono le stesse quote della sommità del *placer*: in questo caso fu sufficiente sbarrare l’alveo del T. Viona a meno di 2 km di distanza a monte dell’estremità settentrionale della Bessa, per distribuire ai vari cantieri l’acqua necessaria. La stessa operazione risulterebbe al contrario impraticabile, perchè economicamente insostenibile, per le aurifodine degli altri siti, a parte evidentemente Mazzè, in quanto le distanze da superare sarebbero proibitive. Caso esemplare è appunto quello delle aurifodine dello sfioratore di Mazzè: depositi alluvionali di genesi del tutto analoga (se si eccettua la posizione più esterna e distale di Mazzè rispetto allo sfioratore), e dunque forse con tenori simili in oro, furono sfruttati in modo sistematico mediante canali d’acqua a Mazzè, e solo scavati a mano a Villareggia, evidentemente per l’estrema difficoltà di portare acque fluviali sul fianco sinistro, difficoltà invece superabile per il fianco destro.

Motivi tecnologici: differenti tipologie di coltivazione riflettono fasi di coltivazione risalenti a diverse età e effettuate da genti differenti: così la tipologia “Villareggia” (riscontrabile però anche in certi settori della Bessa) potrebbe risalire al periodo *pre*-occupazione romana (vedi Salassi o genti limitrofe), mentre la tipologia “Bessa” ai Romani, notoriamente ottimi ingegneri idraulici (si vedano anche, a tal proposito, le aurifodine dell’Iberia romana, di due secoli più recenti della Bessa, con canali d’acqua lunghi fino a 15 km nel caso del distretto di Valduerna; DOMERGUE, 1978). Questa ipotesi però sembra scontrarsi con l’affermazione di STRABONE sull’utilizzo delle acque della Dora da parte dei Salassi ai fini minerari.

Con quale sistema veniva recuperato l’oro nella Bessa e a Mazzè?

In seguito allo sfruttamento minerario, le discariche minerarie andranno a coprire un’area ben più vasta dell’originario *placer*, a causa delle metodologie adottate. Due tipi fondamentali di discariche vennero prodotte dall’accumulo degli scarti di coltivazione: cumuli di ciottoli e conoidi antropici *s.l.*. È dal loro studio e dalle forme di erosione collegate che si può capire il sistema di coltivazione.

In figura (da GIANOTTI, 1996) è schematizzato in pianta e in sezione il cantiere in uso nella Bessa (ed in parte, con dei distinguo, anche a Mazzè). Come prima operazione, si sbancava la coltre alluvionale aurifera, probabilmente già facendola incidere dall’acqua corrente in fossati, liberandola dai ciottoli di maggiori dimensioni (superiori cioè a circa 15-20 cm di diametro) e dai blocchi: questi venivano accatastati a lato, su aree già sfruttate, a formare dei cumuli di ciottoloni, privi di matrice (e pertanto estremamente permeabili): in tal modo si formò la discarica a cumuli di ciottoli, quella più evidente e che colpisce il visitatore, almeno nel caso della Bessa. Questa discarica copre sostanzialmente lo stesso areale precedentemente occupato dal *placer*: si distribuisce pertanto alla sommità del terrazzo alto, e può venire definita come “discarica superiore a cumuli di ciottoli”. Il resto del sedimento (ciottoli di taglia minore e sabbie aurifere) veniva sottoposta a “lavaggio” entro canali di acqua corrente, che sul terrazzo superiore coincidono con le fosse citate: queste infine confluiscono in un canale che va approfondendosi verso il ciglio del terrazzo. I minerali più densi e pesanti tendevano a raccogliersi in apposite “trappole di concentrazione”, collocate nel primissimo tratto dei canali (come insegnano i cercatori, i granuli d’oro, smossi dal sedimento, si depositano immediatamente e non si muovono più). Comunque il dettaglio di queste operazioni è ancora tutto da ricostruire. La restante parte del detrito, ormai privato della maggior parte dell’oro, defluiva nei canali, fino al loro sbocco, oltre il quale sedimentava liberamente in forma di conoide alluvionale, poggiando a monte sulla superficie della scarpata ed andando verso valle a seppellire la piana sottostante. Si forma così la seconda tipologia di discarica, quella che ho genericamente definito “a conoidi antropici” (GIANOTTI, 1992): essa si distribuisce a valle della discarica a cumuli, a quote nettamente più basse, con la superficie sommitale inclinata che tende a raccordarsi gradualmente a quella del più basso terrazzo alluvionale. Un conoide mostra in pianta una forma a ventaglio aperto o a sezione di cono (da cui il nome), con l’apice (il punto in cui inizia) allo sbocco del canale del terrazzo alto e l’unghia (cioè la parte distale) verso il corso d’acqua sottostante; in sezione longitudinale il conoide ha una forma triangolare. A differenza dei cumuli di ciottoli, che sono privi di struttura al loro interno (sono massivi o caotici), la discarica a conoidi antropici è formata da ghiaie sabbiose ben stratificate, con gli strati inclinati verso valle di 10-15°. Essi ricordano molto i conoidi alluvionali naturali (che si formano allo sbocco delle valli o di incisioni minori), perchè i depositi che li costituiscono sono sedimentati da correnti trattive analoghe a quelle di un corso d’acqua; solo che in questo caso si tratta di acque canalizzate dall’uomo e pertanto i conoidi vanno distinti come “conoidi antropici”. Ad un certo punto della coltivazione i canali del terrazzo superiore venivano prolungati verso valle, sul dorso dei materiali di rigetto della discarica inferiore.

Ora nella Bessa esistono due tipologie di discarica inferiore: quella a conoidi veri e propri, estesi a ventaglio e costituiti da ghiaie sabbiose stratificate, evidentemente sedimentati da acqua corrente: ogni conoide fa capo ad un ampio sistema di fosse e canali del terrazzo superiore; la seconda tipologia è quella a rilevati, della cui struttura interna si sa poco o nulla, ma che certamente supportano anch’essi dei canali: ogni rilevato fa capo ad un singolo breve canale, utilizzato per la coltivazione di un settore poco esteso. Bisognerebbe praticare uno scavo in sezione o, per così dire, affettare uno di questi rilevati, per capire, dalla disposizione delle ghiaie, se si tratta di materiale sedimentato anch’esso dall’acqua corrente (poco probabile, a giudicare dalla forma allungata e dai fianchi ripidi) oppure di un manufatto edificato

direttamente dall'uomo per sostenere dei canali, oppure ancora di una forma complessa, di genesi mista (ad es. sedimentata alla base e costruita nella parte superiore).

Quali differenze esistono tra Bessa e Mazzè? Innanzitutto la posizione dei *placer* rispetto all'anfiteatro morenico: quello della Bessa si allunga nel settore laterale sinistro, mentre quello di Mazzè in posizione frontale.

Una seconda differenza tra Bessa e Mazzè, senz'altro la più evidente, sta nelle dimensioni delle discariche: quelle della Bessa sono molto più estese, complessivamente circa 9 km² (5,2 km² di cumuli più 3,9 km² di conoidi), mentre a Mazzè superano di poco 1 km² (un'area comunque considerevole): più in dettaglio, l'area della discarica superiore, a cumuli di ciottoli, che coincide con il settore soggetto a sfruttamento minerario, si distribuisce su 40 ettari (compresi limitati settori in continuità morfologica, che attualmente non appaiono coperti da cumuli di ciottoli); l'area interessata dalla discarica a conoidi antropici (discarica inferiore) o, più esattamente, dai rilievi antropici canalizzati con morfologia "a rilevato", è quantificabile in 35 ettari o più. Le due discariche minerarie di Mazzè quindi coprono complessivamente 0,75 km². Una stretta fascia di terrazzo fluviale, che si prolunga tra Campagnetti e La Gabriella, mostra morfologie analoghe (rilevati per canali), ben rintracciabili già dall'osservazione di una cartografia a curve di livello (la migliore è la Carta Tecnica della Provincia di Torino a scala 1:5.000); ha inoltre restituito reperti provanti l'espansione delle attività estrattive più a Sud: in particolare sul fronte di una cava abbandonata è stata individuata una sezione di canale (BARENGO, com. pers.). Considerando quindi anche questo settore, l'estensione delle miniere raggiunge i 1,275 km². Nel presente articolo vado a descrivere più specificatamente il settore settentrionale delle aurifodine, prossimo a Mazzè e a Casale, in quanto non ho ancora eseguito rilevamenti di terreno nei settori a Sud della cava Campagnetti. Un altro lavoro necessario per il futuro sarà quello di eseguire un rilievo da fotointerpretazione sul complesso dell'area.

La terza differenza riguarda l'evidenza della discarica superiore a cumuli di ciottoli: mentre la Bessa conserva potenti ed estesi accumuli di ciottoli, localmente non coperti dalla vegetazione per decine di ettari (ed è questo l'aspetto che colpisce il visitatore), le discariche a cumuli di ciottoli di Casale sono talmente sottili (in una cava abbandonata si misura un metro o poco più di spessore, che sembra avvicinarsi già al valore massimo) e discontinue, da apparire ben poca cosa al confronto. Inoltre molti settori probabilmente sono stati successivamente "bonificati", asportando completamente la coltre ciottolosa, e la vegetazione ha potuto crescere ovunque rigogliosa. Penso che sia proprio questo il motivo che fa venire molti dubbi sull'esistenza effettiva delle miniere in quel sito, almeno ad un'analisi superficiale, dubbio però che viene fugato quando si scopre la costituzione del settore posto a quota sottostante, in direzione della Dora.

La quarta ed ultima differenza, a cui voglio accennare, è la più importante per la caratterizzazione del sito di Mazzè: essa riguarda il dettaglio delle discariche minerarie inferiori (quelle dei conoidi antropici): non volendomi dilungare, dirò solo che, mentre nella Bessa prevalgono i conoidi antropici a ventaglio (anche se non mancano affatto le forme a rilevato, poggianti sui conoidi o isolate), a Mazzè risaltano soprattutto le forme a rilevato, in una successione morfologicamente ben esposta e conservata, direi eccezionale nel contesto dell'anfiteatro (e cioè dell'area che conosco direttamente) e a livello perlomeno nazionale (si dovrebbero cercare degli esempi analoghi nelle numerose miniere d'oro romane di Spagna).

Dove venivano captate le acque di lavaggio per le aurifodine di Mazzè?

Questo è uno dei problemi più affascinanti, anche perchè porta ad allargare notevolmente l'area di ricerca sul terreno. Nel caso si volesse utilizzare l'acqua della Dora Baltea, in riferimento al passo di Strabone, bisognerebbe sbarrarne l'alveo perlomeno a monte di Quassolo, anche ipotizzando un'inclinazione bassissima del canale, per poi condurre quest'ultimo sul fianco interno destro dell'anfiteatro in condizioni spesso morfologicamente difficili. Per confronto, l'attuale Naviglio d'Ivrea prende origine dalla Dora Baltea a Ivrea a q. 231 e passa tra Villareggia e Mazzè a q. 226 m, dunque oltre 15 m più in basso della sommità del terrazzo delle aurifodine di Mazzè, con un gradiente medio di appena 18 cm/km (rapporto di 5 m di dislivello su una lunghezza di 28 km). Per inciso, le lunghezze dei canali reali o virtuali che riporto, sono solo indicative, non precisissime e certamente approssimate per difetto (le ho ricavate disegnano delle linee spezzate sulla cartografia al computer usando un programma GIS). È facile dimostrare che sarebbe comunque assurdo captare la Dora Baltea, in quanto a distanza molto più breve dalle aurifodine si incontrerebbe un altro corso d'acqua di notevole portata: il T. Chiusella. Si noti che questo non è un discorso *pour parler*, in quanto proprio sull'utilizzo delle acque della Dora Baltea si fonda l'ipotesi di identificazione delle miniere d'oro salasse citate da Strabone con il sito di Mazzè ed altri minori, Bessa esclusa, sostenuta da PIPINO (1998, 2001 e articolo più recente pubblicato su *internet*). Immaginiamo quindi di progettare una captazione d'acqua dall'alveo del Chiusella, per esempio a q. 275 m (a monte di Peronetto), per portarla attraverso Candia, Vische e la gola di Mazzè al terrazzo sospeso poco a monte delle aurifodine (circa q. 265 m): sono almeno 34 km di lunghezza di canale. Anche accontentandosi delle acque di altri ruscelli che nascono dal fianco interno dell'anfiteatro, che il canale attraverserebbe prima di incontrare il Chiusella (Rio Rudo a Perosa e Rio Borriana a Pranzalito), le condizioni non migliorano sensibilmente (rispettivamente 28 e 30 km di lunghezza).

Piuttosto oneroso risulterebbe anche l'approvvigionamento da ovest, in un diverso bacino idrografico: quello dell'Orco. Infatti l'attuale Canale di Caluso, edificato nel 1556-60 per l'irrigazione della campagna tra San Giusto, Caluso e Rodallo, prende l'acqua dal T. Orco, superando una distanza di 28 km (considerando il tratto dalla captazione di Spineto fino a Caluso e poi la diramazione di Mazzè, anno 1796, fino al Mulino Nuovo), ed evitando con galleria e ponti gli avvallamenti di San Giorgio.

Eppure le evidenze di terreno provano che, nel caso delle aurifodine di Mazzè, vennero adoperati canali d'acqua nella coltivazione del *placer* aurifero: volendo scartare l'ipotesi di approvvigionamento da corsi d'acqua importanti (decisamente per la Dora Baltea, con qualche dubbio per Orco o Chiusella, almeno fino a nuove evidenze), rimane tutta una serie di possibilità, che, al momento, mi sembrano di gran lunga le più probabili: l'acqua veniva captata cioè da uno o più corsi d'acqua minori, che in gran parte nascono direttamente dalla superficie della coltre fluvioglaciale antistante le morene frontali. La ricostruzione "di massima" prevede, ad esempio, che l'acqua venisse captata dal T. Malesina (questo nasce però dalla valle di Campo Canavese) poco a valle della confluenza con i rii Vodopiano e Molinatto (ad una quota intorno ai 260 m, e cioè di 10-15 m superiore alle aurifodine di Mazzè). Lungo il tragitto si potevano eventualmente raccogliere anche le acque di altri modestissimi rii (Morello e Valle Morello, presso San Giacomo; Denoglio e Brueglio; Staglia e Vallunga) prima di passare a Nord dell'attuale Rodallo e poi per Arè giungere poco a sud del cimitero di Tonengo (a q. circa 252 m), con un percorso di 20 km per coprire una distanza di 12 km in linea d'aria. Qui il canale si doveva dividere in due rami: verso NE e poi Nord per le aurifodine di Casale e verso SE per quelle di Torino Nuovo-La Gabriella.

Una ricostruzione "di minima" (BARENGO, 2006) prevede invece la possibilità di sfruttamento di sorgenti locali, poste al piede della morena frontale di Mazzè-Caluso (operazione meno onerosa, ma da verificare per quanto riguarda l'entità delle portate sfruttabili e necessarie). Tra le due ipotesi esiste tutta una gamma di possibilità intermedie, alla ricerca di un compromesso economicamente valido: ad es. captazione dal Rio Valle Morello a q. 275 m, presso il Pilone Vala, e tragitto di "soli" 12 km passando poco sotto il Mulino Nuovo di Mazzè). In ogni caso l'acqua doveva venire trasportata mediante uno o più canali ed infine stoccata all'interno di bacini artificiali, posti a monte del *placer*, per essere utilizzabile per il "lavaggio" delle ghiaie aurifere. Attualmente tali bacini, se conservatisi integralmente e solo colmati di sedimenti (probabilmente più fini di quelli all'esterno), dovrebbero apparire come piani perfettamente orizzontali.

È da considerare anche l'ipotesi, completamente differente, di PIPINO (1998), per cui, oltre (?) alle acque della Dora Baltea si sarebbe utilizzata l'acqua di un lago, attualmente estinto, attraverso lo sfioratore della Valle della Motta tra Caluso e Mazzè; quest'ipotesi deriva da quella introdotta dal notaio AZARIO (1339-1362), contemporaneo di Dante Alighieri, e poi ripresa da vari geologi del passato (MARTINS & GASTALDI, 1850; GASTALDI, 1865; BARETTI, 1877; BRUNO, 1877, 1883; MARCO, 1892; SACCO, 1927 e, soprattutto SACCO, 1928; invece BARETTI, 1893, nega questa possibilità) sull'esistenza di un grande lago cataglaciale, che avrebbe occupato la conca interna dell'anfiteatro morenico di Ivrea, in seguito al ritiro del ghiacciaio balteo alla fine dell'ultima glaciazione (ritiro avvenuto tra i 18.000 e i 16.000 anni fa circa); una situazione simile cioè a quella della maggior parte degli altri anfiteatri morenici pedemontani, denominati appunto dal grande lago che occupa la loro depressione interna (Garda, Verbano, Lario, Iseo e Orta). Però, per soddisfare le esigenze di sfruttamento delle aurifodine, si dovrebbe supporre che il lago fosse sopravvissuto fino ad epoca storica o *proto*-storica, con livello molto più alto di quello attuale di Candia (q. 226 m s.l.m.) e in particolare posto, secondo PIPINO (1998), alla quota dello sfioratore di Valle Motta tra le morene di Caluso e di Mazzè (q. 275 m s.l.m.): ne consegue che tale massa d'acqua avrebbe dovuto colmare tutta la conca interna dell'anfiteatro fino a Pont Sant Martin in Valle d'Aosta. Da notare che nessuno dei geologi citati ipotizza un prolungamento della fase lacustre fino in epoca storica, e BRUNO (1877) nega espressamente l'intervento umano: il lago si sarebbe svuotato naturalmente per approfondimento dello sfioratore di Mazzè (BRUNO, 1877; MARCO, 1892). All'ipotesi di uno svuotamento artificiale del lago è legata la leggenda della Regina Ypa, diffusa in ambito locale.

I seguenti dati di ordine geologico negano questa possibilità. Un unico grande lago con livello a q. 275 (quota dello sfioratore di Valle Motta) non può essersi formato al termine dell'ultima grande espansione glaciale (nota come LGM - *Last Glacial Maximum* o come Wümm superiore) e, tanto meno, conservatosi fino ad epoche recenti: tale glaciazione ha infatti generato, come effetto della massima espansione del ghiacciaio balteo, la cerchia morenica di Andrate-Bollengo (la "Piccola Serra")-Strambino-Parella, quando più a valle la gola di Mazzè era già incisa al di sotto di tale quota e dunque funzionante come sfioratore attivo a quel momento (cioè da lì uscivano tutte le acque di fusione glaciale). I *terrazzamenti* distribuiti a quote molto elevate sul fianco interno delle morene, come quelli di Valle Motta addotti da PIPINO a prova del livello alto del lago, sono in realtà lembi di depositi glaciolacustri (morfologicamente terrazzi di *kame*) sedimentati in piccoli laghi marginali effimeri, generati tra il ghiacciaio e la morena immediatamente più esterna, appena deposta: sono dunque riferibili ad un momento immediatamente successivo all'acme di una data glaciazione, che nel caso in esame, è certamente anteriore ai 60.000 anni fa (verosimilmente si tratta della terz'ultima di una decina di grandi espansioni glaciali, avvenute tra 900.000 e 11.500 anni fa: è quella verificatasi intorno a 145-126.000 anni fa). Depositi glaciolacustri del tutto simili, costituiti da sabbie fini e silt, in parte laminati, contenenti rari *dropstones* (ciottoli che cadono da piccoli *icebergs*) e del tutto privi di resti organici, si distribuiscono a gradinata sul fianco interno delle morene fino a quote molto basse verso la conca interna ed il Lago di Candia. Le oscillazioni di livello di quest'ultimo, durante l'Olocene (gli ultimi 11.500 anni) e, a maggior ragione, storica, non possono che essere state di ordine *sub*-metrico. L'ipotesi della derivazione di acque da un grande lago è pertanto del tutto infondata sia geologicamente che, aggiungerei, storicamente. Anche la formazione di un lago di sbarramento da frana, per un evento catastrofico che avrebbe sepolto la forra di Mazzè (BARENGO, 2006), appare largamente improbabile (occorrerebbe il distacco di milioni di m³ di materiale, evento mai verificatosi da una morena) e non documentato da alcun indizio; inoltre un tale accumulo di prevalentemente sabbie fini sarebbe stato reinciso in breve da un corso d'acqua come la Dora Baltea, una volta formatosi il lago ed impostatosi un emissario.

È doveroso infine ritornare all'interessante ed annosa questione della localizzazione delle miniere d'oro dei Salassi citate da STRABONE (Geografia, IV): dai dati sopracitati emerge che, se si vuole interpretare alla lettera il passo dello

storico greco, non è possibile collegare le miniere d'oro dell'anfiteatro a quelle dei Salassi: infatti in nessuno dei casi noti è praticabile l'utilizzo delle acque della Dora Baltea per la coltivazione mineraria, se non a prezzo di oneri esorbitanti e, in parte, assurdi. Con ogni probabilità furono invece utilizzate acque di altri bacini, però confinanti con quello della Dora (il Viona, per la Bessa; forse il Malesina per Mazzè), oppure di ruscelli nati direttamente dai rilievi dell'anfiteatro o dalla sua coltre fluvioglaciale esterna (certamente Olobbia, Valle Sorda e Riale Candelerò per siti adiacenti alla Bessa; Valle Morello od altri rii per Mazzè). Un ulteriore indizio, a conferma di questa ipotesi, sta nel fatto che le *aurifodine* prive di evidenze di canalizzazioni e di conoidi corrispondono a quei settori preclusi dall'approvvigionamento di acqua (Villareggia, Borgo d'Ale, Torre Canavese, ecc.), se non dalla Dora Baltea o dal T. Chiusella, che, evidentemente, non furono captati. Per inciso, risulterebbe possibile alimentare il sito di Torre Canavese dal T. Chiusella, soltanto con la realizzazione di un acquedotto sospeso (lungo circa 125 m ed alto non meno di 15 m) per l'attraversamento della vallecòla di Pramonico. Dunque: o le miniere di Strabone vanno cercate in altri settori lungo la Dora Baltea (fondovalle montano, conca interna dell'anfiteatro o pianura esterna distale), per cercare conferme ad una interpretazione letterale del passo, oppure si deve ammettere (GIANOTTI, 1996; e, in parte, BRECCIAROLI TABORELLI, 1988 e 1995, e DOMERGUE, 1998) che STRABONE si riferisse genericamente ad un complesso di attività minerarie facenti perno sul (o meglio: intorno al) bacino alluvionale della Dora Baltea, ma nella pratica tutte scollegate da quel fiume: le miniere dei Salassi sono dunque quelle del bordo esterno dell'anfiteatro morenico di Ivrea, probabilmente compresa la Bessa, che era di gran lunga la principale (netta distinzione tra Bessa ed altre miniere è invece sostenuta da CALLERI, 1985, e PIPINO, 1988 e 2001). Infine, se è valida questa interpretazione e tenendo per buono il resoconto di Strabone, si deve concludere che si fece uso di canalizzazioni anche nelle coltivazioni *pre-romane*.

Bibliografia

- AZARIO P. (1339-1362) – *De Bello Canapiciano*. Pubblicato in: *La guerra nel Canavese*, Lions Club, Ivrea, 1970.
- BARENGO L. (1988) –. www.Mattiaca.it
- BARETTI M. (1877) – *Studi geologici sul Gruppo del Gran Paradiso*. Mem. R. Acc. Lincei, 3(1), Roma.
- BERTOLOTI A. (1867-1873) – *Passeggiate nel Canavese*. 7 voll..
- BRECCIAROLI TABORELLI. (1995) – *La Bessa. Indagine nell'area della miniera d'oro romana*. Quaderni della Soprintendenza Archeologica del Piemonte, 13.
- BRUNO L. (1877) – *I terreni costituenti l'anfiteatro allo sbocco della Dora Baltea*. Tip. F.L. Curbis, Ivrea, 65 pp.
- BRUNO L. (1881) – *L'era lacustre nell'Anfiteatro della Dora Baltea*. Boll. CAI, 50.
- CALLERI G. (1985) – *La Bessa. Documentazione sulle aurifodinae romane nel territorio biellese*. Tip. Unione Biellese, Biella.
- DOMERGUE C. (1998) – *La miniera d'oro della Bessa nella storia delle miniere antiche*. In: *Archeologia in Piemonte*, vol 2, Tip. Allemandi, Torino.
- DOMERGUE C. & HERAIL G. (1978) – *Mines d'or romaines d'Espagne. Le district de la Valduerna (Leon)*. Univ. Toulouse –Le Mirail, série B, tome 4, 299 pp.
- DURANDI J. (1766) – *Dell'antica condizione del Vercellese e del borgo di Santhià*. Aldina, Torino.
- GIANOTTI F. (1992) – *Le coltivazioni romane del placer aurifero della Bessa*. In: Dal Piaz G. V. (ed.), *Le Alpi dal Monte Bianco al Lago Maggiore*. Soc. Geol. It., Guide Geologiche Regionali, 3 (a): 196-197. BEMA, Milano.
- GIANOTTI F. (1993) – *Ricostruzione dell'evoluzione quaternaria del margine esterno del settore laterale sinistro dell'Anfiteatro Morenico d'Ivrea*. Tesi di Laurea inedita, Università di Torino, 73 pp.
- GIANOTTI F. (1996) – *Bessa, paesaggio ed evoluzione geologica delle grandi aurifodine biellesi*. Quaderni di Natura Biellese, Eventi e Progetti Ed., Biella, 83 pp.
- LAMI A., MARCHETTO A., LO BIANCO R., APPLEBY P.G. & GUILIZZONI P. (2000) – *The last ca 2000 years paleolimnology of Lake Candia (N. Italy) : inorganic geochemistry, fossil pigments and temperature time-series analyses*. J. Limnol., 59 (1): 3-46.
- MARCO C. (1892) – *Studio geologico dell'anfiteatro morenico d'Ivrea*. Tipografia Garda, Ivrea, 55 pp..
- PIPINO G. (1989) – *Ricerca mineraria e ricerca storico-mineraria*. . Boll. Ass. Miner. Subalpina , 26, 1.
- PIPINO G. (1998) – *L'oro della Bessa*. Notiziario di Mineralogia e Paleontologia , 12.

PIPINO G. (2001) – *Exploitation of gold-bearing terraces in the Cisalpine Gaul region*. Newsletter of the International Liason Group on Gold Mineralisation, 32.

PIPINO G. (?) – *Le aurifodinae dei Salassi e quelle della Bessa*. Museo Storico dell’Oro Italiano, Lerma.

SACCO F. (1927) – *Il glacialismo nella Valle d’Aosta*. Min. LL. PP., Uff. Idrog. Po.

SACCO F. (1928) – *I grandi laghi postglaciali di Rivoli e d’Ivrea*. L’Universo, Milano.

SOLERO P. (1933) – *Appunti sulla storia di Tonengo Canavese*. Pubblicazione postuma a cura di Associaz. Mattiaca, www.Mattiaca.it, Mazzè, 2005.