

Lo stagno del Campigliese: 40 secoli di uso

Auro Pampaloni

Abstract

In the past, many scholars have attempted to find tin sources, in the central Mediterranean area, for bronze production, mostly between the Medium Bronze and Recent Bronze Age (1,700 - 1,200 BC). In this period we can find, in the entire Mediterranean, a series of critical events such as the depletion of the Anatolian tin ores; the advent and rise of the long-distance Cypriot trades; the “Bronze-Age collapse”; the arrival of intra-European and intra-Mediterranean central production&trade places.

With regard to the discussion of tin sources, scholars have fluctuated between recourse to the commonplace of “absence of prehistoric exploitation” or to the Cassiterides myth.

In this paper, I will attempt to demonstrate that the tin from the Campiglia area was available in such quantity to meet, for some centuries, the needs of the central Mediterranean and was of exceptional quality, allowing it to be easily extracted and worked quickly. This paper will also underline that the Cornwall mines have stocked tin in large quantities only after the Roman conquest and that the oldest dating of Erzgebirge mining is medieval.

Sommario

Molti autori si sono cimentati nel passato nel tentativo d'individuare le fonti dello stagno nel Mediterraneo centrale per la realizzazione del bronzo, soprattutto nel periodo fra il Bronzo Medio ed il Bronzo Recente (1.700 - 1.200 a.C.¹). In questo periodo di circa 500 anni, si svolgono infatti una serie di eventi critici per il Mediterraneo: l'esaurimento della fonte primaria di stagno nell'Anatolia centrale, la comparsa prima e lo sviluppo poi dei traffici a lunga distanza della marineria cipriota, il collasso dell'Età del Bronzo, la comparsa di *central places* di dimensione intra-europea ed intra-mediterranea.

Sulle fonti di approvvigionamento dello stagno la letteratura ha oscillato fra l'uso di banalità come l'affermazione “la mancanza di resti di antiche coltivazioni” ed il ricorso al mito delle Cassiteridi identificate da quasi tutti nella Cornovaglia.

In questo lavoro si tenta di dimostrare che lo stagno proveniente dal Campigliese era disponibile in quantità tale da soddisfare almeno per qualche secolo i bisogni delle aree del Mediterraneo centrale; che era di qualità eccezionale e quindi facile da estrarre con poco lavoro. Inoltre si farà presente che le miniere della Cornovaglia hanno fornito stagno in quantità solo dopo la conquista romana e che le più antiche datazioni per l'Erzgebirge sono medievali.

Diritti e Copyrights

Tutte le mappe su cartografia moderna presenti nel volume, se non diversamente indicato, sono state realizzate su una base cartografica fornita da OpenStreetMap². I dati sono disponibili sotto Open Database License³ e la cartografia utilizzata come base è pubblicata con licenza CC-BY-SA.

1 Queste date hanno significato solo per l'Italia centrale tirrenica, indicando l'inizio del Bronzo Medio e la fine del Bronzo Recente, cioè fra l'avvento della facies di Grotta Nuova e l'inizio della cultura Protovillanoviana.

2 <http://www.openstreetmap.org>

3 <http://opendatacommons.org> e <http://creativecommons.org>

Introduzione

I luoghi

A pochi chilometri a Nord-Est da Populonia e dalla costa tirrenica, si elevano dalla pianura della Maremma settentrionale le colline del Campigliese, ancora oggi totalmente ricoperte di vegetazione e macchiate dalle cave di scisti e di feldspati. Campiglia Marittima è ad un'altezza di 230 m s.l.m., mentre le colline che si frappongono verso il mare sono (da Sud a Nord): Monte Valerio (245 m), Monte Spinosa (386 m) e Monte Rombolo (390 m).

Sul lato sud-orientale di Monte Valerio una volta c'era Monte Fumacchio, ormai totalmente scomparso a causa principalmente delle escavazioni di metalli che si sono succedute dagli ultimi anni dell'ottocento fino al termine della seconda guerra mondiale.

Sulla mappa trovate indicato il sito (*) di Orti Bottagone⁴ dove sono stati ritrovati i residui della più antica (4.200 - 4.100 a. C.) attività metallurgica dell'Italia intera, nonché quello di San Carlo (●) poco più recente (3.400 – 3.100 a. C.) entrambi con tecniche di fusione del rame molto evolute⁵.



1: Populonia - 2: Monte Valerio - 3: Monte Spinosa - 4: Monte Rombolo- *: Orti Bottagone - ●: San Carlo

La riscoperta della cassiterite

Oggi, non vi è alcuna evidenza delle miniere esistenti nell'età del bronzo, perché le colline hanno subito interventi minerari in epoca moderna talmente invasivi che la loro intera apparenza è drasticamente mutata. Tuttavia sono documentati⁶ i sopralluoghi compiuti nella seconda metà del XIX secolo dal Simonin e dal Blanchard che danno delle indicazioni poco scientifiche ma comunque interessanti circa lo stato delle vecchie miniere.

Si ricorda che a quel tempo non si sapeva minimamente che a Monte Valerio si trovasse lo stagno e che

	1	2	3
Sn O ₂	92.40	75.18	89.94
Fe ₂ O ₃	3.49	4.—	9.13
Mn ₂ O ₃	—	—	0.93
Cale O ₃	3.34	19.64	—
Pb e Bi	—	tr	—
Materie indeter.	0.77	1.18	—
	100.00	100.00	100.00
Stagno Met:	72.4	58.9	70.7

Analisi del tout venant alle Cento Camerelle (fine '800)

l'area era lavorata solo per il rame ed il ferro. Infatti il Targioni Tozzetti a metà del XVIII secolo⁷ scrive: *“In Monte Valerio adunque del Capitanato di Campiglia, si cava ferro, il quale è molto crudo e consuma troppo carbone nel fondersi. Di questo se ne trova una vena che è densissima, altre che è tutta porosa...”*

Proseguendo il Blanchard le indagini, sempre alla fine dell'ottocento, scopre la cassiterite anche al Fumacchio⁸ ed alla Cavina⁹. Infine trova la cassiterite a Monte Rombolo sia pure in filoni nei quali sono preponderante

4 Cronologia del 4100-4200 a.C. Cfr. F. Fedeli (1995)

5 Artioli (2007) ci dice: *“the samples from Tuscany (CS1 from San Carlo and OB1 from Orti Bottagone) contain iron phase that may be the product of metallurgical processes.”*

6 Confronta l'allegato A riportante la “riscoperta”.

7 Targioni Tozzetti (1754)

8 Percentuale media di stagno metallico: 47%

9 Percentuale media di stagno metallico: 11%

gli ossidi di Fe, As, Pb e Ca.¹⁰ Evidenze di scavi antichi per lo stagno ce le riporta il Blanchard¹¹, che scoprì nel 1873 la miniera di Cento Camerelle e confermò che vi erano state antiche operazioni di estrazione dei metalli, ma solo per la parte inerente ai filoni orizzontali superficiali di cassiterite, senza interessare quelli più profondi di metalli ferrosi. Il Blanchard scoprì poi la cassiterite nelle miniere di ferro pre-esistenti, accennando inoltre ai vecchi scavi di Campo delle Buche, dove, a causa della dimensione e del tipo di pozzi trovati¹², deduce che in antico estraessero anche lì la cassiterite.

Il giacimento di stagno di Cento Camerelle, sul versante occidentale del Monte Fumacchio, era costituito da vene limonitiche ad andamento irregolare incassate nel calcare, contenenti cassiterite granulare quasi compatta.

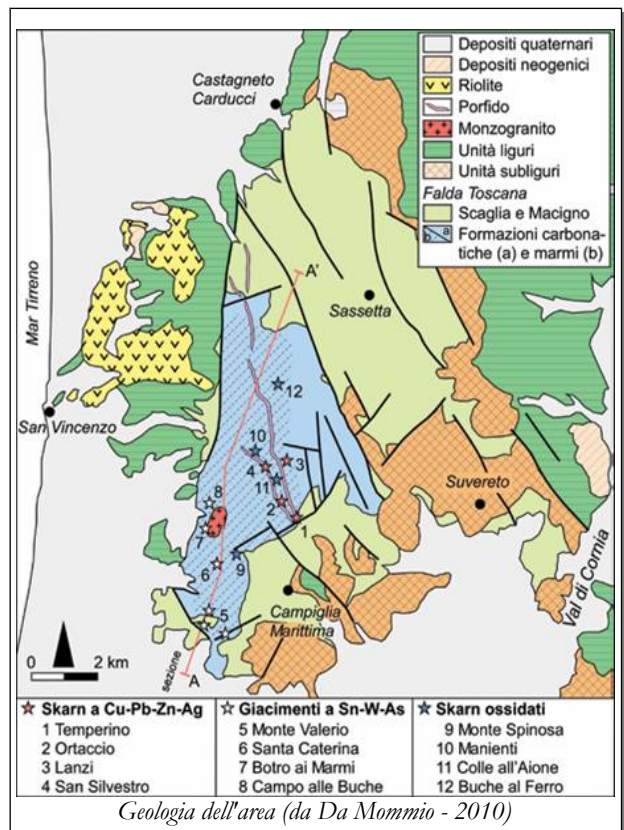
Che il filone venisse lavorato in antico è testimoniato, oltre che dalle evidenze archeologiche scoperte nel secolo scorso, anche dal nome di Cento Camerelle, a indicare il gran numero di vecchie escavazioni. Anche dal vicino Monte Valerio proviene cassiterite, sebbene più povera e impura¹³ di quella del Fumacchio.

Diverso dai primi due è l'affioramento di Monte Rombolo, dove la cassiterite è mista ad arseniati di piombo: i filoni limonitici, sembrano inclinarsi verso il Campo alle Buche. Sia alle Cento Camerelle sia nella contigua località di Cavina ed a Campo alle Buche presso Monte Rombolo, i pozzi antichi erano stati scavati in modo da seguire le vene stannifere.

La conformazione dei pozzetti e la completa ignoranza dei depositi stanniferi prima della loro riscoperta alla fine dell'Ottocento inducono a ritenere che essi possano essere precedenti l'età medievale.

I pozzi sono, infatti, stretti e profondi, differendo alquanto dalla tipologia di quelli medievali del Massetano, i quali, regolati da un'apposita legislazione comunale¹⁴, erano invece idonei all'impiego di argani per il sollevamento del minerale, generalmente rivestiti di muratura e con un'ampia imboccatura.

Le vecchie analisi del Blanchard¹⁵, che gli archeologi criticano, perché non adeguatamente documentate,



10 Percentuale media di stagno metallico: 2%.

11 Come riporta lo Strobel nel Bollettino di Paleontologia del 1879

12 Dalla scheda 63 (Monte Rombolo, Campo alle Buche, Botro ai Marmi, Monte Spinosa) dell'“Inventario del patrimonio Minerario e Mineralogico in Toscana - Aspetti naturalistici e storico archeologici” - Dipartimento Ambiente - Regione Toscana - 1991”: “*si vedevano ancora fino alla metà del secolo scorso i resti di una moltitudine di pozzi e discenderie*”

13 La percentuale di cassiterite sul *tout venant* varia dal 7 al 63% con una media del 25%. Elevata la presenza di sesquiossidi di Fe. La somma degli ossidi di Cu, Pb e Bi non raggiunge lo 1% con un valore medio di circa la metà.

14 “La legge mineraria di Massa Marittima *Ordinamenta super artem fossarum rameriae et argentariae civitatis Massae* fu promulgata in forma definitiva dai Senesi nel 1325, ma era già di fatto conclusa nel 1294, essendosi andata formando a Massa, allora libero comune, tra il 1138 e il 1225 quando l'estrazione dell'argento era al suo acme. Essa costituisce uno dei maggiori contributi italiani all'avanzamento della Scienza e della Tecnica in un settore di economia primaria in cui l'Italia ebbe un ruolo fondamentale per tutto il Medioevo e che spiega, almeno in parte, il fiorire della Toscana in quell'epoca” Da A. Mottana - “Oggetti e concetti inerenti le Scienze Mineralogiche ne *La composizione del mondo con le sue cascioni* di Restoro d'Arezzo (anno 1282)” - Rend. Fis. Accademia dei Lincei - 1999.

15 Non solo: Cfr. anche (Simonin 1858; Coquand 1876; Church 1879; Stroebel 1879)

sono tuttavia in sintonia sia con la documentazione medievale che non fa alcun cenno allo stagno, sia con la logica dell'economia di scavo.

Si suppone infatti, che il toponimo “*Cento Camerelle*” sia da identificarsi nella zona dove lo sforzo estrattivo della cassiterite era il più basso e la resa in stagno¹⁶ era invece la più alta possibile. Non ci dimentichiamo inoltre che nel solo primo anno¹⁷ di riattivazione della miniera in tempi moderni (1876) furono scavate poche tonnellate di minerale dalle Cento Camerelle, ma che produssero ben 8 tonnellate di stagno metallico. Indice questo di come doveva essere la produttività della miniera negli ultimi tempi della sua vita in antico.

Quindi, senza alcuna certezza, ma con un livello di probabilità assai elevato, abbiamo determinato che:

- stando alle numerose osservazioni di fine '800, in tre aree di Monte Valerio a (Cento Camerelle, Fumacchio e Cavina) nonché in una di Monte Rombolo (Campo alle Buche), vi era evidenza di antiche coltivazioni;
- Queste antiche coltivazioni, sempre stando alle osservazioni ottocentesche, presentavano pozzi non certamente di origine medievale;
- In nessun documento di epoca medievale si fa cenno alla lavorazione dello Stagno, ma solo a quella del Rame, dell'Argento, del Piombo, dello Zinco e dei loro differenti minerali. Tuttavia occorre ricordare che vi era necessità di Stagno per la produzione di ceramica smaltata per la quale Pisa era famosa e che nello stesso tempo, la stessa Pisa aveva diritto di sfruttamento del Campigliese.

Le quantità scavate

Dai molti documenti recuperati dall'Università di Siena e disponibili on-line per la consultazione¹⁸, vi sono quelli recuperati dall'ex-archivio RIMIN, società deputata alla ricerca mineraria facente parte del gruppo ENI.

Da questi si può dedurre, pur in presenza d'informazioni non sempre chiare, che l'area di Monte Valerio con i campi minerari stanniferi di Monte Fumacchio e Cento Camerelle ad Est; Cavina a Sud e Santa Barbara ad Ovest; nonché l'area di Monte Rombolo con la sua miniera di Campo alle Buche, hanno prodotto stagno metallico in due periodi:

1. dal 1876 al 1914 per un totale di 104 tonnellate¹⁹;
2. dal 1936 al 1943 per un totale di 1.533 tonnellate²⁰.

Per un totale di 1.637 tonnellate da quando, nel 1875, il Blanchard scoprì la cassiterite ad oggi.

Il Benedettini (1983) nell'espone i suoi dati (fra l'altro nell'introduzione) ci racconta che nel periodo 1936-1947 “*furono lavorate 2.555 tonnellate di cassiterite al 60% di stagno*”. Il che può significare o che realmente la cassiterite contenuta nel minerale selezionato e lavato era pari al 77,5%, oppure che qualcuno si è confuso dato che il valore di 77,5% corrisponde²¹ alla percentuale di stagno contenuta nella cassiterite.

Ma c'è di più. Più avanti, lo stesso autore, forse per dare maggiore credibilità alle cifre, riporta passi della “*Memoria illustrativa della carta mineraria d'Italia*”²² dove si dice che: “*durante l'ultimo periodo di attività della miniera, tra gli anni 1936 e 1947, si produssero poco più di 1.500 tonnellate di stagno metallico,*

16 Le prime analisi del *tout venant* fatte dal Blanchard davano: ca 90% di cassiterite, 9% di sesquiossido di Fe, 1% di sesquiossido di Mn

17 Senza alcun impianto moderno. La laveria fu installata per la cassiterite del Fumacchio a partire dal 1877.

18 <http://www.neogeo.unisi.it/dbgmnew/>

19 Dalla pagina 27 del documento “L'unica miniera di stagno in Italia” (1933)

20 Cfr. Benedettini (1983) pagina 9.

21 Il dato è quello riscontrato in pratica a Campiglia. Il valore teorico è 78,62%.

22 Volume XIV del Servizio Geologico (1975)

contenuto in circa 400.000 tonnellate di minerale stannifero.” Le cifre paiono corrispondere.

Ma poco sopra leggiamo: “verso la fine del secolo scorso, si ebbe una ripresa delle coltivazioni stannifere, che si attenuò alla fine della prima guerra mondiale: in questo periodo si produssero circa 200 Kg di minerale stannifero a tenore in Sn del 29%, 700 Kg a tenore in Sn del 5-3%, e 850 tonnellate a tenore 2%”.

In realtà furono tutte tonnellate e non Kg, come emerge dalle statistiche dettagliate a pag. 27 del documento del 1933 citato sopra.

Un'altra confusione?

È nel Rapporto interno n°14749 RIMIN s.p.a. avente come titolo “Miniera di stagno di Monte Valerio: statistiche delle lavorazioni minerarie e delle ricerche estratte dalle relazioni del Servizio Minerario dall'anno 1936 all'anno 1943” (1975) che emerge una verità molto diversa.

Nel 1936 l'AMMI (Azienda Minerali Metallici Italiani) riceve la richiesta d'indagare su tutte le potenziali mineralizzazioni del territorio, come risposta probabilmente alle sanzioni economiche imposte all'Italia dalla Società delle Nazioni alla fine del 1935.

L'AMMI produce nel 1936 alcuni documenti, poi confluiti nella Biblioteca RIMIN ed etichettati come T-410, T-490 e T-491. Nel mese di Maggio del 1936 la miniera viene riattivata dalla Società Anonima Stagno di Monte Valerio del gruppo AMMI.

Per quanto riguarda l'intervallo dal 1936 al 1943 si ha il summenzionato documento che riporta in dettaglio i fatti. La tabella seguente indica i fatti più salienti registrati in tale documento.

Anno	Prod. di Sn (ton.)	Da:	Lavori (Cento Camerelle = CC; Cavina= CA; Santa Barbara= SB)
1936	11,71	445 ton. al 2,63% di Sn proveniente probabilmente da Cento Camerelle e Cavina	Galleria lunga 170 m di carreggio fra CC e CA + 80 m di nuove gallerie di attacco minerale. A SB venne riarmato il pozzo Cortese, riaperta una nuova galleria “Buca dei falchi” poiché la vecchia era franata ed aperto il nuovo pozzo Vittorio. Alla fine dell'anno inizio costruzione della laveria e della fonderia.
1937	? (1)	Le coltivazioni produssero del minerale rinfuso al 0,25% – 0,35% di Sn.	CC e CA: Furono scavati 3.129 m di gallerie, 31 m di pozzi e 445 m di pozzetti. SB: Non coltivata, in attesa del completamento della laveria. Furono scavati 1.536 m di gallerie, 70 m di pozzi e 119 m di pozzetti. A fine Agosto entra in funzione la nuova laveria.
1938	300,7	108.554 ton. dalle tre miniere. Allo 0,28% di Sn.	CC e CA: Furono scavati 2.895 m di gallerie e 458 m di pozzetti e fornelli. SB: Furono scavati 897 m di gallerie e 181 m di pozzetti e fornelli.
1939	n.d. (2)	n.d.	CC e CA: entrato in servizio il nuovo pozzo Tredici. SB: Approfondito il pozzo Cortese (area Olivastrino).
1940	n.d.	n.d.	Aggiunta terza sezione di lavaggio e nuova sezione ripasso sterili di laveria.
1941	n.d.	n.d.	Coltivazione a CC ostacolata a causa della presenza di acqua. Installate nuove sezioni di arricchimento e costruito piccolo impianto di flottazione per l'eliminazione della pirite.
1942	159,7 (3)	57.647 ton. dalle tre miniere.	Installate nuove sezioni di arricchimento
1943	n.d.		
TOT.	472,1		

(1) Si suppone che la mancata indicazione della produzione sia dovuta al fatto che la laveria è entrata in servizio solo ad Agosto e quindi il tout-venant sia stato stoccato nei piazzali per essere processato l'anno seguente.

(2) La mancata indicazione della produzione per gli anni 1939-1941, cioè del dato più importante di un Giornale di Miniera, è inspiegabile.

(3) Manca l'indicazione della produzione di Sn. Si è supposto che la percentuale media sul tout-venant sia stata uguale a quelle del 1938 e cioè dello 0,28%.

A chi credere quindi?

Alle precise, anche se incomplete, relazioni minerarie del rapporto AMMI, oppure alle generiche indicazioni del Benedettini?

La differenza non è poca: di fronte alle 472 tonnellate documentate si ha una quantità tripla. Si fa

presente che gli estensori del rapporto AMMI avevano certamente non l'interesse di sottacere la produzione o di sminuirla ma casomai il contrario.

Siamo quindi più propensi a credere a questi rapporti il che ci porta a valutare lo stagno estratto in tempi moderni intorno alle 600 tonnellate²³.

Considerando che la stima di Venerandi-Pirri e Zuffardi del 1981 indica in 4.000 tonnellate le mineralizzazioni di Monte Valerio con un cut-off dello 0,3%²⁴ possiamo cautelativamente stimare in circa 3.400 tonnellate di stagno metallico la quantità scavata in antico a Monte Valerio.

23 Esattamente $576,1 = 104 + 472,1$ tonnellate

24 Contro valori anche più bassi (0,28%) scavati in tempi moderni

Il problema dello stagno

Sarebbe troppo semplicistico dire che la molla che ha fatto muovere i metallurghi orientali dal mar Egeo e farli entrare nell'Adriatico e nel Tirreno sia stato il bisogno di ampliare i loro mercati. La spinta primaria è stata, con ogni probabilità, la necessità: lo stagno dei monti Taurus era ormai esaurito, e si dovevano trovare fonti alternative.

Chi fossero questi cercatori di metalli se ciprioti o siriani, se anatolici o filistei non siamo in grado di determinarlo. Sappiamo solo, estrapolando quanto ricavato dai relitti di Uluburun e Capo Gelidonia, che una delle loro fonti di metallo erano le miniere di rame cipriote.

Nel passato si è detto che l'avessero trovato in Afghanistan²⁵, in Cornovaglia, nello Erzgebirge, nella penisola Iberica etc. In verità oggi sappiamo che lo stagno delle miniere della Cornovaglia pare sia stato estratto in quantità solo a partire dal I secolo EV²⁶, che le miniere dell'Estremadura e della Bretagna risulta con certezza che siano state sfruttate massivamente solo a partire dal Bronzo Finale ed infine che molti supposti giacimenti teoricamente utilizzabili non potessero esserlo a causa della bassa percentuale di cassiterite nella roccia²⁷.

Le uniche miniere di stagno fruibili fra il XVII ed il XIII secolo a.C. erano quelle delle steppe del Kazakistan²⁸ e quelle del Campigliese.

Come analizzato in precedenza, si è potuto calcolare che dal solo Monte Valerio²⁹, si siano potute estrarre in antichità almeno 3.400 tonnellate di stagno metallico su un materiale che poteva mediamente contenerne fino a due terzi del peso del materiale scavato³⁰.

Si può quindi grossolanamente stimare che lo stagno estratto in antichità da Monte Valerio e messo in circolazione, abbia potuto generare fino a 40.000 tonnellate di bronzo con una produzione annua di 100 tonnellate di bronzo se limitata solo ai 400 anni in oggetto³¹.

Che è molto, ma molto di più di quello che ci ha raccontato il Muhly³² che indica in 11 tonnellate l'importazione secolare di stagno dell'intera Anatolia. Ma il Muhly non poteva sapere allora del relitto di Uluburun³³ e delle quantità di rame e di stagno ivi ritrovate e che le navi cipriote giravano per tutto il Mediterraneo scambiando prodotti lavorati nonché rame e stagno.

25 Cfr. Cleuziou-Berthoud (1982), ma con poche certezze riguardo allo stagno. Anche indagini più recenti (bacino del Sistan) indicano stagno solo in ppm.

26 Le indagini per la provenienza dello stagno basate sugli isotopi del piombo non sono applicabili ai manufatti di bronzo: molti giacimenti di cassiterite non presentano piombo nemmeno in frazioni di ppm. Di conseguenza il piombo individuato è solo quello del rame. Le uniche analisi scientificamente valide appaiono essere solo quelle sugli isotopi dello stagno. Cfr. Hausteil.

27 Come negli altri depositi minerari dell'Anatolia ed in quelli della Sardegna. Cfr. Valera: "*cassiterite is finely intergrown with major zinc and lead sulfides, and it is only visible under the microscope*" (2005).

28 Cfr. Stollner (2011). Precedentemente Cierny (2003) aveva indicato il Tajikistan e lo Uzbekistan come possibili fonti di stagno quantificando però solo una tonnellata estratta in antico.

29 Non si è tenuto conto nel computo, della miniera di Campo alle Buche, pur scavata in antico, nella zona di Monte Rombolo.

30 Dalle analisi effettuate alla fine dell'ottocento si evince che il contenuto medio di cassiterite nella roccia della miniera di Cento Camerelle era dello 85%, con un contenuto di stagno metallico pari al 66% del materiale estratto, quindi di qualità eccezionale.

31 Più della metà della produzione di ferro dell'Elba stimata dal Mommersteeg in un contesto definito industriale a ca. 150 tonnellate annue per cinque secoli dal VII al II secolo a.C.

32 J. D. Muhly - "*Sources of Tin and the Beginning of Bronze Metallurgy*" - American Journal of Archaeology 89 - 1985

33 Le prime pubblicazioni sul relitto sono posteriori al 1985.

Sappiamo che vendevano³⁴ *oxhide ingots* di rame in Sardegna³⁵, prodotti da miniere cipriote, ma non in Etruria dove la metallurgia nasce già nel neolitico³⁶ e dove già dall'EBA³⁷ circolavano le pannelle³⁸ e le asce, quindi i pani a piccone nonché le palette di produzione locale³⁹.

Pare quindi ragionevole ipotizzare che i ciprioti⁴⁰ navigassero il Tirreno, scaricando gli *oxhide* in Sardegna e poi⁴¹ caricando lo stagno dell'Etruria per lavorarlo e distribuirlo nel circuito orientale.

Pur non enfatizzando la letteratura su tracce archeologiche significative⁴² di porti o di attracchi sulle isole⁴³ o sulle coste del Tirreno settentrionale⁴⁴ per il periodo in oggetto⁴⁵, tuttavia anche alcuni recenti ritrovamenti⁴⁶ ci suggeriscono che l'ipotesi sia da verificare in tale direzione⁴⁷.

In Sardegna esistono modeste vene di cassiterite⁴⁸, ma tali da non poter essere né riconosciute né tantomeno sfruttate in epoca pre-industriale.

In realtà le indagini svolte dall'AMMI poco prima della seconda guerra mondiale non portarono a nulla. Sappiamo solo che aprirono la miniera di Canale Serci, installarono una primitiva laveria e poi più niente. Non risulta che sia stato scavato un kg di *tout-venant*, tantomeno dello stagno. Non sappiamo se ciò sia dovuto alla perdita di documenti od ad altre ragioni, quindi non possiamo estrapolare niente. E' comunque altamente probabile che la cassiterite della Sardegna sia tutta di natura essenzialmente mineralogica ma non mineraria.

Da Gale e Stos-Gale (1987): *“We visited this ore deposit in 1984, noting that the chief ore is a finely and intimately intergrown mixture of sphalerite, galena, pyrite and cassiterite, in which the cassiterite can be recognized only under the microscope, so that it is most unlikely that cassiterite could even have been recognized in it in the Bronze Age, far less separated or utilized. Botti (1936) confirms all our observations, whilst Valera et al. (2005) in their review of tin deposits in Sardinia write of Canale Serci that “Minor cassiterite is finely intergrown with major zinc and lead sulphides, and it is only visible under the microscope. Again the same questions arise: was a primitive tin metallurgy viable for such a primary ore association? Was a cassiterite placer*

34 Per vendere si intende qualunque transazione economica antica, comprendente quindi il baratto con beni e/o servizi.

35 Almeno dal XII secolo a.C.

36 Cfr. il mio articolo “Lead isotopes analysis: risks and errors” recentemente aggiornato

37 Cfr. F. Cattin et alii (2010): alcuni reperti di rame (3 da Ayent/Les Places nel Canton Vallese - Svizzera) ed appartenenti al locale EBA (2.200 - 2.000 a.C.) sono stati fabbricati con rame proveniente dalle miniere dell'area Campiglia-Massa Marittima.

38 Cfr. Aranguren (2005, 2011) che riporta anche gli ultimi ritrovamenti presso le miniere di rame di Massa Marittima (località La Spezia e Serrabottini).

39 Senza dimenticare i primi piccoli lingotti a peso definito come quello rinvenuto a Serrabottini (Aranguren 2005) quasi certamente dell'Età del Bronzo e avente peso pari a 338 gr, cioè prossimo alla libbra cosiddetta italiana (341 gr.) e a quella romana più antica (poi dal IV secolo a.C. con il valore di 327 gr), ma abbastanza lontano dalla libbra etrusca (358 gr. Cfr. Maggiani 2002)

40 Per ciprioti si intendono i metallurghi del medio-oriente. Probabilmente ciprioti ma insieme a non meglio identificati “levantini” (siriani?).

41 In realtà, poiché le correnti nel mar Tirreno sono anti-orarie, almeno nei mesi nei quali si navigava in antico, è più probabile il contrario.

42 Sul tema dice la Grifoni Cremonesi: *“All'Isola del Giglio sono state evidenziate strutture con buche di palo scavate nella roccia e anche a Pianosa è stata trovata una grande capanna delimitata da blocchi di pietre, su uno sperone roccioso che controllava le rotte marittime tra la Corsica e la Toscana. Anche all'isola d'Elba vi sono siti fortificati sulle pendici del Monte Giove”.*

43 Cfr. B. M. Aranguren et alii (1992) dove si fa riferimento a reperti datati al XV secolo a.C.

44 È pure possibile che le nuove linee costiere abbiano ricoperto di sedimenti i vecchi approdi.

45 Nell'intervallo compreso fra il LH I ed il LH III A.

46 Cfr. Aranguren (2011) ed il sito metallurgico di Capo Sparviero (Punta Troia) a Punta Ala datato col radiocarbonio al XVII secolo (fascia XVIII- XVI) a.C.

47 Cfr. Andrea Dolfini (2013, 2014) che propone un nuovo modello per la diffusione della metallurgia del rame nella penisola e nelle isole a partire dalle comunità Eneolitiche dell'Italia centrale tirrenica.

48 Mineralizzazioni di Canale Serci, Perdu Cara

concentration possible in the local morphology? Both answers are negative, because only a modern flotation process can separate and concentrate each ore mineral from such a primary mixture, and only a weak geochemical increase may be expected in the stream sediments derived from the erosion of the Canali Serci lode.

Valera et al. (2005) confirm our own observations that there is no source of lead containing tin in Sardinia available in the Bronze Age, and indeed that the tin occurrences in Sardinia are mostly mineralogical occurrences only, 'with the only hypothetical possibility, though very weak, of a Sardinian tin beneficiation being offered by an eventual small placer from the Perdu Cara mineralisation'".

Lo stagno del Campigliese

I depositi di stagno di Monte Valerio sono stati valutati numericamente dall'Università di Milano.⁴⁹



Monte Rombolo e Monte Spinosa oggi: sullo sfondo Populonia

La potenzialità dei filoni di cassiterite è stata stimata in circa 4.000 tonnellate, ovviamente tutte estratte. Di queste, circa 600 sono state conteggiate nei tempi moderni a partire da quando si è riscoperto che la montagna non aveva solo depositi di rame e ferro, ma anche di stagno.

Mancano circa 3.400 tonnellate, quasi certamente scavate in tempi antichi.

Il lavoro summenzionato contiene tuttavia qualche omissione.

Gli autori non hanno detto che il giacimento di Monte Valerio (con estensione valutata a 3,5 km²) comprende anche Monte Fumacchio, Cento Camerelle e Cavina.

Inoltre non hanno minimamente citato l'altro polo stannifero costituito da Monte Rombolo e Campo alle Buche, distanti da Monte Valerio oltre 3 km.

Non consideriamo errore non aver parlato di Monte Spinosa, poiché le mineralizzazioni di stagno sono una scoperta più recente.

La seconda omissione è relativa alla potenzialità del giacimento, stimato in ca. 1 milione di tonnellate al 5,2% di Cassiterite⁵⁰, tutte estratte.

La situazione dello Stagno nel Campigliese, dev'essere quindi precisata come di seguito indicato:

49 I. Venerandi-Pirri, P. Zuffardi - 1981

50 La Cassiterite pura dà Stagno metallico in rapporto medio di 1:0,77, quindi in totale si parla di 4.000 tonnellate.

Miniera	Giacimento	Quantità estratta	Quantità da estrarre
Monte Valerio	Santa Barbara Cavina Cento Camerelle	ca. 600 tonnellate in tempi moderni (dalla fine del XIX secolo al 1947) compreso anche Cento Camerelle. ca. 3.400 in antico ⁵¹ come differenza fra la potenzialità di Monte Valerio (4.000 ton) e quanto scavato (e documentato) in tempi moderni.	20.000 ⁵²
Monte Rombolo	Campo alle Buche	Quantità certe ⁵³ ma interamente da determinare. Francovich le attribuisce al periodo Etrusco. Tuttavia, la tecnica di scavo è diversa da quella delle Cento Camerelle. ⁵⁴	
Monte Spinosa	Monte Spinosa	Nessuna	Trovato lo Sn nell'indagine del 1991 ⁵⁵

L'inizio della produzione industriale etrusca del ferro comincia nel VII secolo a.C.: in questa data il ferro soppianta il bronzo sia per le armi che per gli utensili domestici e per quelli destinati all'agricoltura, mentre il bronzo viene lasciato per la statuaria e gli oggetti rituali e d'arredamento.

È difficile sostenere che nel periodo di 500 anni (dal VII al II secolo a.C.⁵⁶) durante il quale le aree dell'Elba, di Populonia, del Campigliese, del Massetano, di Vetulonia furono interamente votati ad uno sforzo industriale talmente elevato da produrre fino ad un massimo di 200⁵⁷ tonnellate di lingotti di ferro all'anno⁵⁸, si siano al contempo potuti dedicare ad estrarre anche lo Stagno. Comunque non possiamo escludere che una limitata produzione per la statuaria ci sia stata. Tale produzione possiamo valutarla non superiore a 400 tonnellate di stagno nell'intero periodo, anche se non possiamo escludere importazioni dall'Iberia oppure dalla Bretagna.

A parere di chi scrive, considerando che alcune analisi fatte dal Blanchard sul minerale di Cento Camerelle, mostravano di essere di Cassiterite quasi pura⁵⁹ è molto probabile che siano state sfruttate fin da tempi remoti.

Se pani di bronzo sono stati ritrovati in Etruria occidentale fin dal XXII secolo a.C., evidenze di metallurgia locale del bronzo sono solo invece a partire dal XVIII secolo a.C.⁶⁰

Oltre a Scarseta⁶¹ che si è verificato essere un piccolo villaggio interamente dedito alla metallurgia del Bronzo, anche a Capo Sparviero (Punta Ala) si sono trovati resti di attività metallurgiche risalenti ad un

51 Secondo le analisi del Blanchard il filone “antico” doveva avere un contenuto medio di stagno metallico non inferiore al 70%.

52 Si intende con tecniche industriali moderne. Cfr. Relazione Ing. V. Ticino della Rimin s.p.a. (gruppo ENI) che stima 2 ton. di Stagno metallico al giorno per 30 anni. Tale relazione è in contrasto con quella dell'AMMI del Novembre 43 che stima invece un totale di 93.500 tonnellate di stagno. Sembra che entrambe si riferiscano a Monte Valerio/Santa Barbara con l'esclusione di Cento Camerelle/Cavina. Ma mentre il Ticino lo dice esplicitamente, così non è per l'altra relazione che cita il permesso di scavo e tavole relative.

53 Cfr. scheda 63 (M. Rombolo – Campo alle Buche) da “Inventario del patrimonio Minerario e Mineralogico in Toscana – Aspetti naturalistici e storico-archeologici” - Regione Toscana – Dipartimento Ambiente – Ottobre 1991

54 La cassiterite di Campo alle Buche era molto diversa da quella di Cento Camerelle. Mista ad arseniato di ferro, appariva rossa, con un tenore di stagno metallico nei frammenti di circa il 40-50%. Non fu rintracciata alcuna vena.

55 Cfr. Rapporto T-1404 (biblioteca Rimin) effettuato per conto della Direzione delle Miniere del Ministero dell'Industria, Commercio ed Artigianato.

56 L. Chiarantini, M. Benvenuti - “I bacini di approvvigionamento dei minerali metalliferi e le tecnologie produttive del rame e del ferro” - Edipuglia - 2009

57 Con punte fino a 400 tonnellate in un anno.

58 Con una produzione totale nei 5 secoli, certamente non inferiore a 50.000 tonnellate.

59 Su un Kg di minerale grezzo, il primo campione dava il 92% di Cassiterite, mentre il terzo il 90%.

60 Vedi più avanti per i dettagli.

61 Cfr. Claudio Giardino, Raffaella Poggiani Keller - *Le produzioni metallurgiche del Bronzo Tardo in Maremma: nuove evidenze da Scarseta* - X Incontro di studi Preistoria e Protostoria in Etruria - Settembre 2010

periodo ancora più antico, datato dalle prime indagini radiometriche ad un periodo compreso fra il XVIII ed il XVI secolo a.C.⁶²

A Capo Sparviero i primissimi riscontri hanno documentato una fossa riempita di scorie di lavorazione del rame e frammenti di bronzo e un vaso in impasto, interrato ad una profondità di circa 30 cm e “calzato” da una serie di pietre, grossi frammenti di concotto e pezzi di minerale. Il vaso conservava il contenuto originale, costituito da aggregati concrezionati di minerali; la “carica” di minerale già pronta per la fusione che risulta caratterizzata dalla presenza di elementi carbonatici e silicatici, frammenti di minerali cupriferi e scorie.⁶³

Dello stesso periodo del Bronzo Antico (secolo XXII – XVII a.C.) sono le panelle di bronzo ritrovate a S. Vincenzo e Campiglia Marittima: il che dimostra senz'ombra di dubbio che in tutto il Campigliese, probabilmente a causa delle miniere di stagno presenti sul posto, era fiorente la metallurgia del bronzo. Comunque, nello stesso periodo:

“i ripostigli di bronzi sono 11, situati lungo le vie di comunicazione (le cosiddette vie dei ripostigli); la più importante è quella: Albegna, valle del Fiora, Monte Amiata, che porta alla Val d'Orcia e all'Amiata. Un'altra serie di ripostigli si trova lungo la costa da Livorno a Campiglia e tutte e due indicano chiaramente percorsi tra zone minerarie. Due depositi isolati sono invece sul Monte Verruca (Pisa) e presso Lucca.”⁶⁴

Durante il Bronzo Medio i siti aumentano e sono dislocati tutti sulle vie d'acqua cioè nelle valli in prossimità dei fiumi e lungo la costa in prossimità di golfi e luoghi d'approdo. Anche le isole sono occupate con presidi su alture dominanti il mare come al Giglio, a Pianosa ed all'Elba.

“All'Isola del Giglio sono state evidenziate strutture con buche di palo scavate nella roccia e anche a Pianosa è stata trovata una grande capanna delimitata da blocchi di pietre, su uno sperone roccioso che controllava le rotte marittime tra la Corsica e la Toscana. Anche all'isola d'Elba sono siti fortificati sulle pendici del Monte Giove. Queste scelte insediamentali indicano quindi una forte organizzazione del territorio che controllava gli approdi e le rotte, probabilmente collegata agli scambi di rame e stagno con siti in posizione strategica di controllo e di difesa.”⁶⁵

In questo periodo la presenza della metallurgia è documentata dai frammenti di ugelli di mantice ritrovati nel sito Paduletto di Coltano.

Genesi mineralogica recente (2013)

Recentemente, un gruppo di ricerca guidato da Andrea Dini dell'Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR di Pisa ha prodotto una serie di documenti comprendenti anche un'aggiornata visione sulla genesi dello stagno del Campigliese.

Dice il Dini: *“Monte Valerio, fin dalla sua scoperta nel 1876, è considerato un giacimento di stagno anomalo a causa della notevole distanza dall'intrusione di Botro ai Marmi. I nuovi dati geologici e mineralogici indicano che le mineralizzazioni di Monte Valerio, Pozzatello, Santa Caterina, Botro ai Marmi e Campo alle Buche, nonostante piccole differenze locali, appartengono alla stessa tipologia giacimentologica (stagno-tungsteno-arsenico) e sono legate geneticamente al granito di Botro ai Marmi. Da quelle a diretto contatto con il granito (Botro ai*

62 Cfr. Biancamaria Aranguren, Luca Cappuccini, Mario Cygielman, Pasquino Pallecchi *Attività metallurgiche nell'Età del Bronzo: primi dati dal sito di Capo Sparviero (Punta Ala, GR)* - X Incontro di studi Preistoria e Protostoria in Etruria - Settembre 2010

63 Ed anche: B. Aranguren, L. Cappuccini, M. Cygielman, P. Pallecchi, *Castiglione della Pescaia – Punta Ala loc. Capo Sparviero: un sito metallurgico dell'Età del Bronzo*, in Notiziario della Soprintendenza per i Beni Archeologici della Toscana, 6/2010, Firenze 2011

64 Sempre la Grifoni Cremonesi

65 Ancora la Grifoni Cremonesi

Marmi a quelle poco più distanti (Campo alle Buche e Valle Santa Caterina), fino a quelle molto più lontane (Monte Valerio e Valle Pozzatello), si riscontrano paragenesi mineralogiche primarie simili (cassiterite, scheelite, arsenopirite, pirite, bismutinite ecc.), accompagnate da interessanti paragenesi di alterazione con numerosi arseniati (mimetite, adamite, scorodite, edifane, arseniosiderite ecc.). Lo studio di questi arseniati è ancora in corso e la scoperta di specie abbastanza rare (es. l'arseniato di bismuto, preisingerite, a Monte Valerio; l'arseniato-solfato di piombo e alluminio, hidalgoite e l'arseniato-cromato di piombo e rame, fornacite, a Campo alle Buche) fanno ben sperare per le ricerche future.”

Lo stagno del Campigliese in Sardegna

È molto interessante la completa lettura del volume “Archaeometallurgy in Sardinia” del 2005, curato da F. Lo Schiavo, A. Giunlia Mair e R. Valera.

In particolare i contributi curati degli specialisti delle scienze esatte Giunlia Mair e Valera ci lasciano uno sguardo leggermente diverso da quello che leggiamo sullo stesso tema da ricercatori internazionali che citano fonti datate (tipicamente Muhly e Penhallurick).

Occorre anche dire che anche la Lo Schiavo non coglie fino in fondo i suggerimenti delle scienze esatte e preferisce lasciare il problema insoluto.

Leggiamo dal contributo del Valera circa lo stagno rinvenuto a Villagrande:

“Each analysed cassiterite showed a fairly distinct “personality” with peculiar trace element patterns. However only one sufficiently reliable conclusion can be drawn: i.e., the lack of any link between the Villagrande tin and the Sardinian cassiterites. In fact the Cd-Sb couple has very low values in the Sardinian (Perdu Cara) cassiterites, and the same result is shown by the other cassiterites (Erzgebirge, Nigeria, Spain, China), except for the Monte Valerio sample. In conclusion, the above data bring additional support to the exclusion of Sardinia as mother land of the Villagrande tin. The few samples of other districts we analysed seem to point rather to Tuscany, but the problem is completely open.”

Dal punto di vista strettamente scientifico le ultime 5 parole della citazione sono corrette: si è solo condotta un'analisi chimica su quanto rinvenuto e ciò non è sufficiente ad essere certi.

Anche perché sarebbero state necessarie le analisi isotopiche sullo stagno (Haustein – 2010), sarebbero stati necessari altri campioni di stagno (Portogallo, Cornovaglia, Bretagna) per non incorrere nel rischio di avere una Base di Dati incompleta⁶⁶e indicare conclusioni completamente fuorvianti come invece purtroppo anche negli ultimi tempi è successo e non raramente.

66 Cfr. A. Pampaloni (“Lead Isotopes Analysis: risks and errors”- 2016)

Le altre fonti di stagno

La Cornovaglia

Che lo stagno dalla Cornovaglia sia stato estratto ed usato fin dal Bronzo Antico è un fatto indubitabile. Le quantità di Stagno trovate nei relitti quali quello di Salcombe nonché le analisi sugli isotopi del disco di Nebra⁶⁷ parlano da sole.

Ma le indagini del Meharg⁶⁸ ci hanno fatto ricredere sulle quantità in uso. Il Meharg ha coordinato un gruppo di ricerca che si è avvalso delle misurazioni effettuate sulle carote di torba estratte nell'Inghilterra sud-occidentale che comprende anche la Cornovaglia. Le misurazioni hanno riguardato Rame e Piombo ma in particolare anche lo Stagno. Sul tema dice il Meharg:

*“There is no prolonged elevation of tin inputs at Tor Royal before cal. AD 100, although isolated ‘spikes’ in concentration are evident. These spikes may represent **sporadic tin smelting activity during the pre-Roman period**, rather than ‘noise’ within the dataset, as lower and more stable tin levels are recorded for cal. AD 400–700 and 1000–1400. A sustained rise in tin deposition is observed from ~cal. AD 100, declining to a smooth baseline ~cal. AD 400 (the latter date would be close to the time of departure of the Roman army from Britain). Material evidence for early Roman exploitation of tin is scarce. Rather, it has been argued that the Romans only became interested in British tin following the exhaustion of supplies from Spanish mines by the middle of the 3rd century AD. The data presented here suggest that British tin was continuously exploited earlier in the Roman period than has previously been surmised and that smelting was located close to Tor Royal.”* con alcune conclusioni che vale la pena di riportare:

1. *Investigations in SW Britain have provided detailed chronological and geochemical profiles which for the first time enable us to address with confidence many issues surrounding tin in antiquity.*
2. *The first prolonged elevation of tin influx to a peat profile occurs from ~cal AD 100, declining to a smooth baseline ~cal AD 400. Given dating uncertainties, this would seem to correspond well to the period of Roman occupation in Britain and would conflict with suggestions that the Romans only became interested in British tin following the exhaustion of supplies from Spanish mines by the middle of the 3rd century AD.*
5. *Given the lead–copper relationship, this suggests that any copper mining in this region outwith these periods was not on a substantial scale. At their highest, the figures for lead concentration on Dartmoor for the Roman period are as high, or higher, than for other European sites (including Spain). This is further evidence for local SW British sources dominating the lead deposition, with copper smelting the most probable explanation.*
6. *Our data may provide the first supportive ‘direct evidence’ for the expansion of SW British tin and copper production during the Iron Age.*

Lo Erzgebirge

Per la datazione delle miniere di stagno nello Erzgebirge è sufficiente rimandare a due recenti lavori.^{69 70}

67 M. Haustein (2010)

68 A. Meharg (2012)

69 G. Rapp (2009): *“The first direct evidence for mining in the Erzgebirge dates to the close of the 12th century. Penhallurick (1986) addresses the question by stating, ‘...but tin mining there must have been in the Erzgebirge during the Bronze Age, for without it, the achievements of Europeans metallurgist before the discovery of Cornish ores cannot be explained’”*-

70 Cfr. E. Niederschlag, E. Pernicka, T. Seifert, M. Bartelheim - *“Early Bronze Age tin and copper production in the*

Conclusioni

Abbiamo assodato che lo stagno del Campigliese è stato estratto ed usato per tutta l'età del Bronzo in discreta quantità. Tale quantità, paragonabile nell'arco del tempo a quella della miniera Kestel nel Tauro che ha prodotto 5.000 tonnellate di stagno per 1.000 anni, può essere stimata in circa 3.400 tonnellate molto ipoteticamente⁷¹ così ripartite:

- EBA⁷² (2.300 – 1.700 a. C.) uso solo locale: 300 tonnellate per 600 anni (50 t/secolo);
- MBA (1.700 – 1.300 a. C.) uso locale e forse esportazioni verso est attraverso marineria cipriota/levantina: 600 tonnellate per 400 anni (150 t/secolo);
- RBA-FBA (1.300 – 1.000 a. C.) locale ed area mediterranea: 900 tonnellate per 300 anni (300 t/secolo);
- EIA (1.000- 700 a. C.) locale ed area centro-mediterranea: 600 tonnellate per 300 anni (200 t/secolo);
- Periodo Etrusco e Romano (700 – 100 a. C.⁷³) solo per produzione di bronzistica: 1000 tonnellate per 600 anni (166 t/secolo).

Quindi abbiamo sostanzialmente due periodi: il primo nel quale il bronzo (e di conseguenza lo stagno) rappresenta il metallo primario per qualunque oggetto metallico sia esso per uso civile, militare o per bronzistica sia figurata o no. Nel secondo, che coincide con l'età del Ferro, dove con quest'ultimo metallo vengono realizzati tutti gli oggetti d'impiego civile e militare, il bronzo servirà solo per la bronzistica.

Nell'EBA era ancora disponibile per il medio-oriente lo stagno dei monti Taurus, mentre a partire dal MBA erano forse disponibili le miniere di stagno del Kazakistan, di Monte Cer in Serbia e dell'Inghilterra sud-occidentale. Quanto stagno venisse estratto da queste miniere e fin dove venisse commercializzato è molto difficile e occorrerebbero altre ipotesi anche più fantasiose di quella sopra accennata.

Restando nel campo delle certezze, possiamo soltanto dire che la valutazione di 3.400 tonnellate è altamente conservativa per i seguenti motivi:

- la stima di 4.000 tonnellate di stagno utile per Monte Valerio fatta dall'Università di Milano prevede un cut-off di 0,3% quando ne sono stati estratti volumi con un cut-off di 0,28%⁷⁴;
- non è stato considerato Monte Rombolo con il sito di scavo antico di Campo alle Buche⁷⁵;
- sono state eliminate tutte le ipotesi di scavo medievale⁷⁶, sia per quanto riguarda la tipologia degli scavi rintracciati sia per quanto riguarda le notizie nella documentazione medievale.

Erzgebirge? - 33rd International Symposium on Archeometry, 22-26 April, Amsterdam - 2002.

71 Mi scuso per l'assurdità dell'idea. Ma era importante ipotizzare una parvenza di fruizione anche se gratuita. Quando poi sono venuto a sapere della provenienza dal campigliese del rame dell'ascia di Otzi (la mummia del Similaun) ho capito che forse, pur restando gratuita l'ipotesi, poteva anche essere meno assurda di quando l'ho ipotizzata inizialmente.

72 Il primo ritrovamento di bronzo stannico in area centro-tirrenica è l'anellino di bronzo da Poggio Olivastro (Vulci) datato al tardo Eneolitico

73 Si dà per buona la notizia di Plinio il Vecchio e del senatus consultum che proibiva l'estrazione di minerali sul territorio italiano: "*Haec est Italia diis sacra... metallorum omnium fertilitate nullis cedit terris; sed interdictum id vetere consulto patrum Italiae parci iubentium.*"

74 Il che significa un maggior valore della quantità da sottrarre oppure un ricalcolo del totale utile

75 Estrapolando dai dati antichi (Blanchard, Simonin, Church) in base al numero, larghezza, profondità, concentrazione di cassiterite, Campo alle Buche potrebbe aver prodotto in antico, una quantità di stagno non inferiore alle 500 tonnellate e non superiore alle 1.500.

76 Anche nella scheda 64 (Monte Valerio, Cento Camerelle, Cavina) dell'Inventario della Regione Toscana (1991) in merito allo stagno si dice che: "*non ci sono tracce di coltivazione di questo metallo nel periodo compreso fra l'età etrusca e la seconda metà del XIX secolo*"

Allegato A: A. Church (1879)

“Sul principio del 1875 nel proseguire alcune escavazioni di ematite, nelle vicinanze di Campiglia Marittima, alcuni massi di un minerale pesante, bruno-grigio, attrassero l'attenzione dell'assistente ai lavori, il quale pose a parte un pezzo della pietra a cagione del suo peso non comune.

Il signor Blanchard, ingegnere delle miniere, che visitava frequentemente quelle escavazioni, presa conoscenza di alcuni frammenti del minerale, li spedì a Londra, dove nell'ottobre 1875 furono trovati essere di cassiterite, con piccola quantità di sesquiossido di ferro e di carbonato di calcio...⁷⁷

Fu in uno degli antichi scavi fatti dagli Etruschi o dai Romani a due miglia di distanza a sud-ovest di Campiglia, che fu fatta la scoperta della cassiterite.

L'antica miniera, ora conosciuta sotto il nome di Cento Camerelle, consiste di un numero di piccoli scavi collegati da altrettante gallerie tagliate nell'ematite e nel calcare nei fianchi della collina, detta Monte Fumacchio.

La infiltrazione di acque calcaree durante più di duemila anni ha depositato una crosta stalagmitica da 5 a 6 pollici di spessore sopra i muri delle vecchie gallerie che furono probabilmente abbandonate prima od all'epoca della distruzione di Populonia fatta da Silla, durante le proscrizioni.

Nel medio Evo e nelle epoche successive sembra che gli scavi fossero poco o per nulla continuati nel Campigliese, benché proseguissero attivamente nel vicino Massetano; cosicchè le Cento Camerelle rimasero non più disturbate sino ai tempi affatto recenti.

Nel 1858 il signor Blanchard che dimorava nelle vicinanze quale direttore ed ingegnere della miniera di rame del Temperino, visitò l'antica miniera in compagnia del signor Simonin e la trovò abitata da legioni di pipistrelli donde si era accumulato un deposito di guano sufficiente, essi pensavano, a formar oggetto di un utile speculazione.

La storia moderna della miniera comincia da questa data; nel 1872 il signor Charlon cominciò gli scavi per ematite, rimuovendo le concrezioni calcaree che si erano formate sopra le vene. Nel 1873 essa venne nelle mani dei suoi attuali proprietari e fu lavorata per minerali di ferro.

La vena di cassiterite fu scoperta a circa 15 metri a ponente delle antiche lavorazioni, la sua direzione era dapprima da est ad ovest. Essa variò grandemente in dimensione e direzione, essendo talora da 5 a 7 metri di larghezza e di quando in quando restringendosi fino a pochi centimetri.

Qualche volta la cassiterite era completamente sostituita dall'ematite con la quale era associata.

Il calcare circostante appartiene al Lias inferiore.

Col procedere dell'escavazione si trovò che la cassiterite veniva dal letto orizzontale del minerale in cui furono scavate le Cento Camerelle sui bordi esterni del quale si mostrava in tasche irregolari e fenditure nel calcare.

Si fece così palese che gli antichi lavori dovevano essere stati fatti per l'estrazione della cassiterite e quando seguendo le fenditure queste erano raggiunte, vi si trovò nel rimuovere le concrezioni dai muri della vena, più o meno abbondanti tracce di quel minerale.

Il Monte Fumacchio, in cui furono praticate queste escavazioni è per sé stesso un oggetto di molto interesse

⁷⁷ Il Church riporta le prime analisi effettuate a Londra da Rosenthal sui campioni inviatigli dal Blanchard. La prima segnalava cassiterite al 92,4% (stagno metallico al 72,5%) mentre la seconda dava cassiterite al 75,18% (stagno metallico al 59,15%).

geologico.

Esso prende il suo nome da vapori che si possono vedere durante i mesi d'inverno, uscire da fenditure nel calcare. Questo fenomeno si osserva in altre colline del Campigliese specialmente in una località a circa due miglia ad ovest dal villaggio di Suvereto, detta Buca del Fico, dov'è ora una grotta con un'atmosfera umida e calda, causata evidentemente da un corso sotterraneo di acque calde attraverso la montagna...

Il minerale di stagno estratto dalla miniera di Cento Camerelle conteneva una quantità considerevole di perossido di ferro, che costituiva infatti la ganga principale del filone.

L'aspetto dei più ricchi campioni di minerale ottenuti, era grigio con solo un leggero lustro metallico; i cristalli sono molto piccoli e delle forme più comunemente osservate, prismi dimetrici con sommità ottaedrica.

Questa è la prima scoperta di cassiterite in Italia, se se ne eccettuino i piccoli e rari cristalli geminati che furono associati col berillio e colla lepidolite nel granito tormalinifero dell'Elba.

Più prossimo al mare che a Monte Fumacchio, in continuazione della stessa linea di colline, si eleva con minor pendio Monte Valerio fra la strada ed i boschetti i olivi che giacciono a sud e a sud-est della sua base. Giù da questo pendio della collina scorre un canale e la roccia vi è denudata.

Il calcare è cosparso di roccia scistosa: sui pendii verso sud vi è una considerevole altezza di argilla alluvionale.

Frammenti di roccia si trovano alla superficie, più o meno logorati dall'acqua, ed altri se ne incontrano racchiusi nell'argilla.

Vi sono considerevoli vene di ematite nel calcare in prossimità della base della collina specialmente in un posto ove i Romani o gli Etruschi fecero considerevoli scavi e che è conosciuto con il nome di Cava Vecchia, dove furono trovati antichi picconi e lampade di rame e bronzo.

Moderni scavatori seguendo le tracce di questi primi minatori hanno estratto considerevoli quantità di ferro da queste vene ed estesero le lavorazioni nel luogo da lungo tempo abbandonato da essi.

I lavori antichi sono più rozzi che alle Cento Camerelle e non presentano gallerie o camere, ma semplicemente consistono in uno scavo in pendio che segue l'andamento del filone e fatto evidentemente per l'estrazione dell'ematite...

In recenti esplorazioni alla Cava Vecchia furono trovati nell'argilla dei pezzi di roccia disaggregata e fra questi, alla profondità di 30 o 40 piedi s'incontrarono dei pezzi di cassiterite durante la primavera del 1876.

Essi erano differenti all'apparenza da quelli delle Cento Camerelle: di color rosso simili ad ematite, ma contenenti dal 40 al 50% di stagno.

Esaminando accuratamente i pendii della collina sopra la miniera non si poté scoprire alcuna vena di minerale per dar ragione dei massi disgregati sparsi al di sotto, ma nel campo a sinistra del canale si scoprirono frammenti di minerale di stagno molto simili in apparenza alla roccia scistosa più copiosamente sparsa all'intorno ma che non conteneva cassiterite.

Nella Cava Vecchia i frammenti di cassiterite che furono frequentemente trovati disseminati nell'argilla contenevano il 61% di stagno ma non fornivano, per la loro posizione, indizio a scoprire l'origine dei frammenti del minerale di stagno...

Continuando l'esplorazione nelle vicinanze fu fatto un esame all'est di Monte Fumacchio nel posto detto La Cavina, dove una piccola vena di ematite era stata messa allo scoperto nel 1875 ed abbandonata per la sua minore importanza.

Un poco sopra questa piccola escavazione, il caporale di servizio osservò il principio di una lavorazione antica situata nella stessa vena, i muri esterni della quale portavano tracce di cassiterite.

Il lavoro qui consisté dapprima nella rimozione del calcare contenente solo tracce di minerale di stagno, finché la galleria raggiunse un'apertura nella roccia le cui pareti erano coperte da concrezioni calcaree.

In questa si trovò qualche quantità di una terra rosso-chiara amorfa, contenente dell'arseniato di ferro associato a cassiterite. Accompagnavano la cassiterite rame, bismuto e piombo in piccole quantità come alle Cento Camerelle...

Nel principio del 1878 fu aperta una nuova miniera di stagno tre miglia a Nord ed in un'altra catena di colline al piede di Monte Rombolo, già prima menzionato.

Questa località è nota con il nome di Botro ai Marmi, dall'antica cava etrusca ora pochissimo lavorata.

Affatto vicino ad essa si presentano numerose vene di ematite che attraversano il calcare saccaroide.

Sul fianco di Monte Calvi le antiche miniere sono numerosissime ed ampie, alcune probabilmente essendo ancora inesplorate dai moderni ed altre esaurite dai primitivi lavoratori.

Profondi pozzi eseguiti con molta cura s'incontrano talvolta nei boschi che coprono i fianchi montuosi, altri, come la Buca del Colombo e la Buca del Serpente penetrano verticalmente nella sommità della collina...

A Ponente vi è un tratto di terreno a livello coperto di cespugli chiamato il Campo alle Buche per il numero dei fossi e dei pozzi ivi scavati dagli antichi. La vigoria con cui erano condotte queste escavazioni da quei primi lavoratori, senza polvere, senza dinamite e senza la forza del vapore è veramente notevole; quei resti abbondanti della loro industria darebbero a divedere che i filoni minerali di questa regione rendevano loro un prodotto metallifero di grande valore. I pozzi al Campo alle Buche hanno talora la profondità di 40 o 50 piedi, qualcuno credo che sia più profondo, in essi si trovarono tracce di piombo e di rame, furono evidentemente abbandonati come non remunerativi...

Bibliografia⁷⁸

Geologia e Mineralogia

1. G. Targioni Tozzetti - «Relazioni d'alcuni viaggi Fatti in diverse Parti della Toscana, per osservare le Produzioni Naturali e gli Antichi Monumenti di essa» - Tomo Sesto - Firenze: Stamperia Imperiale - 1754
2. A. D'Achiardi - «Mineralogia della Toscana» - 2 volumi - Pisa - 1875
3. F. Blanchard - «Sulla scoperta della Cassiterite a Campiglia Marittima» - Nota dell'Ing. F. Blanchard presentata alla R. Accademia dei Lincei dal socio Stella nella seduta del 6 Febbraio 1876
4. A. H. Church - «La scoperta del minerale di stagno in Italia e sua relazione con la lavorazione del bronzo presso gli antichi» - Bollettino n° 7 e n° 8 del R. Comitato Geologico d'Italia - Tipografia Barbera - 1879 (T- 1288 Biblioteca RIMIN)
5. B. Lotti - «Sulla genesi dei giacimenti metalliferi di Campiglia Marittima» - Bollettino Comitato Geologico - 1900
6. B. Lotti - «Geologia della Toscana. Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia» Vol. XXIII - Roma - Rebertho & C. - 1910
7. E. Cortese - «Relation sur la mine d'etain de Monte Valerio (Toscane) - Gènes - 31 Décembre 1910
8. AA. VV. - «L'unica miniera di stagno in Italia» - Tipografia Simoncini - 1933 (Volume T-890 della Biblioteca RIMIN)
9. Vittorio Novarese - «Sulle concessioni minerarie stannifere di Monte Valerio e Santa Barbara (Campiglia)» del 26 Febbraio 1936 (Volume T-410 della Biblioteca RIMIN)
10. Sanna & Fenzi - «Considerazioni sul giacimento stannifero di Monte Valerio (Campiglia Marittima)» del marzo 1936 (Volume T-490 della Biblioteca RIMIN)
11. Zaccagnini et alii - «Sopralluogo effettuato il 1 Aprile 1936 a Monte Valerio» - (Volumi T-491 e T-620 della Biblioteca RIMIN).
12. A. Stella - «Rapporto al Presidente dell'AMMI intorno alla miniera di Monte Valerio» - AMMI - 20 Luglio 1937 - (T-498 Biblioteca RIMIN)
13. A. Stella - «Nuovi studi sul giacimento di stagno del campigliese» - Pubblicazione dell'Accademia dei Lincei Vol. XXVII - Fasc. 11 - 1938 (Volume T-345 della Biblioteca RIMIN)
14. AA. VV. - «Miniera di stagno di Monte Valerio: statistiche delle lavorazioni minerarie e delle ricerche estratte dalle relazioni del Servizio Minerario dall'anno 1936 all'anno 1943» - Rapporto interno n°14749 RIMIN s.p.a. - Aquater - 1975 (T-510 Biblioteca RIMIN)
15. AA. VV. - «Memoria illustrativa della carta mineraria d'Italia (scala 1:1.000.000). Mem. per servire alla descrizione della carta geol. D'Italia» - XIV - a cura di G. Gastaldo, S. Stampanoni - Servizio Geol. D'Italia -Tipografia Ugo Pinto - 1975
16. I. Venerandi-Pirri, P. Zuffardi - «The tin deposit of Monte Valerio (Tuscany): new factual observation for a genetic discussion» - Rendiconti Società Italiana di Mineralogia e Petrologia - 37 - 1981
17. A. Dallegno, F. Rodeghiero - «Lineamenti Geologici e Giacimentologici della regione di Campiglia Marittima. Prime Valutazioni sulla potenzialità di nuove aree.» - Rapporto RIMIN - 29 Marzo 1982 (T-1033 Biblioteca RIMIN)
18. G. Tanelli, C. Cipriani - «Risorse minerarie ed industria estrattiva in Toscana. Note storiche ed economiche» in Atti e Mem. Acc. Tosc di Scienze e Lettere La Colombaria, XLVIII - 1983
19. G. Benedettini - «Le miniere a Campiglia dagli etruschi ai giorni nostri» - Associazione intercomunale Val di Cornia - 1983
20. L. Willies - «The Mines at Campiglia Marittima, Livorno, Italy» - Bulletin of the Peak District Mines Historical Society - Vol. 11, Number 1, Summer 1990
21. AA. VV. - «Prospezione geochimica di dettaglio per Stagno ed elementi associati, nell'area di Monte Spinosa, presso Campiglia Marittima» - Ministero dell'Industria, Commercio ed Artigianato - Direzione generale delle Miniere - 1991 (T-1404 Biblioteca RIMIN)

78 Mi scuseranno gli archeologi se ho usato un metodo per loro inusuale nell'elencare i riferimenti bibliografici. Questi, anziché in ordine alfabetico, sono prima suddivisi per area di pertinenza, quindi elencati in ordine temporale.

22. AA.VV. - «Inventario del patrimonio Minerario e Mineralogico in Toscana - Aspetti naturalistici e storico archeologici» - Dipartimento Ambiente - Regione Toscana - 1991
23. G. Tanelli, F. Morelli, M. Benvenuti - «I minerali del campigliese: Beni Ambientali, Culturali ed Industriali» - Bollettino Soc. Geol. It. 112 – 1993
24. S. Santini - «Una sintesi storica dell'industria mineraria in Italia» - Ministero dell'Industria – Roma 1996
25. A. Mottana - “Oggetti e concetti inerenti le Scienze Mineralogiche ne *La composizione del mondo con le sue cascioni* di Restoro d'Arezzo (anno 1282)” - Rend. Fis. Accademia dei Lincei - 1999.
26. P. Orlandi - «Siti di interesse minerario e mineralogico della Provincia di Pisa» in Piano territoriale di Coordinamento del 27 Luglio 2006 - Provincia di Pisa
27. C. Ciccarelli, S. Fenoaltea - «La produzione industriale delle regioni d'Italia, 1861-1913: una ricostruzione quantitativa 1. Le industrie non manifatturiere» - Banca d'Italia -2010
28. A. Da Mommio et alii - «Valorizzazione del geosito 'sezione Coquand', miniera del Temperino (parco Archeominerario San Silvestro- Campiglia Marittima)» - Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Serie A, 115 – 2010
29. M. Benvenuti, C. Giardino, A. Corretti - «A short summary of research questions for iron in Italy» - ESF Exploratory Workshop “Iron and Change in Europe - The First 2000 years” - 2010
30. AA. VV. - «Inventario dei siti minerari della regione Toscana» - Lamma-CNR- 2011
31. G. Vanagolli - «Miniere e ferro dell'isola d'Elba» - Le opere ed i giorni - 2012
32. A. Dini et alii - «Campigliese: miniere e minerali» - Catalogo Mostra - Bologna - 2013
33. Dini A., Senesi F. «I giacimenti di Sn-W-As. Monte Valerio, Pozzanello, Santa Caterina, Botro ai Marmi e Campo alle Buche» - Riv. Mineral. Ital. - 2013
34. M. Benvenuti, A. Dini et alii - «The tungsten and tin signature of iron ores from Elba island (Italy): A tool for provenance studies of iron production in the Mediterranean region» - Archaeometry 55, 3 - 2013
35. Dini A., Vezzoni S., Rocchi S. - «Geologia e minerogenesi. Evoluzione del pensiero scientifico nel Campigliese.» - Riv. Mineral. Ital., 37, 1 - 2013
36. M. Benvenuti et alii - «Studying the Colline Metallifere mining area in Tuscany: an interdisciplinary approach» - in Research and Preservation of ancient mining areas - Yearbook of Institute of Europa Subterranea - 2014
37. A. Huska et alii - «Placer Tin Ores from Mt. Cer, West Serbia, and Their Potential Exploitation during the Bronze Age» - Geoarchaeology: An International Journal 29 (2014) - Copyright C 2014 Wiley Periodicals, Inc.
38. J. Thomalsky et alii - «Early mining and metal production in Afghanistan: The first year of investigations» - Deutsches Archäologisches Institut - 2015

Archeometria

39. N. Campana, Z. Stos-Gale et alii - «Miniere e metallurgia in Liguria fra IV millennio e IV secolo B.C.» - All'insegna del Giglio - Firenze - 1996
40. G. Cascone, A. Casini - «Pre-industrial Mining Techniques in the Mountains of Campiglia Marittima (Livorno)» - Craft Specialization: Operational Sequences and Beyond, Papers from EAA Third Annual Meeting at Ravenna 199, Volume IV, BAR International Series 720 - 1998
41. E. Pernicka - «Trace elements fingerprint of ancient Copper: A guide to Technology or Provenance?» in *Metals in Antiquity* - BAR International Series 792 - 1999
42. N. Benvenuti et alii - «Iron, copper and tin at Baratti (Populonia): smelting processes and metal provenances» - Historical Metallurgy - 2000
43. E. Niederschlag et alii - «Early Bronze Age tin and copper production in the Erzgebirge?» - 33rd International Symposium on Archeometry - 2002
44. L. Vigliotti et alii - «Etruscan archaeometallurgy record in sediments from the Northern Tyrrhenian Sea» - Journal of Archaeological Science - Vol. 30 - July 2003
45. E. Pernicka - «Archeometallurgy: Examples of the application of scientific methods to the provenance of archeological metal objects.» In: M. Martini, M. Milazzo, M. Piacentini (eds) *Physics methods in archaeometry*. SIF, Bologna and IOS Press - Oxford - 2004
46. M. J. Baxter, S. Porcinai et alii - «Clustering with KDEs: Art Historical and Archaeological applications» - Computer Applications in Archaeology proceedings (CAA99) - 2004
47. R. G. Valera, P. G. Valera, A. Rivoldini - «Sardinian ore deposits and metals in the Bronze Age» In: *Archeometallurgy in Sardinia* (F. Lo Schiavo, A. Giunlia-Mair, R. Valera, U. Sanna eds.), Monographies

- Instrumentum 30 - Éditions Monique Mergoïl - Montagnac - 2005
48. N. H. Gale - «Lead Isotopes studies - Sardinia and the Mediterranean Provenance studies of artefacts found in Sardinia» in *Archaeometallurgy in Sardinia - Instrumentum 23* - 2006
 49. F. Colpani, G. Artioli et alii - «Il rapporto isotopico $^{63}\text{Cu}/^{65}\text{Cu}$ nelle mineralizzazioni cuprifere: applicabilità come tracciante del rame protostorico» - IV Congresso Nazionale di Archeometria -Pisa - Febbraio 2006
 50. N. Nefazati, E. Pernicka, M. Momenzadeh - «Ancient tin: Old question and a new answer» - *Antiquity* Vol 80 No 308 June 2006
 51. E. Buresta et alii - «Indagini archeometallurgiche su reperti preistorici della Val di Chiana: lo sfruttamento dei giacimenti toscani nelle prime fasi dell'età dei metalli» - *Rivista di Scienze preistoriche* - LVI - 2006
 52. F. Cattin et alii - «The Swiss Alps as a copper supply for Early Bronze Age Metallurgy? A Lead Isotope Analysis» - International Conference on archaeometallurgy in Europe - Ed.: Associazione Italiana di Metallurgia -2007
 53. Artioli, G., Angelini, I., Burger, D., Bougarit, E., & Colpani, F. - «Petrographic and chemical investigations of the earliest copper smelting slags in Italy: Towards a reconstruction of the beginning of copper metallurgy.» In *Archaeometallurgy in Europe* - 2007
 54. Bulgarelli, M. G., & Giunlia-Mair, A. . «Un anellino metallico dal sito Neo-Eneolitico di Poggio Olivastro (Canino, Viterbo)». In P. Petitti & F. Rossi (Eds.), *Aes: Metalli Preistorici dalla Toscana* (pp. 12-13). Valentano: Museo della Preistoria della Toscana. - 2008
 55. Zofia Stos-Gale, Noel Gale - «Metal provenancing using isotopes and the Oxford archaeological lead isotopes database (OXALID)» - *Archaeol Anthropol Sci* - 2009
 56. M. Marelli, G. Artioli et alii - «Improving the quality of $^{63}\text{Cu}/^{65}\text{Cu}$ ratio determination by ICP-QMS through a careful evaluation of instrumental performances» - *J. Anal. At. Spectrom.* - 2010 - 25
 57. M. Haustein, C. Gillis, E. Pernicka - «Tin-isotopy: a new method for solving old questions» - *Archaeometry*, 52 - 2010
 58. C. Giardino, D. Steiniger - «Evidenze di miniere preistoriche nell'Etruria meridionale» - *Archeometallurgia: dalla conoscenza alla fruizione - Edipuglia* - 2011
 59. I. Giunti - «Geochemical and Isotopic Tracers in Copper deposits and ancient artifacts: A Database for provenance» - tesi di dottorato della Scuola di Dottorato in Scienze della terra dell'Università di Padova - 2011
 60. F. Cattin et alii - «Provenance of Early Bronze Age Metal Artefacts in Western Switzerland Using Elemental and Lead Isotopic Compositions and their Possible Relation with Copper Minerals of the Nearby Valais» - *Journal of Archaeological Science* - 2011
 61. A. A. Meharg et alii - «First comprehensive peat depositional records for tin, lead and copper associated with the antiquity of Europe's largest cassiterite deposits» - *Journal of Archaeological Science* 39 – 2012
 62. J. Ling et alii - «Moving metals or indigenous mining? Provenancing Scandinavian Bronze Age artefacts by lead isotopes and trace elements» - *Journal of Archaeological Science* - 2012
 63. D. Nickel et alii: «Identification of forgeries by measuring tin isotopes in corroded bronze objects» - *Archaeometry* vol. 54 - 2012
 64. A. Meharg - «Bogged down in history» - *Planet Earth* - Summer 2012
 65. L. Perrucchetti et alii - «Physical Barriers, Cultural Connections: Ancient Metallurgy Across the Alpine Region» - 40th International Symposium on Archaeometry - 2014
 66. L. Molofsky - «A novel approach to lead isotope provenance studies of tin and bronze: applications to South African, Botswanan and Romanian artefacts» - *Journal of Archaeological Science* - 2014
 67. M. Villa, F. Cattin et alii - «Elemental and Lead Isotopic Data of Copper Finds from the Singen Cemetery, Germany - a Methodological Approach to Investigate Early Bronze Age Trade Networks» - 40th International Symposium on Archaeometry - 2014
 68. G. Gruppe - «Transalpine mobility and culture transfer from the Urnfield Culture into Roman times: Isotopic mapping of a Central European Alpine passage» - 40th International Symposium on Archaeometry - 2014
 69. G. Artioli et alii - «Prehistoric copper metallurgy in the Italian Eastern Alps: recent results» - *Historical Metallurgy* 47(1) -2014
 70. J. Ling et alii - «Moving metals II: provenancing Scandinavian Bronze Age artefacts by lead isotope and elemental analyses» - *Journal of Archaeological Science* 41 – 2014
 71. E. Pernicka - «A short History of Provenance Analysis of Archaeological Metal Objects» in B.W. Roberts, C. P. Thornton (eds.), *Archaeometallurgy in Global Perspective* - © Springer Science+Business Media NewYork 2014
 72. Milan Farský - «View of artefacts from the Bronze and iron Age in the Ore Mountains in areas where was panning

- tin ore from topographical and geological perspective. The problem of Mediterranean tin.» - www.academia.edu - 2014
73. L. Perrucchetti et alii - «Physical Barriers, Cultural Connections: Ancient Metallurgy Across the Alpine Region» - 40th International Symposium on Archaeometry - 2014
 74. M. Villa, F. Cattin et alii - «Elemental and Lead Isotopic Data of Copper Finds from the Singen Cemetery, Germany - a Methodological Approach to Investigate Early Bronze Age Trade Networks» - 40th International Symposium on Archaeometry - 2014
 75. G. Gruppe - «Transalpine mobility and culture transfer from the Urnfield Culture into Roman times: Isotopic mapping of a Central European Alpine passage» - 40th International Symposium on Archaeometry - 2014
 76. K. A. Yener et alii - «New tin mines and production sites near Kultepe in Turkey: a third-millennium BC highland production model» - Antiquity Publications Ltd - 2015
 77. A. Addis, G. Artioli et alii - «LBA copper smelting slags from Luserna (Trentino, Italy): Interpretation of the metallurgical Process»- Archaeometry - 2015
 78. J. Garner - «Bronze Age tin mines in central Asia» - in Archaeometallurgy in Europe III - Bochum – 2015
 79. T. Earle, J. Ling, Z. Stos-Gale et alii - «The Political Economy and Metal Trade in Bronze Age Europe: Understanding Regional Variability in Terms of Comparative Advantages and Articulations» - European Journal of Archaeology – 2015
 80. E. Nielsen - «A Late Bronze-Age tin ingot from Sursee-Gammainseli (Kt. Luzern)» - ARCHÄOLOGISCHES KORRESPONDENZBLATT - NOVEMBER 2015
 81. A. Dolfini, C. Giardino - «L'archeometallurgia preistorica nel Mediterraneo centrale. Bilanci e programmi agli inizi del XXI secolo» - Studi di antichità 13 - Congedo Editore - 2015
 82. G. Artioli, I. Angelini, et alii - «Ceramiche tecniche, scorie, minerali e metalli: interpretazione del processo metallurgico». In Fedeli F, Galiberti A, editors. Metalli e metallurghi della preistoria. L'insediamento eneolitico di San Carlo-Cava Solvay, Pontedera: Tagete Edizioni; 2016
 83. G. Brugmann, D. Berger, E. Pernicka - «Determination of the Tin Stable Isotopic Composition in Tin-bearing Metals and Minerals by MC-ICP-MS» - Geostandards and Geoanalytical Research – 2017
 84. G. Artioli, I. Angelini et alii - «Long-distance connections in the Copper Age: New evidence from the Alpine Iceman's copper axe» - PLOS ONE Published: July 5, 2017
 85. A. Pampaloni - «Lead Isotopes Analysis: Risks and Errors» - www.academia.edu - 2017

Archeologia

86. A. Zifferero - «Miniere e metallurgia estrattiva in Etruria meridionale: per una lettura critica di alcuni dati archeologici e minerari» - Studi Etruschi LVII – 1991
87. B. M. Aranguren, P. Perazzi, P. Rendini, «Isola del Giglio: testimonianze dal Castellare del Campese» - *Rassegna di Archeologia* 10 (1991-92)
88. R. Drews - «The end of the bronze age. Changes in warfare and the catastroph ca. 1200 B.C.» - Princeton – 1993
89. J. D. Muhly - «Early Bronze Age Tin and the Taurus» - American Journal of Archaeology 97 - 1993
90. F. Fedeli - «Scavo di un insediamento eneolitico nel distretto minerario del Campigliese» - Preistoria e Protostoria in Etruria. In *Atti del II Incontro di Studi* - Centro Studi di Preistoria e Archeologia - Milano – 1995
91. AA. VV. - «Datation à l'Âge du bronze d'une exploitation de cassitérite dans le Finistère» - In: Bulletin de la Société préhistorique française - 1998, tome 95, N. 4. pp. 598-600.
92. A. Zanini - «Rapporti tra Veneto ed area medio-tirrenica nel bronzo finale. Nuovi contributi per la definizione del problema» - Atti del XX convegno di studi etruschi ed italici – ed. Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali – Pisa, Roma - 1999
93. A. J. Nijboer, J. van der Plicht, A. M. Bietti Sestieri and A. De Santis, "A High Chronology for the Early Iron Age in Central Italy," *Palaeohistoria* 41/42 – 1999/2000
94. C. Pare - «Bronze and the Bronze Age» in Metals Make the World Go Round – Oxbow Books - 2000
95. D. Ridgway, F. R. Serra Ridgway, M. Pearce, E. Herring, R. D. Whitehouse, J. B. Wilkins, ed. - «Ancient Italy in its Mediterranean setting: Studies in honour of Ellen Macnamara» - London - 2000
96. N. Negroni Catacchio - «Contatti e scambi nell'Etruria Pre e Proto-storica» - in *L'Etruria tra Italia, Europa e mondo Mediterraneo* - Centro Studi di Preistoria e Archeologia - 2000

97. B. M. Aranguren, P. Perazzi - “Un approdo sulle rotte del Tirreno centrale: l’Isola del Giglio” in *Atti del IV Incontro di Studi di Preistoria e Protostoria in Etruria* - Centro Studi di Preistoria e Archeologia - Milano 2000
98. R. Grifoni Cremonesi - “Le Néolithic ancien de Toscane et de l’Archipel toscan” - Bulletin de la Société Préhistorique française - 2001
99. M. Pacciarelli - “Dal villaggio alla città. La svolta protourbana del 1000 a.C. nell’Italia Tirrenica” - Ed. All’Insegna del Giglio - 2001
100. E. Van Rossenberg - “Discorsi coll’età del bronzo/Making conversation with the Bronze Age” - University of Sheffield Journal Of Archaeology – 2001
101. M. J. Baxter, I. Papageorgiou - “Model-based cluster analysis of artefact compositional data” - *Archaeometry*, 43 - 2001
102. D. Cocchi Genick - “Grotta Nuova: la prima unità culturale attorno all’Etruria protostorica” - Viareggio Ed. Baroni – 2002
103. P. Bellintani et alii - *Progetto “I materiali vetrosi nella protostoria dell’Italia del nord”. Archeologia, archeometria, etnoarcheologia e approccio sperimentale*, in: Atti del Convegno: “Archeologie sperimentali. Metodologie ed esperienze fra verifica, riproduzione, comunicazione e simulazione” - 2003
104. B. M. Aranguren, M. Sozzi - “New data on mining and smelting activities during the Bronze Age in the Massa Marittima area (southern Tuscany)” - BAR International – 2005
105. R. G. Valera, P. G. Valera, A. Mazzella: “Sardinia and tin circulation. 1. Tin in the Mediterranean area: history and geology.”. In: *Archaeometallurgy in Sardinia* (F. Lo Schiavo, A. Giumlia-Mair, R. Valera, U. Sanna eds.), Monographies Instrumentum 30 - Éditions Monique Mergoïl - Montagnac – 2005
106. F. Lo Schiavo: “Sardinia and tin circulation. 2. The problem of early tin from the point of view of Nuragic Sardinia”. In: *Archaeometallurgy in Sardinia* (F. Lo Schiavo, A. Giumlia-Mair, R. Valera, U. Sanna eds.), Monographies Instrumentum 30 - Éditions Monique Mergoïl - Montagnac – 2005
107. F. Zaghis - “Metallic artefacts and slags: ethnoarchaeology of bronze and iron production” - PhD tesi, Relatore G. Molin - Università degli studi di Padova- 2005
108. A. M. Bietti Sestieri - “A Reconstruction of Historical Processes in Bronze and Early Iron Age Italy Based on Recent Archaeological Research” - in: P. Attema, A. Nijboer, A. Zifferero (eds.), *Papers in Italian Archaeology VI. Communities and Settlements from the Neolithic to the Early Medieval Period.* - Proceedings of the Sixth Conference of Italian Archaeology - Groningen University Institute of Archaeology, 15-17 April 2003 - Published Oxford 2005
109. P. Bellintani, I. Angelini - “Archaeological ambers from norther Italy; An FTIR-drift study of Provenance by comparison with the Geological Amber Database” - *Archaeometry* 47 , 2 - 2005
110. De Marinis - “Aspetti della metallurgia dell’età del Rame e dell’antica età del Bronzo in Toscana” - *Rivista di Scienze Preistoriche*, 56 - 2006
111. C. Broodbank - “The origin and the development of Mediterranean Maritime activity” - UCL - Journal of Mediterranean Archaeology - 2006
112. AA. VV. - “Gli etruschi e il Mediterraneo: commerci e politica: atti del XIII Convegno internazionale di studi sulla storia e l’archeologia dell’Etruria” - Volume 13 degli annali della Fondazione per il Museo Claudio Faina – 2006
113. F. Martini, L. Sarti - “I gruppi di cacciatori-raccoglitori e la preistoria olocenica nella piana fiorentina” - Pianeta Galileo - 2006
114. R. Grifoni Cremonesi - “Il neolitico e l’età dei metalli in Toscana: sviluppi culturali e strategie insediative” - Pianeta Galileo – 2006
115. B. M. Aranguren, M. Sozzi - “Studio preliminare sul ripostiglio dell’Età del Bronzo Antico rinvenuto in località La Speziola, nei pressi di Massa Matittima” - *Rassegna di Archeologia* 22A – 2006
116. A. M. Bietti Sestieri - “Fattori di collegamento interregionale nella Prima Età del Ferro: indizi di un’ideologia condivisa, legata alle armi, dal Lazio meridionale alla Puglia” - *Rivista di Scienze Preistoriche* - LVI - 2006
117. R. Jung - “CHRONOLOGIA COMPARATA. Vergleichende Chronologie von Südgrichenland und Südtalien von ca. 1700/1600 bis 1000 v.u.Z.” - Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften - Wien - 2006
118. A. M. Bietti Sestieri, E. McNamara, D. Hook - “Prehistoric Metal Artefacts from Italy (3500-720 BC) in the British Museum” - British Museum Press - December 2007
119. M. R. Jones - “Oxhide ingots, copper production and the mediterranean trade in copper and other metals in Bronze Age” - Texas A&M University – 2007
120. M. Pearce - “Bright Blades and Red Metals. Essays on North Italian Prehistoric Metal work” - London - 2007
121. B. M. Aranguren, L. Dallai et alii - “Serrabottini (Massa Marittima, GR): indagini archeologiche su un antico campo

- minerario” - Archeologia Medievale XXXIV – 2007
122. C. Giardino - “Paesaggi minerari dell’Etruria pre-protostorica” - in *Preistoria e protostoria dell’Etruria* – Centro Studi di Preistoria e Protostoria - 2008
 123. A. Nijboer, H. van der Plicht - “The Iron Age in the Mediterranean: Recent Radiocarbon Research at the University of Groningen” - *A new dawn for the Dark Age* - Archeopress – 2008
 124. A. M. Bietti Sestieri, A. De Sanctis - “Relative and Absolute Chronology of Latium Vetus from the Late Bronze Age to the transition to the Orientalizing period” - *A new dawn for the Dark Age* - Archeopress – 2008
 125. A. M. Bietti Sestieri - “L’età del Bronzo finale in Italia” - Bollettino del Centro Polesano di Studi Storici, Archeologici ed Etnografici - F. Serra Editore - 2008
 126. R. Jung, M. Mehofer - “A sword of Naue Type II from Ugarit and the Historical Significance of Italian Type Weaponry In the Eastern Mediterranean” - *Aegean Archaeology* 8 - 2008
 127. P. Bellintani, L. Stefan - “Nuovi dati sul primo vetro europeo: il caso di Frattesina” in: *Atti del Primo Convegno Interdisciplinare sul Vetro nei Beni Culturali e nell’Arte di Ieri e di Oggi, Parma, 27-28 novembre 2008* – Tipocrom - 2009
 128. B. Weininger, R. Jung - “Absolute chronology of the end of Aegean Bronze Age” - OAW - Wien – 2009
 129. N. Amzallag - “From Metallurgy to Bronze Age civilizations: The Synthetic theory” - *American Journal of Archaeology* - 2009
 130. R. Jung - “Pirates of the Aegean: Italy, the East Aegean, Cyprus at the end of the Second Millennium BC” - in *Cyprus and the East Aegean* - Nicosia - 2009
 131. J. Van der Plicht - “The Iron Age around Mediterranean: A High Cronology perspective from the Groningen Radiocarbon DataBase” - *Radiocarbon* Vol. 51 - 2009
 132. E. La Pilusa, A. Zanini - “La Romagna tra fine del mondo terramaricolo e nuovi assetti medio-tirrenici. Il sito di Ripa Calbana” - *Ipotesi di Preistoria* - Vol. 2 – 2009
 133. K. A. Yener - “Strategic industries and tin in the Ancient Near-Est: Anatolia updated” - *Tuba-Air* 12 - 2009
 134. P. Bellintani et alii - “New Evidence of Archaeometallurgical Activities During the Bronze Age in Trentino” in *Mining in European History and its Impact on Environment and Human Societies* – Proceedings for the 1st Mining in European History-Conference of the SFB-HIMAT - Innsbruck university press - 2010
 135. M. Pacciarelli - “Verso i centri protourbani. Situazioni a confronto da Etruria meridionale, Campania e Calabria” - *Scienze dell’Antichità* n° 15 - Edizioni Quasar – 2010
 136. E. Figueiredo et alii - “Smelting and recycling evidences from the Late Bronze Age habitat site of Baio~es (Viseu, Portugal)” - *Journal of Archaeological Science* – 37 - 2010
 137. Dolfini, A. “The origins of metallurgy in central Italy: New radiometric evidence.” *Antiquity*, 84, 707–723. - 2010
 138. A. J. Nijboer - “Italy: its interconnections and cultural shifts during the Iron Age” - *Bollettino di Archeologia online* I - 2010
 139. D. Cocchi Genik - “L’età dei metalli in Italia: i principali processi storici ed i collegamenti con l’area egeo-anatolica” - *Systema Naturae* vol. 10 – 2010
 140. P. Bellintani - “Ambra. Una materia prima dal nord (ma non solo)” in Cazzella A., Recchia G. (a cura di) *Ambra per Agamennone. Indigeni e Micenei tra Egeo, Ionio e Adriatico nel II millennio a.C.* - Cat. Mostra Bari - Palazzo Simi e Museo Civico Storico - aprile 2010
 141. A. M. Bietti Sestieri - “L’Italia nell’età del bronzo e del ferro” - Carocci - Giugno 2010
 142. C. Giardino, R. Poggiani Keller - “Le produzioni metallurgiche del Bronzo Tardo in Maremma: nuove evidenze da Scarceta” - X Incontro di studi Preistoria e Protostoria in Etruria - Settembre 2010
 143. A. Fantalkin et alii - “Iron Age Mediterranean Chronology: A Rejoinder” - *Radiocarbon* Vol. 53 - 2011
 144. H. J. Bruins, A. J. Nijboer, J. Van der Plicht: “Iron Age Mediterranean Chronology: A Reply” - *Radiocarbon* vol. 53 - 2011 (rif. 2011a)
 145. A. Dolfini et alii - “La prima metallurgia in Italia centrale alla luce di nuove date radiometriche” - Atti della 43° Riunione Scientifica dell’Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria - Florence - 2011
 146. Stollner et alii - “Tin from Kazakhstan: Steppe tin for the west? - Anatolian Metal V - Bochum 2011
 147. P. Petitti et alii - “Reperti metallici dalla necropoli della Selvicciola (Ischia di castro – VI)” - XLIII Riunione Scientifica - *L’età del rame in Italia* – Firenze - Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria - 2011
 148. A. Nijboer - “Teleology and colonization in antiquity and in recent times” - *AWE* 10 - 2011 (rif. 2011b)
 149. B. Aranguren, L. Cappuccini, M. Cygielman, P. Pallecchi - “Castiglione della Pescaia - Punta Ala loc. Capo Sparviero: un sito metallurgico dell’Età del Bronzo” - *Notiziario della Soprintendenza per i Beni Archeologici della*

- Toscana, 6/2010, Firenze 2011
150. N. Negroni Catacchio - “Rituali funerari ed aspetti simbolici della 'cultura' del Rinaldone” - XLIII Riunione Scientifica IPPP - *L'età del rame in Italia* - 2011
 151. G. Sassatelli - “I rapporti tra Mediterraneo ed Europa e il ruolo degli etruschi” - *Le grandi vie della civiltà* - Trento - Castello del Buonconsiglio - 2011
 152. M. Modlinger - “Ritual objects or powerful weapons - The usage of central Europe Bronze Age swords” - BAR International series 2255 - Archeopress – 2011
 153. H. A. Bankoff et alii - “Tin sources and settlement in the Bronze Age of south-eastern Europe: a pilot study from western Serbia” - *Antiquity* – March 2011
 154. A. J. Nijboer - “Reading Ancient Greek Colonisation in the 20th and in the 21th century AD” - IX Giornata Archeologica Francavillese - 27 Novembre 2011 (rif. 2011c)
 155. A. M. Bietti Sestieri - “Il Villanoviano: un problema archeologico di storia mediterranea” - in *Le origini degli Etruschi - Storia, Archeologia, Antropologia* - L'Erma di Bretschneider - 2012
 156. M. Bettelli et alii - “Etruria meridionale e Mediterraneo nella tarda età del bronzo” - in *Le origini degli Etruschi - Storia, Archeologia, Antropologia* - L'Erma di Bretschneider – 2012
 157. A. Zanini - “Le Origini etrusche. Il quadro di riferimento della protostoria” - in *Le origini degli Etruschi - Storia, Archeologia, Antropologia* - L'Erma di Bretschneider – 2012
 158. N. Negroni Catacchio - “L'Etruria dal Paleolitico al Primo Ferro: alcuni spunti di riflessione e ricerca” in *L'Etruria dal Paleolitico al Primo Ferro: Lo stato delle ricerche* - Centro Studi di Preistoria ed Archeologia - 2012
 159. A. J. Nijboer - “Is the tangling of events in the Mediterranean around 770-760 BC in the Conventional Absolute Chronology (CAC) a reality or a construct?” in *Contextualizing early Colonization: Archaeology, Sources, Chronology and interpretative models between Italy and Mediterranean* - CeC 2012 - Roma
 160. I. M. B. Wiman – “Etruscan Environments” in *The Etruscan World* a cura di J. MacIntosh Turfa – Routledge - 2013
 161. F. Iacono - “Westernizing Aegean of LH IIIC” - in *Exchange Networks and Local Transformations*. A cura di M. E. Alberti e S. Sabatini - Oxbow Books - 2013
 162. A. Dolfini - “The emergence of metallurgy in the central Mediterranean region: A New Model” - *European Journal of Archaeology* - 16(1) - 2013
 163. V. Lull, R. Micò et alii - “Bronze Age Iberia” in *The Oxford Handbook of the European Bronze Age* – Oxford University Press - 2013
 164. G. Ciampoltrini - “Da Fossa Nera di Porcari a Monte Formino di Palaia - La 'crisi del 1.200 a.C.' fra valle dell'Auser e Valdarno” - Ed. I Segni dell'Auser - Giugno 2013
 165. N. Negroni Catacchio - “L'alba dell'Etruria nel territorio di Vulci” - *ACME* 134 - 2013
 166. A. Vanzetti - “The rise of the Terramara system (Northern Italy)” - in *Cultural change in the shadow of Thera-Eruption?* - 2013
 167. A. J. Nijboer - “An interpretation of the radiocarbon dates from the Warrior Tomb at Tarquinia” in *La Tomba del Guerriero a Tarquinia* a cura di A. Babbi e U. Peltz - Mainz 2013 (rif. 2013a)
 168. A. J. Nijboer - “Banquet, *Marzēah*, *Symposion* and *Symposium* during the Iron Age: Disparity and Mimicry” in *Regionalism and Globalism in Antiquity* - Ed. By Franco de Angelis - Peeters 2013 (rif. 2013b)
 169. R. Jung, M. Mehofer - “Mycenaean Greece and Bronze Age Italy: Cooperation, Trade or War?” - *AK Römisch-Germanischen Zentralmuseums - Grafisches Zentrum Mainz Bödige GmbH, Mainz* 2013
 170. A. M. Bietti Sestieri, P. Bellintani, L. Salzani, C. Giardino et alii - “Frattesina: un centro internazionale di produzione e di scambio nell'Età del bronzo del Veneto” - XLVIII Riunione scientifica *Preistoria e Protostoria del Veneto* - Padova 5-9 Novembre 2013
 171. A. Dolfini - “Early Metallurgy in the Central Mediterranean” in B. W. Roberts, C. Thornton *Archaeometallurgy in Global Perspective: Methods and Syntheses* - Springer Science - New York - 2014a
 172. P. Bellintani et alii - “Evidence of mining without mines: smelting activity during Bronze Age in Trentino” in *Research and Preservation of ancient mining areas – Yearbook of Institute of Europa Subterranea* – 2014
 173. M. Barbieri, C. Cavazzuti - “Stone Moulds from Terramare (Northern Italy): Analytical Approach and Experimental Reproduction”, in *Proceedings of the 7th Uk Experimental Archaeology Conference, Cardiff, January 10-11 2013*, published on *EXARC Online Journal*, 2014 (1).
 174. Dolfini, A. - “The Neolithic beginnings of metallurgy in the central Mediterranean region. *Accordia Research Papers* 13. - 2014b

175. Ling et alii - “Moving metals II: provenancing Scandinavian Bronze Age artefacts by lead isotope and elemental analyses”- *Journal of Archaeological Science* 41 – 2014
176. N. Negrone Catacchio - “I vaghi tipo Tirinto e Allumiere come indicatori di status. Nuovi dati su cronologia e diffusione” in *Amore per l'antico – Scienze e Lettere* - 2014
177. T. Earle, J. Ling, Z. Stos-Gale et alii - “The Political Economy and Metal Trade in Bronze Age Europe: Understanding Regional Variability in Terms of Comparative Advantages and Articulations” - *European Journal of Archaeology* – 2015
178. K. Rosinka-Balik et alii - “Copper and Trade in the South–Eastern Mediterranean” - *BAR International Series* – 2015
179. M. Renzi, S. Rovira - “LAS METALURGIAS FENICIAS EN EL MEDITERRÁNEO” - in *III Encuentros Internacionales del Mediterráneo. Minería y metalurgia en el Mediterráneo y su periferia oceánica.* - 2015