

Ambiente, clima ed uso del suolo nella crisi della cultura delle Terramare¹

Mauro Cremaschi

Docente di Geologia del Quaternario
Dipartimento di Scienze della Terra
Università di Milano

La Cultura delle Terramare si diffonde nella pianura padana centrale tra il Bronzo medio e Recente e scompare abruptamente alla fine di quest'ultimo periodo attorno a 1150 anni a. C. Le ragioni del collasso sono ancora sconosciute anche se è largamente accettato che numerosi fattori possono avervi contribuito. Questo contributo esplora l'aspetto ambientale del problema, discutendo dell'uso del suolo che le terramare fecero, per quanto riguarda la gestione delle acque, del legno, della deforestazione dell'agricoltura e della pastorizia. L'impatto prodotto dalle terramare sull'ambiente fu drammatico e nel Bronzo recente, a fronte dell'aumento della pressione demografica, la domanda di risorse ne superò verosimilmente la disponibilità.

Un breve periodo arido documentato per questo periodo in tutta la regione alpina può avere agito da catalizzatore in una situazione ambientale stressata, contribuendo al crollo della civiltà terramaricola.

1 – La civiltà delle terramare chiude con una drammatica crisi che porta all'abbandono della quasi totalità degli abitati alla fine del Bronzo recente (tra il 1200 ed il 1150 a.C.) principalmente al centro della pianura padana (gran parte dell' Emilia, parte della Romagna della Lombardia e del Veneto meridionali) (BERNABÒ BREA ET AL. 1997), ma coinvolge anche aree limitrofe interessate da culture simili, in particolare la pianura friulana (FONTANA, 2006). Se il fenomeno appare acquisito dal punto di vista storico ed archeologico (CARDARELLI, 1989, 2007, questo stesso convegno), ancora numerose incertezze permangono sulle sue cause. E' oggi chiaro che il collasso delle terramare non coincide con il deterioramento climatico che si verificò al passaggio fra Subboreale e Subatantico, come ritenuto da SAFLUND (1939), ma d'altra parte risulta grossomodo contemporaneo alla crisi delle civiltà dell'oriente mediterraneo (DE MARINIS, 1975, 1997) e pertanto fattori storici di ordine globale non devono esservi stati completamente estranei. Oggi tuttavia si va prendendo in considerazione una lettura multicasuale del fenomeno, in cui l'aspetto ambientale specie per quanto riguarda l'uso delle risorse e la gestione dell'ambiente hanno un ruolo importante (CREMASCHI, 1991-92; BARFIELD, 1994; BERNABÒ BREA ET AL 1997; PEARCE, 1998; CREMASCHI ET AL. 2006).

1 In Cazzella A., Cardarelli A., Frangipane M., Peroni R. (a cura di), 2009. *Le Ragioni del Cambiamento*, Atti del Convegno Internazionale (Roma 2006), Scienze dell'Antichità, 15 (2009), Edizioni Quasar 2010, pp. 521-534.

2 – Recenti studi individuano nell'attività solare la principale causa delle variazioni climatiche oloceniche, almeno nell'emisfero settentrionale (MAYEWSKI ET AL. 1997, BOND ET AL. 2001, HOLZHAUSER ET AL. 2005; MAGNY, RICH0Z, 1998, MAGNY 2004, BARONI ET AL., 2006). Il clima olocenico, sostanzialmente instabile, sarebbe pausato da cicli di 2500 e 1500 anni, e da più brevi variazioni in senso fresco ed umido e caldo e secco, di scala secolare e decennale. Tali variazioni, nell'area alpina, avrebbero controllato lo stato dei ghiacciai, ed il livello dei laghi ad essi correlati (HOLZHAUSER ET AL. 2005, MENOTTI, 2001).

L'intervallo cronologico in cui si svolge la traiettoria della civiltà terramaricola va da 3600 a 3100 anni dal presente (BERNABÒ BREA, CARDARELLI, 1997) e ricade interamente nella cronozona Subboreale, e termina assai prima del passaggio al Subatlantico che si data generalmente tra 3000 e 2800 anni dal presente (OROMBELLI, 1997).

Questo scorcio di Olocene, ormai lontano dai massimi termici dell'Optimum climatico, vive un periodo di generale raffreddamento coincidente con l'avanzata glaciale di Loebben (ROTHLISBERGER, 1986). Tale situazione perdura per l'intera età del Bronzo medio e Bronzo recente e ed è separata dall'avanzata glaciale di Goeschene I di intensità paragonabile a quello della Piccola Età Glaciale da un intervallo caldo – arido, durante il quale i laghi del Jura si abbassano bruscamente, che inizia a 3200 – 3100 anni BP, in buona coincidenza con il momento della crisi della cultura terramaricola. Qualora si prendano in considerazione gli archivi paleoclimatici che si estendano a tutto l'arco dell'Olocene (MEESE ET AL., 1994; FISHER, KOEMER, 2003) ci si accorge che oscillazioni climatiche di questa entità si verificano numerose volte nel corso dell'Olocene senza necessariamente dare luogo a crisi societali (Fig. 1).

3 – E' quindi ben evidente che la fine delle terramare non coincide con alcun evento climatico particolarmente rilevante ed il semplice determinismo climatico non ne offre una spiegazione soddisfacente.

Appare pertanto ragionevole indagare piuttosto sul contesto ambientale della cultura terramaricola ed in particolare sulla pressione che essa ha esercitato, mediante le strategie di sussistenza ad essa proprie sulla disponibilità di risorse.

A questo fine appaiono particolarmente significativi tre aspetti connessi con l'economia primaria :

a - deforestazione

b - uso del suolo nelle sue articolazioni silvicoltura, agricoltura e pastorizia

c - gestione della risorsa idrica

4 - La deforestazione della pianura padana non comincia con le terramare. In età Neolitica è limitata a piccole aree ed è temporanea, a causa della rapida rigenerazione dei boschi, consentita dalla instabilità dell'insediamento (CREMASCHI 1990, CREMASCHI 2000). Diventa invece assai significativa al margine settentrionale della pianura padana, durante il Bronzo antico con l'insediamento palafitticolo: la copertura boschiva risulta decisamente diradata al Lavagnone (ARPENTI, RAVAZZI, DEADDIS, 2002) (35 % AP nel livello 7), al Lucone (45% AP) (VALSECCHI, 2006) e a Canar (ACCORSI ET AL. 1998).

Sempre a questo periodo è da riferire l'episodio di marcata degradazione dei versanti indotta dal taglio dei boschi avvenuto nei Lessini, cui è da associare la data radiocarbonica di 3650 +/- 50 y. BP, ottenuta al Vaio della Marchiora (CREMASCHI, 1996) su carboni provenienti da una fossa di estrazione della selce, colmata da depositi colluviali.

Al margine meridionale della pianura padana, nell'area che sarà poi insediata dalle terramare, tra la tarda età del Rame ed il Bronzo Antico, coesistono situazioni contrastanti. Vi sono siti ancora collocati in un contesto di foresta planiziale (come ad esempio i siti della Cultura del Vaso Campaniforme di S. Ilario e Rubiera (BARFIELD, CREMASCHI, CASTELLETTI, 1975;) e vi sono aree in cui viene praticata la deforestazione come documentato nelle cave Corradini di Rubiera (Crevaschi, 1997).

Particolarmente significativo a questo proposito è il recente rinvenimento di S. Pancrazio presso Parma. Un suolo vertice sepolto da una alluvione conserva le impronte di ceppaie di grandi alberi (querce con tutta probabilità) attorno alle quali vi sono ampie chiazze di carbone (Fig. 2) derivanti dall'incendio di tronchi abbattuti, datati con due date radiocarboniche a GX 32453 - 3860 ± 60 y. BP e GX 32454 - 3890 ± 50 y. BP, cui sono associati numerosi frammenti di ceramica - fortemente consunta. Il sito documenta la persistenza dello *slash and burn* (le ceppaie e parte del tronco degli alberi abbattuti vengono lasciate in posto nel suolo coltivato nel quale la cenere dovuta alla combustione viene integrata mediante zappatura o una aratura leggera) e quindi un uso pionieristico del suolo, legato ad una agricoltura estensiva, sostenuta dai nutrienti derivanti dalla combustione del manto vegetale. La posizione dei frammenti di ceramica, sistematicamente ad una decina di centimetri di profondità all'interno del suolo, e la loro dispersione con rimontaggi assai distanziati, nonché il loro stato di estrema consunzione, potrebbero indicare pratiche di aratura (BERNABÒ BREA ET AL., 2007).

5 - La colonizzazione terramaricola, successiva di alcuni secoli, avviene in foreste già in parte diradate, come attestato dalla presenza di microcarboni alla base delle sequenze di Poviglio e Montale. Il tasso di deforestazione da subito (a partire dal Bronzo medio - fase 2) appare importante: Poviglio villaggio piccolo (AP 27), Castellaccio di Imola (AP 25-30), Montale (AP 30-40) a Tabina di Magreta (AP 29) nella palafitta di Parma (AP 27) (BADINI MOZZANTI ET AL., 1996; RAVAZZI ET AL. 2004, MERCURI ET AL. 2006, CREMASCHI ET AL. 2006).

L'estensione delle aree deforestate cresce ulteriormente alla fine del BM al Montale e soprattutto nel Bronzo recente a Poviglio riducendosi la copertura arborea dal 27 al 19 %. Recentemente in ambito paleobotanico (SUGITA, 1994,1998; DUMAYNE-PEAY, 2001) è stata messa a punto una tecnica per stimare quantitativamente l'estensione dell'area che meglio descrive la vegetazione rappresentata dagli spettri pollinici (RSA Relevant Source Area): se lo spettro pollinico - come nei nostri casi - indica una copertura vegetale deforestata, è possibile valutare quanto ampia sia stata l'area interessata dalla deforestazione.

In base a questa procedura, Ravazzi e collaboratori (RAVAZZI ET AL. 2004) hanno stabilito che durante il Bronzo medio il territorio deforestato attorno alla terramara di S. Rosa avesse un raggio di cinquecento metri, mentre nell'età del Bronzo recente, si estendesse ulteriormente, raggiungendo un diametro di almeno 4 chilometri.

Nella carta di Fig. 3 ho estrapolato la situazione di Santa Rosa dagli altri siti terramaricoli della bassa valle dell'Enza, indicando con cerchi piccoli l'area deforestata nel Bronzo medio, con i cerchi grandi quella ipoteticamente deforestata nel Bronzo recente. L'aumento dell'area deforestata va in parallelo ad una riorganizzazione complessiva della distribuzione degli abitati, con l'aumento del loro numero ed il sostanziale ampliamento di alcuni (BERNABÒ BREA, CARDARELLI, 1997). Se durante il Bronzo Medio è presumibile che ampie aree coperte di

bosco esistessero fra sito e sito, queste vennero drasticamente ridotte nel Bronzo recente. Raffrontando il tasso di deforestazione dei siti padani con quello di spettri pollinici di località poste sull'arco alpino e nell'Italia peninsulare (Fig. 4) la pianura padana durante la media e recente età del Bronzo appare una radura circondata da dense foreste, fatto tanto più impressionante qualora si pensi che questo periodo è epoca di recessione in Europa occidentale, dove le foreste riguadagnano ampi territori (BERGER ET AL., 2000).

6 - Il legno per la cultura terramaricola è un materiale strategico, di importanza forse solo inferiore al metallo. Gli abitati infatti sono prevalentemente costruiti di legno, malgrado che di esso sovente non rimangono che testimonianze indirette (buche di palo, impronte o pochi resti carbonizzati di travi ed assiti).

La terramara Santa Rosa di Poviglio, poichè scavata in estensione, offre la possibilità di stimare, sia pure in modo approssimativo il legname necessario (BERNABÒ BREA ET AL., 2003) all'impianto della terramara nella fase della palafitta (fase arcaica del Bronzo recente) limitando il calcolo al Villaggio Grande.

L'area esplorata che risulta occupata da case ha una superficie di 3700 metri quadrati, in cui sono venute in luce 2800 buche di palo il che corrisponde a circa 7500 pali per ettaro (Fig.5). Tenendo conto che la terramara si estende per sette ettari, ma che ipoteticamente solo cinque ettari potessero essere occupati da abitazioni, si può stimare che siano stati necessari 40 000 pali. Si tenga inoltre conto che la tecnica di infissione per alesamento e la forma della buca che ne risulta, indicano che venivano usati tronchi interi, non spezzoni. Pur con numerose incertezze, stimando che un ettaro di bosco potesse disporre di un diametro basale di legname di 68 metri quadrati (C.Andreis, comunicazione personale) risulta che 48 ettari di bosco sono stati abbattuti per costruire la sola palificata alla base della terramara. Per dar conto dell'impalcato, degli alzati delle abitazioni, delle sovrastrutture di palizzate e porte, questo valore deve essere moltiplicato più volte.

In assenza di legno conservato, lo studio dei carboni suggerisce che i pali fossero prevalentemente se non esclusivamente costituiti da querce (ROTTOLI, MOTTELLA, 2004). Si tenga inoltre conto che gran parte dei pali utilizzati hanno diametri compresi fra 10 e 20 centimetri, indicando come venissero usate piante giovani; essi appaiono perciò frutto di una raccolta selettiva, derivante dallo sfruttamento di boschi giovani e probabilmente ceduati (ROTTOLI, MOTTELLA, 2004).

Mancano ancora numerosi parametri forestali per poter giungere ad un raffronto attendibile fra il legno impiegato e quello disponibile nei boschi coevi nel periodo terramaricolo, ma già in base a queste considerazioni preliminari il consumo di legname appare enorme ed è molto probabile che la domanda si avvicinasse nelle fasi più recenti ad una soglia critica della disponibilità.

Non è certamente un caso che negli strati superiori della terramara di Poviglio durante il Bronzo recente avanzato le case non fossero più costruite su impalcato, ma appoggiate a terra e quindi costruite con una tecnica meno esigente in fatto di legname, indicando a nostro avviso lo scarseggiare del legno da costruzione sul finire del periodo terramaricolo.

7 – Oltre che per far fronte alla domanda di legname, la deforestazione procede per rendere disponibile nuovo suolo alla crescente domanda di risorse, indotte dalla crescente pressione demografica (CARDARELLI 1997).

Le analisi polliniche (RAVAZZI ET AL. 2004) suggeriscono che almeno il quaranta per cento della superficie disboscata era destinato alla agricoltura, prevalentemente cerealicoltura, ed il rimanente a pascolo.

Anche se ipotizzato in precedenza (FORNI, 1997), l'uso dell'aratro nelle terramare è oggi attestato grazie agli esemplari rinvenuti nello scavo di Noceto la Torretta e che datano verosimilmente al Bronzo medio avanzato (Fig. 6).

In accordo con Forni, questo strumento, grazie all'utilizzazione della forza animale, aumenta di quattro volte la velocità di lavorazione del suolo rispetto alla vanga e alla zappa in uso nelle più antiche culture. E' ben probabile che nell'aratro si debba identificare il motore tecnologico che permette agli agricoltori terramaricoli di produrre quel surplus alimentare da investire in attività differenziate all'interno del gruppo sociale.

L'esemplare integro da Noceto è assai semplice ed è ascrivibile al tipo detto di Trittolemo o del Lavagnone, è ottenuto da una biforcazione di quercia, la parte dello strumento destinata a lavorare (ceppo-vomere e bure in un sol pezzo) ricavata dal tronco, ma pur sempre fragile ed adatta soltanto ad arature decisamente superficiali, incapace di intaccare profondamente suoli pesanti o ghiaiosi.

Non meraviglia quindi che non si conoscano ad oggi tracce dirette di aratura nell'area terramaricola.

A Poviglio S. Rosa la base della stratigrafia del Villaggio Grande appoggia sull'antico suolo dell'età del Bronzo (US 200) (Fig. 7), che si trova all'interno dell'area disboscata e verosimilmente coltivata durante il BM quando l'estensione della terramara era limitata al Villaggio Piccolo. Si tratta di un inceptisuolo di debole spessore, al cui interno lo studio micromorfologico ha identificato alcune figure (rivestimenti grossolani nella porosità pedologica) che sono generalmente attribuite all'aratura. Malgrado tale suolo sia stato messo in luce per un ampio tratto, i solchi dell'aratura stessa non sono mai stati osservati probabilmente perchè a causa della loro scarsa profondità sono stati cancellati dalla bioturbazione.

Gli studi pollinici (RAVAZZI ET AL, 2004) escludono che i suoli venissero concimati e in genere si afferma (FORNI, 1997) che il ripristino dei nutrienti venisse ottenuto grazie alla rotazione con il pascolo.

Queste circostanze fanno pensare a suoli poco produttivi, di bassa fertilità e quindi particolarmente inadatti a sostenere uno sfruttamento intenso e fragili di fronte alle eventuali variazioni climatico-ambientali.

Un peggioramento nel rendimento agricolo potrebbe essere indiziato non solo al Montale (MERCURI ET AL.2006), ma anche al tetto della successione stratigrafica della palafitta di Parma (nel tardo Bronzo Medio) dal forte aumento rispetto al farro (*triticum*) del miglio (*Panicum miliaceum*), coltura meno esigente, adatta al raccolto estivo, che potrebbe indicare più forte domanda di cereali (Rottoli in preparazione).

I prati pascoli, che sembrano avere la stessa incidenza delle superfici coltivate, sono destinati a sostenere la fauna domestica, largamente dominante nello spettro zoorcheologico dei siti terramaricoli. Le specie principalmente allevate sono capriovini, bovini e suini. E' significativo che nel Bronzo recente (sia a Poviglio e la stessa tendenza si avverte per un periodo leggermente più antico anche al Montale), aumentino, a scapito dei suini, i capriovini (e tra questi le capre sulle pecore) che possono tollerare pascoli più siccitosi (MAZZORIN, RIEDEL, 1997; RIEDEL, 2004).

8 - La terramara di Castello del Tartaro è emblematica del rapporto fra siti maggiori (le terramare arginate) e risorse idriche: l'acqua addotta da fiumi o da fontanili nel fossato periferico, viene distribuita attraverso una rete di piccoli canali artificiali, alle campagne che circondano la terramara stessa. Il fenomeno non è limitato ai casi meglio conservati delle valli grandi veronesi, ma ricorre in modo sistematico per ogni terramara in cui vi sia stata la possibilità di esplorarne le periferie (Case del Lago, Vico Fertile, Case Cocconi, ma anche Gaggio e S. Rosa) (BALISTA 1997; BALISTA, DE GUIO, 1997; BALISTA 2002; BALISTA ET AL. 2003; CREMASCHI, 1997); e a Cortile S. Martino, nella pianura parmense, pozzi e canalette irrigue, legate a piccoli insediamenti, lontani dai centri maggiori sono documentate già a partire dall'età del Bronzo medio iniziale (BERNABÒ BREA ET AL. 2007).

In assenza di concimazione organica, l'irrigazione appare pratica essenziale per garantire la resa del suolo e favorire la germinazione dei seminati. Anche se la forma dei campi ci sfugge ancora nella sua articolazione puntuale, siamo di fronte ad una agricoltura intensiva, ben lontana dalla coltivazione estensiva non stabile, basata sullo *slash and burn*, documentata almeno fino al Bronzo antico, ma anche più fragile rispetto ad essa, perchè strettamente legata alla disponibilità idrica e senza difesa di fronte all'esaurimento della fertilità del suolo, non essendovi più, alla fine del Bronzo recente, se non in misura estremamente ridotta, territori vergini in cui espandersi.

9 - Di particolare significato a questo proposito, sono gli apparati idraulici venuti in luce al margine meridionale del Villaggio Grande della terramara di Poviglio (CREMASCHI, PIZZI, VALSECCHI, 2006; PIZZI, CREMASCHI, 2004, CREMASCHI, PIZZI, 2006).

In coincidenza con la palizzata lineare che recinge il villaggio, posta in luce per una lunghezza di 200 metri, vi sono più di trenta grandi pozzi che attingevano acqua da un acquifero posto a -3 metri dalla antica superficie topografica. L'acqua però non veniva distribuita all'interno del villaggio stesso, ma attraverso un complesso sistema di piccoli canali convogliata verso il fossato.

Il fossato in questo tratto è una blanda cavità a profilo asimmetrico, ripida dalla parte del villaggio da cui è ulteriormente separato da un canale scavato alla base della già ripida scarpata periferica, al contrario assai dolcemente inclinata dal lato campagna dove si addensano una serie di canalette e di vasche. Il fondo del fossato tuttavia appare crivellato da numerosi di pozzi che scendono ad intercettare una falda sabbiosa a - 5 metri dalla superficie topografica, più profonda di due metri rispetto a quella da cui pescavano i pozzi della recinzione.

Il contenuto archeologico (PIZZI, CREMASCHI, 2004; CREMASCHI, PIZZI, 2006) indica che i pozzi della recinzione vennero aperti nelle primissime fasi del villaggio grande (BM3 - inizio Bronzo recente) e tenuti in funzione mediante riescavi per un lungo periodo fino al BR e quindi chiusi nella fase finale del villaggio. I pozzi del fossato vengono aperti invece nel Bronzo recente avanzato nell'ultima fase del Villaggio, quando quelli della recinzione non sono più attivi, al fine di raggiungere una falda più profonda, verosimilmente a causa dell'esaurimento di quelle fino allora in uso. Questo fatto avviene nell'ultima fase di vita del villaggio che è anche il momento in cui gran parte dei villaggi terramaricoli di tutta la regione vengono abbandonati (Fig. 8).

10 - Lo stato delle falde nel sottosuolo della terramara di Santa Rosa è controllato dalla disponibilità d'acque del Po, sul cui paleoalveo la terramara sorge (CREMASCHI, 2004). Pertanto è ragionevole pensare che l'abbassamento di tali falde sia il riflesso di un calo di portata del Po e quindi di un fenomeno di rilevanza regionale, che collocandosi nel Bronzo recente avanzato, approssimativamente 3150 - 3200 anni fa, non è incompatibile con i brevi periodi siccitosi segnalati in questo periodo dal ritiro dei ghiacciai alpini e dal calo di livello dei laghi del Jura (cfr. paragrafo 2).

La coincidenza fra periodo arido, fine del villaggio di S. Rosa e collasso l'intero sistema terramaricolo spingono a cercarvi un nesso causativo. In attesa che possano essere reperiti nuovi dati, sembra ragionevole ipotizzare che il cambiamento climatico possa aver agito da catalizzatore, magari in concomitanza con fattori d'altro ordine (storico?), nel far precipitare una situazione di sfruttamento delle risorse ben oltre le soglie della sostenibilità, in un territorio fortemente impoverito ed al tempo stesso gravato da una forte pressione demografica.

Del resto non mancano esempi storicamente documentati degli effetti negativi sulle comunità umane indotti dagli eventi aridi, tra i tanti ci pare particolarmente significativo il quadro che LE ROY LADURIE (2004) traccia per la Francia del XIII secolo del Medioevo, in occasione del ripetersi di *êtes tout a fait chauds* .. che ebbero conseguenze *màlefiques (au cereales) quand ces grandes chaleurs d'ètè coexistent avec plusieurs mois de sécheresse* ... provocando *puissantes et meurtrieres contagions*.. dovute a *l'infection des eaux*, che falciarono le popolazioni umane ed animali.

Nota. Molti dei dati e delle idee qui esposti derivano da ricerche condotte in collaborazione con Maria Bernabò Brea, che si ringrazia di cuore per i molti suggerimenti.

Bibliografia

- ACCORSI ET AL. 1998: ACCORSI C.A., MAZZANTI M.B., MERCURI A.M., RIVALENTI C., TÖRRI P., Analisi pollinica di saggio per l'insediamento palafitticolo di Canar- Rovigo (antica età del Bronzo) in : BALISTA C. e BELLINTANI P., Canar di S. Pietro in Polesine. Ricerche archeoambientali sul sito palafitticolo. *Quaderni di Padusa* 2, 1998, pp. 131-150.
- ARPENTI, E. RAVAZZI C., DEADDIS M., 2002: ARPENTI E., RAVAZZI C., DEADDIS M., Il Lavagnone di Desenzano del Garda: analisi pollinica ed informazioni paleoecologiche sui depositi lacustri durante le prime fasi d'impianto dell'abitato (antica età del Bronzo). *Notizie Bergomensi*, 10, 2002, pp. 35-54.
- BALISTA 1997: C. BALISTA, Fossati, canali e paleoalvei: connessioni nevralgiche per l'impianto e la sopravvivenza dei grandi siti terramaricoli di bassa pianura, in BERNABÒ BREA M., CARDARELLI A., CREMASCHI M. (a cura di) *Le terramare. La più antica civiltà padana*, Milano 1997, pp. 126-136.
- BALISTA 2002: C. BALISTA, La paleoidrografia dell'area terramaricola centro-padana verso la fine dell' età del Bronzo: inquadramento stratigrafico, cronologico e paleoclimatico, in *Quaderni della bassa modenese*, 42, 161, 2, 2002 pp. 7-48.
- BALISTA, DE GUIO 1997: C. BALISTA, A. DE GUIO, Ambienti ed insediamento nell'età del Bronzo nelle Valli Grandi Veronesi, in BERNABÒ BREA M., CARDARELLI A., CREMASCHI M. (a cura di) *Le terramare. La più antica civiltà padana*, Milano 1997, pp. 137-170.
- BALISTA ET AL. 2003: C. BALISTA, A. CARDARELLI, G. STEFFÉ, D. LABATE, C. MAZZONI, Terramara di Gaggio, in MINISTERO PER I BENI E LE ATTIVITÀ CULTURALI, SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGICA DELL'EMILIA ROMAGNA, MUSEO ARCHEOLOGICO NAZIONALE DI PARMA (a cura di) *Archeologia ad Alta Velocità In Emilia, Abstracts of the Meeting: Indagini archeologiche e geologiche lungo il tracciato ferroviario ad Alta Velocità*, Parma 2003, pp. 25-28.
- BANDINI MAZZANTI ET AL. 1996: M. BANDINI MOZZANTI, A.M. MERCURI, A.M. ACCORSI, Primi dati palinologici sul sito di Monte Castellaccio (76 m. s.l.m., 44°21'N 11°42'E, Imola, Bologna), in PACCARELLI M. (a cura di) *La collezione Scarabelli. 2. La Preistoria*, Grafis Edizioni, Imola 1996, pp. 158-175.

- BARFIELD 1994: L. BARFIELD, The Bronze Age of Northern Italy: Recent Work and Social Interpretation. In *The Mediterranean Cultures during the Bronze*, in MATHERS C., STODDART S. (a cura di) *Development and decline in the Mediterranean Bronze Age*. Sheffield Archaeological Monographs, 8, Collins J.R., Sheffield 1994, pp. 129-144.
- BARFIELD, CASTELLETTI, CREMASCHI 1975: L. BARFIELD, L. CASTELLETTI, M. CREMASCHI, Stanziamiento del Vaso Campaniforme a S. Ilario d'Enza, in *Preistoria Alpina*, 11, 1975, pp. 155-199.
- BARONI ET AL. 2006: C. BARONI, G. ZANGHETTA, A.E. FALICK, S. LONGINELLI, Mollusc stable isotope record of a core from lake Frassinò, northern Italy: hydrological and climatic changes during the last 14 ka, in *The Holocene*, 16, 6, 2006, pp. 827-837.
- BERGER ET AL. 2000: J.F. BERGER, F. MAGNIN, S. THIEBAULT, J. VITAL, Emprise et déprise culturelle dans l'Age du Bronze: l'exemple du Bassin Valdainais (Drome) et de la moyenne vallée du Rhone, in *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 97 (1), 2000, pp. 95-119.
- BERNABÒ BREA, CARDARELLI 1997: M. BERNABÒ BREA, A. CARDARELLI, Le terramare nel tempo, in BERNABÒ BREA M., CARDARELLI A., CREMASCHI M. (a cura di) *Le terramare. La più antica civiltà padana*. Milano 1997, pp. 295-301.
- BERNABÒ BREA, CARDARELLI, CREMASCHI 1997: M. BERNABÒ BREA, A. CARDARELLI, M. CREMASCHI, Il crollo del sistema terramaricolo, in BERNABÒ BREA M., CARDARELLI A., CREMASCHI M. (a cura di) *Le terramare. La più antica civiltà padana*. Milano 1997, pp. 745-756.
- BERNABÒ BREA, CREMASCHI 1997: M. BERNABÒ BREA, M. CREMASCHI, Le terramare: 'palafitte a secco' o 'villaggi arginati', in BERNABÒ BREA M., CARDARELLI A., CREMASCHI M. (a cura di) *Le terramare La più antica civiltà padana*. Milano 1997, pp. 187-196.
- BERNABÒ BREA, CREMASCHI, PIZZI 2003: M. BERNABÒ BREA, M. CREMASCHI, C. PIZZI, Le strutture abitative del Villaggio Grande-fase su palafitta- della terramara di S. Rosa di Poviglio (RE), in *Atti del Convegno 'Analisi informatizzata e trattamento dati delle strutture di abitato di età Preistorica e Protostorica in Italia'*, I.I.P.P., Firenze 2003, pp. 271-285.
- BERNABÒ BREA ET AL. 2007: M. BERNABÒ BREA, M. CREMASCHI, L. BRONZONI, F. PAVIA, C. ROVESTA, Soil use from late Calcolithic to the middle Bronze age. New data from buried soils of the middle Po Plain (northern Italy), in *Abstract - Hidden landscapes - Siena 2007*.
- BOND ET AL. 2001: G. BOND, B. KROMER, J. BEER, R. MUSCHELER, M. EVANS, W. SHOWERS, S. HOFFMAN, R. LOTTI-BOND, I. HAJADAS, G. BONANI, Persistent solar influence on North Atlantic Climate During the Holocene, in *Nature*, 2001, pp. 2130-2136.
- CARDARELLI 1989: A. CARDARELLI, L'età del Bronzo nel Modenese: organizzazione del territorio, forme economiche, strutture sociali, in *Modena dalle origini all'anno Mille. Studi di archeologia e storia*, I, Edizioni Panini, Modena 1989, pp. 86-127.
- CARDARELLI 1997: A. CARDARELLI, Evolution of settlement and demography in terramare culture, in RITTERSHOFER K.S. (a cura di) *Demographie der Bronzen Zeit. Palaeo Demographie Moglichkeiten und Grenzen*. Internationale Archaeologie, 36, 1997, pp. 230-237.
- CREMASCHI 1990: M. CREMASCHI, Pedogenesi medio olocenica ed uso dei suoli durante il Neolitico in Italia settentrionale, in BIAGI P. (a cura di) *The Neolitisation in the Alpine region*. Monografie di Natura Bresciana, 13, 1990, pp. 71-89.
- CREMASCHI 1991-1992: M. CREMASCHI, Economia ed uso del territorio: possibile crisi ambientale durante il Bronzo Recente, in *Atti del Convegno L'età del Bronzo in Italia nei sec. dal XVI al XIV a.C., (Lido di Camaiore 26-30 ottobre 1989)*, *Rassegna di Archeologia* 10, 1991-1992, pp. 180-182.
- CREMASCHI 1996: M. CREMASCHI, Una fase di erosione del suolo di età subboreale nei Lessini (Verona), in GAMBARI M., VENTURINO M., (a cura di) *Le vie della pietra verde - catalogo della mostra*, Omega ed., Torino 1996, pp. 224-225.
- CREMASCHI 1997: M. CREMASCHI, Terramare e paesaggio padano, in BERNABÒ BREA M., CARDARELLI A., CREMASCHI M. (a cura di) *Le terramare. La più antica civiltà padana*. Milano 1997, pp. 107-125.
- CREMASCHI 2000: M. CREMASCHI, *Manuale di Geoarcheologia*. Laterza, Bari 2000.
- CREMASCHI 2004: M. CREMASCHI, La terramara di Santa Rosa ed il suo territorio: aspetti geomorfologici, in BERNABÒ BREA M., CREMASCHI M. (a cura di) *Il Villaggio Piccolo della terramara di S. Rosa di Poviglio (Scavi 1987/1992)*. I.I.P.P., Firenze 2004, pp. 21-37.
- CREMASCHI, PIZZI 2006: M. CREMASCHI, C. PIZZI, I pozzi perimetrali del Villaggio Grande di Santa Rosa di Poviglio (RE). Uso delle risorse idriche tra la fine del Bronzo Medio e il Bronzo Recente, in AA. VV. (a cura di) *Studi di Protostoria in onore di Renato Peroni*, Insegna del Giglio, Firenze 2006, pp. 50-61.

- CREMASCHI, PIZZI, VALSECCHI 2006: M. CREMASCHI, C. PIZZI, V. VALSECCHI, Water management and land use in the terramare and a possible climatic co-factor in their collapse. The case study of the terramara S. Rosa (Northern Italy), in *Quaternary International*, 151, 2006, pp. 87-98. CRUISE 1990: G.M. CRUISE, Pollen Stratigraphy of two Holocene peat sites in the Ligurian Apennines, north Italy, in *Review of Paleobotany and Palynology*, 63, 1990, pp. 299-313.
- KRISTIANSEN 1998: K. KRISTIANSEN, Europe before history. *New Studies in Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge 1998.
- DE GROSSI MAZZORIN, RIEDEL 1997: J. DE GROSSI MAZZORIN, A. RIEDEL, La fauna delle terramare, in BERNABÒ BREA M., CARDARELLI A., CREMASCHI M. (a cura di) *Le terramare. La più antica civiltà padana*. Milano 1997, pp. 475-481.
- DE MARINIS 1975: R. DE MARINIS, L'età del Bronzo, in CREMASCHI M. (a cura di) *Preistoria e Protostoria nel Reggiano. Ricerche e scavi 1940-1975*, Civici Musei, Reggio Emilia 1975, pp. 31-55.
- DE MARINIS 1997: R. DE MARINIS, L'età del Bronzo nella regione benacese e nella pianura a nord del Po, in BERNABÒ BREA M., CARDARELLI A., CREMASCHI M. (a cura di) *Le terramare. La più antica civiltà padana*, Milano 1997, pp. 405-419.
- DUMAYNE-PEATY 2001: L. DUMAYNE-PEATY, Human Impact on Vegetation, in *Handbook of Archaeological Sciences*, John Wiley & Sons, Chichester 2001, pp. 379-392.
- FISHER, KOEMER 2003: D.A. FISHER, R.M. KOEMER, Holocene ice core climate history: a multi-variable approach, in MACKAY A.W., BATTERBEE R.W., BIRKS H.J.B., OLDFIELD F. (a cura di) *Global Change in the Holocene: approaches to reconstructing fine - resolution climate change*, Arnold, London 2003, pp. 228-232.
- FONTANA 2006: A. FONTANA, La geomorfologia della bassa pianura friulana e le sue relazioni con le dinamiche insediative. Unicopli, Udine 2006.
- FORNI 1997: G. FORNI, Le tecniche agricole nelle terramare, in BERNABÒ BREA M., CARDARELLI A., CREMASCHI M. (a cura di) *Le terramare. La più antica civiltà padana*. Milano 1997, pp. 457-468.
- GREIG 1984: J. GREIG, A preliminary report on the pollen diagram and some results from Palafitta Fivà, in Perini R. *Scavi archeologici nella zona palafitticola di Fivà Carera, parte I, campagne 1969-1976*, Patrimonio storico ed artistico del Trentino, 8, Provincia Autonoma di Trento, Trento, 1984, pp. 305-322.
- HOLZHAUSER, MAGNY, ZUMBHL 2005: H. HOLZHAUSER, M. MAGNY, H.J. ZUMBHL, Glacier and lake-level variations in western-central Europe over the last 3500 years, in *The Holocene*, 15, 6, 2005, pp. 789-801.
- LEROY LADURIE 2004: E. LEROY LADURIE, Histoire humaine et compare du climat I, Canicules et Glaciers XIII-XVIII siecles. Fayard, 2004.
- LOWE 1992: J.J. LOWE, Late Glacial and early Holocene lake sediments from the Northern Apennine Italy. Pollen Stratigraphy and radiocarbon dating, in *Boreas* 21, 1992, pp. 193-208.
- LOWE, WATSON 1993: J.J. LOWE, C. WATSON, Late Glacial and Early Holocene pollen stratigraphy of the Northern Apennines. Italy, in *Quaternary Science Reviews*, 12, 1993, pp. 727-738.
- LOWE ET AL. 1996: J.J. LOWE, C.A. ACCORSI, M. BANDINI MAZZANTI, A. BISHOP, S. VAN DER KAARS, L. FORLANI, A.M. MERCURI, C. RIVALENTI, P. TORREI, C. WATSON, Pollen stratigraphy of sediment sequences from lakes Albano and Nemi and from the central Adriatic spanning the interval from oxygen isotope stage 2 to present day, in *Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia*, 55, 1996, pp. 71-98.
- MAGNY 2004: M. MAGNY, Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements, in BRAUER A., GUILIZZONI P. (a cura di) *The record of Human/Climate Interaction in Lake Sediments*, *Quaternary International*, 113, 2004, pp. 65-79.
- MAGNY, RICHOSZ 1998: M. MAGNY, I. RICHOSZ, Holocene lake-level fluctuations in Lake Sedorf, southern Swiss Plateau, in *Eclogae Geologicae Helveticae*, 91, 1998, pp. 345 - 347.
- MAGRI 1997: D. MAGRI, Middle and Late Holocene Vegetation and Climate Changes in Peninsular Italy, in DALFES H.N., WEISS H., KUKLA G. (a cura di) *Third Millennium BC Climate Change and Old World Collapse*, Nato Asi Series 1, 49, 1997, pp. 517-530.
- MAYEWSKI ET AL. 1997: P.A. MAYEWSKI, L.D. MEEKER, M.S. TWICKLER, S. WHITLOW, Q. YANG, M. PRENTICE, Major features and forcing of high latitude northern hemispheric atmospheric circulation using a 110 000 year long glaciochemical series, in *Journal of Geophysical Research*.
- MEESE ET AL. 1994: D.A. MEESE, A.J. GOW, P. GROOTES, P.A. MAYEWSKI, M. RAM, M. STUIVER, K.C. TAYLOR, E.D. WADDINGTON, G.A. ZIELINSKI, The accumulation record from the GISP2 core as an indicator of climate change throughout the Holocene, in *Science*, 266, 1994, pp. 1680-1682.

- MENOTTI 2001: F. MENOTTI, The missing period. Middle Bronze Age lake-dwellings in the Alps, in *BAR International Series* 968, London 2001.
- MERCURI ET AL. 2006: A.M. MERCURI, C.A. ACCORSI, M. BADINI MOZZANTI, G. BOSI, A. CARDARELLI, D. LABATE, M. MARCHESINI, G. TREVISAN GRANDI, Economy and environment of Bronze age settlements – Terramaras – on the Po plain (Northern Italy): first results from the archeobotanical research at the Terramara di Montale, in *Veget. Hist. Archeobot.*
- MUTTI 1994: A. MUTTI, Caratteristiche e problemi del popolamento terramaricolo in Emilia occidentale. University Press, Bologna 1994, p. 400.
- OROMBELLI 1997: G. OROMBELLI, Le condizioni climatiche durante il II millennio a.C., in BERNABÒ BREA M., CARDARELLI A., CREMASCHI M. (a cura di) *Le terramare. La più antica civiltà padana*, Milano 1997, pp. 51-58.
- PEARCE 1998: M. PEARCE, New research on the terramare of northern Italy, in *Antiquity*, 72, 1998, pp. 743-746.
- PIZZI, CREMASCHI 2004: C. PIZZI, M. CREMASCHI, I pozzi lungo la struttura di recinzione del Villaggio Grande di Poviglio: caratteri e processi formativi, in COCCHI L. (a cura di) *Atti del Congresso Nazionale "L'età del Bronzo Recente in Italia" (Lido di Camaiore 26/29 ottobre 2000)*, Baroni, Viareggio 2004, pp. 512-513.
- RAVAZZI, CREMASCHI, FORLANI 2004: C. RAVAZZI, M. CREMASCHI, L. FORLANI, Studio archeopalinologico della terramara S. Rosa. Nuovi dati, analisi floristica e sintassonomica della vegetazione nell'età del Bronzo, in *Il Villaggio Piccolo della terramara di S. Rosa di Poviglio (Scavi 1987/1992)*, I.I.P.P., Firenze 2004, pp. 703-736.
- RIEDEL 2004: A. RIEDEL, La Fauna. In BERNABÒ BREA M., CREMASCHI M. (a cura di) *Il Villaggio Piccolo della terramara di S. Rosa di Poviglio (Scavi 1987/1992)*, I.I.P.P., Firenze 2004, pp. 703-736.
- ROTHLISBERGER 1986: F. ROTHLISBERGER, *10,000 Jahre Gletschergeschichte der Erde*, Verlag Sauerlander, Arau 1986, p.52.
- ROTTOLI, MOTELLA 2004: M. ROTTOLI, S. MOTELLA, Resti antracologici e lignei della terramara S. Rosa di Poviglio, in BERNABÒ BREA M., CREMASCHI M. (a cura di) *Il Villaggio Piccolo della terramara di S. Rosa di Poviglio (Scavi 1987/1992)*, I.I.P.P., Firenze 2004, pp. 737-742.
- SÄFLUND 1939: G. SÄFLUND, Le Terramare delle province di Modena, Reggio, Parma e Piacenza, in *Acta Instituti Romani Regni Sueciae*, 7, Lund 1939, p. 225.
- SCHNEIDER 1978: R. SCHNEIDER, Pollenanalytische Untersuchungen zur Kenntnis der pat- und postglazialen Vegetationsgeschichte an Suidrand der Alpen zwischen Turin und Varese (Italien), in *Botanische Jahrbucher*, 100, 1978, pp. 26-109.
- SCHNEIDER 1985: R. SCHNEIDER, Analyse palynologique dans l'Aspromonte en Calabre (Italie Meridionale), in *Cahiers Ligures de Préhistoire et de Protohistoire, nouvelle série*, 2, 1985, pp. 279 -288.
- SUGITA 1994: S. SUGITA, Pollen representation of vegetation in Quaternary sediments: theory and method in patchy vegetation. in *Journal of Ecology*, 82, 1994, pp. 881-897.
- SUGITA 1998: S. SUGITA, Modelling pollen representation of vegetation, in GAILLARD M.J., BERGLUND B.E., FRENZEL B., HUCKRIEDE U. (a cura di) *Quantification of land surfaces cleared of forests during the Holocene. Palaoklimaforschung/Palaeoclimate Research* 27, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1998, pp. 1-16.
- VALSECCHI ET AL. 2006: V. VALSECCHI, W. TINNER, W. FINSINGER B. AMMANN, Human impact during the Bronze Age: preliminary results from a key site – Lago Lucone (northern Italy), in *Vegetation History and Archaeobotany*, 15 (2), 2006, pp. 99-113.