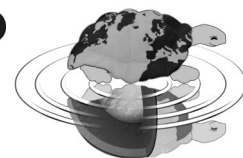




UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
SCUOLA DI DOTTORATO  
TERRA, AMBIENTE E BIODIVERSITÀ



Dottorato di Ricerca in Scienze Naturalistiche ed Ambientali  
Ciclo XXIII

---

**Suoli sepolti olocenici al margine appenninico  
centro-padano: aspetti geoarcheologici e  
paleoambientali.**

Tesi di dottorato

**Cristiano Nicosia**  
Matricola R07625

---

*Tutore*  
**Prof. Mauro Cremaschi**

**Anno Accademico**  
**2010-2011**

*Coordinatore*  
**Prof. Nicola Saino**



*“Oltre il ponte, controcorrente, sulla ripida sponda di calcare grigio, dall’uno e dall’altro lato, si scorgono incavature circolari, sempre a due a due, a intervalli regolari [...]. I ragazzini che d’estate per tutto il giorno pescano pesciolini lungo quelle rive pietrose, sanno che sono orme di tempi remoti e di antichi guerrieri, quando vivevano grandi eroi, la pietra era ancora immatura e tenera come terra, e i cavalli, al pari dei guerrieri, erano di statura gigantesca.”*

Ivo Andric, *Il ponte sulla Drina*.



## INDICE

<b>ABSTRACT</b> .....	p. 1
<b>1. INTRODUZIONE</b> .....	p. 5
1.1 Principali aspetti strutturali dell'area di studio.....	p. 8
1.2 Inquadramento geomorfologico.....	p. 10
1.2.1 Datazioni radiocarboniche dei suoli sepolti lungo il margine appenninico e dei fenomeni di dissesto dei versanti sui rilievi .....	p. 17
1.3 Inquadramento paleoclimatico.....	p. 23
1.3.1 Clima attuale dell'area di studio .....	p. 27
1.4 Inquadramento crono-culturale.....	p. 31
1.5 Aspetti geoarcheologici specifici.....	p. 38
<b>2. MATERIALI E METODI</b>	
2.1 Descrizione di campagna.....	p. 47
2.2 Datazioni al radiocarbonio .....	p. 47
2.3 Analisi chimico-fisiche .....	p. 47
2.3.1 Granulometrie .....	p. 48
2.3.2 Determinazione del carbonio organico .....	p. 49
2.3.3 Calcimetrie.....	p. 50
2.3.4 Determinazione della reazione (pH in acqua) .....	p. 51
2.4 Analisi micromorfologiche.....	p. 51
<b>3. RISULTATI E DISCUSSIONE</b>	
<b>3.1 S. Ilario d'Enza - Taneto (RE), tangeziale Nord</b>	
3.1.1 Introduzione.....	p. 57
3.1.2 Risultati .....	p. 61
3.1.2.1 Analisi chimico-fisiche.....	p. 63
3.1.2.2 Analisi micromorfologiche.....	p. 63
3.1.3 Interpretazione .....	p. 65

### **3.2 Botteghino di Marano (PR) – Via F. da Mareto “Stabilimento Parmacotto”**

3.2.1 Introduzione.....	p. 69
3.2.2 Risultati .....	p. 70
3.2.2.1 Analisi chimico-fisiche.....	p. 71
3.2.2.2 Analisi micromorfologiche.....	p. 77
3.2.3 Interpretazione .....	p. 81

### **3.3 Parma, Via A. Guidorossi**

3.3.1 Introduzione.....	p. 85
3.3.2 Risultati .....	p. 87
3.3.2.1 Analisi chimico-fisiche.....	p. 91
3.3.2.2 Analisi micromorfologiche.....	p. 94
3.3.3 Interpretazione .....	p. 98

### **3.4 Rubiera (RE)**

3.4.1 Introduzione.....	p. 103
3.4.2 Risultati .....	p. 105
3.4.2.1 Analisi chimico-fisiche.....	p. 105
3.4.2.2 Analisi micromorfologiche.....	p. 105
3.4.3 Interpretazione .....	p. 107

### **3.5 Buco del Signore (RE), Via Manenti**

3.5.1 Introduzione.....	p. 111
3.5.2 Risultati .....	p. 112
3.5.2.1 Analisi chimico-fisiche.....	p. 112
3.5.2.2 Analisi micromorfologiche.....	p. 112
3.5.3 Interpretazione .....	p. 114

### **3.6 Il Ghiardo (Quattro Castella, RE)**

3.6.1 Introduzione.....	p. 119
3.6.2 Risultati .....	p. 121
3.6.2.1 Analisi chimico-fisiche.....	p. 121
3.6.2.2 Analisi micromorfologiche.....	p. 122

3.6.3 Interpretazione .....	p. 126
<b>4. CONCLUSIONI</b> .....	p. 131
<b>5. BIBLIOGRAFIA</b> .....	p. 135
<b>APPENDICE I – Descrizione di campagna dei profili esaminati</b> .....	p. 155
<b>APPENDICE II – Risultati delle analisi chimico-fisiche</b> .....	p. 165
<b>APPENDICE III – Descrizione delle sezioni sottili</b> .....	p. 169





## ABSTRACT

Il presente lavoro riguarda lo studio di una serie di sequenze pedo-stratigrafiche esposte prevalentemente durante scavi archeologici d'emergenza al margine appenninico centro-padano, nell'Emilia centro-occidentale. Tali sequenze sono state rilevate e descritte sul terreno e studiate mediante analisi chimico-fisiche ed analisi micromorfologiche di sezioni sottili. Si è inoltre fatto uso di dati geomorfologici, paleoclimatici, cronologici ed archeologici al fine di contestualizzare i risultati ottenuti dalle analisi.

Dal punto di vista geomorfologico, il margine appenninico è costituito da una serie di conoidi alluvionali ghiaiosi coalescenti che danno luogo ad un *alluvial apron* o *glacis* di accumulo. Esso si protrae verso Nord e costituisce il raccordo con la pianura alluvionale olocenica del Po e dei suoi affluenti appenninici. L'aggradazione dei conoidi è controllata dagli eventi climatici ed è legata ai periodi glaciali del Pleistocene medio e finale. Con la transizione tra il Pleistocene finale e l'Olocene, l'aggradazione cessa e la superficie dei conoidi è soggetta a pedogenesi, con formazione di profondi Alfisuoli rubefatti (*Sols bruns fersiallitiques* o *Haploxeralfs*), evolutisi durante i periodi Boreale ed Atlantico (9000-5000 y BP). Con la transizione al Sub-boreale (5000-2500 y BP) le porzioni distali dei conoidi vengono seppellite da sedimenti di esondazione distale, a tessitura fine. Ad essi sono intercalati suoli debolmente evoluti quali *Entisols* e più raramente *Inceptisols* e *Vertisols*. La ripresa della sedimentazione al margine dei conoidi avviene nel quadro di un abrupto cambiamento climatico che, alle nostre latitudini, procede in senso freddo-umido e che caratterizza la transizione tra Atlantico e Sub-Boreale (inizio del Neoglaciale). Tale mutamento climatico è denunciato da numerosi indicatori a scala globale, quali la concentrazione atmosferica di metano ed il rapporto tra gli isotopi dell'ossigeno nelle carote di ghiaccio, le fasi di espansione dei ghiacciai alpini (in relazione ad esempio al seppellimento dell'Uomo del Similaun) e la variazione dei livelli lacustri. Il cambiamento climatico in esame è causato, secondo diversi autori, da una fase di diminuzione dell'attività solare cominciata all'inizio del Sub-boreale.

Il passaggio tra Atlantico e Sub-boreale coincide anche al passaggio tra le fasi culturali del Neolitico (ca. 6600-4400 y BP) e l'Età del Rame o Eneolitico (ca. 4900-3600 y BP). Tale passaggio viene generalmente fatto coincidere con la soglia del 3500 cal y BC, e corrisponde ad un cambiamento socio-economico di vasta entità non solo

in Italia ma in tutto il Mediterraneo e anche nel Vicino Oriente, con la diffusione dell'aratro, della ruota, l'introduzione della metallurgia ed una generale evoluzione verso forme di società più complesse.

Nell'area di studio la frequentazione del Neolitico ha luogo sui suoli profondi e rubefatti formatisi durante la fase di biostasia della prima parte dell'Olocene (Boreale ed Atlantico). I suoli connessi a siti neolitici studiati nel presente lavoro (Taneto/S. Ilario d'Enza, Botteghino, Parma – Via Guidorossi, Buco del Signore) recano tutti tracce di disturbo e denudamento della superficie del suolo e di incendio. Tuttavia, da una comparazione con i suoli dell'Eneolitico, emerge un impatto di entità minore, tale da non modificare in maniera radicale l'evoluzione del suolo. Queste evidenze ben si inquadrano con il modello di agricoltura itinerante o *shifting cultivation* praticato, secondo diversi autori, nel Neolitico. Tale modello di uso del suolo era volto principalmente alla produzione cerealicola, e prevedeva il ciclico disboscamento di piccoli appezzamenti di terra mediante incendio (*slash and burn*) ed il loro abbandono una volta depauperato il terreno. Il modello è corroborato soprattutto dal fatto che numerosi siti neolitici nella pianura padana consistono in dispersioni di materiali e strutture antropiche su aree molto vaste (*flat extended sites*). L'agricoltura itinerante neolitica non comportò dunque un forte impatto sulla foresta atlantica, come dimostrato anche da sintesi polliniche regionali e da dati pedologici che testimoniano la rigenerazione della copertura forestale dopo l'abbandono delle parcelle.

L'inizio dell'Eneolitico coincide come visto con l'abrupto mutamento climatico in senso freddo-umido del Sub-boreale. L'Eneolitico vede numerosi siti archeologici distribuiti nella pianura alluvionale, ma soprattutto registra la ripresa della frequentazione dell'Appennino emiliano e del finitimo Appennino ligure, scarsamente frequentati durante il Neolitico. L'impatto antropico dell'Eneolitico consiste soprattutto nell'apertura di prati e pascoli a spese dell'abetina mediante l'incendio di estesi appezzamenti. Tale evidenza, rivelata da numerosi studi palinologici e geoarcheologici, va inquadrata in un'economia volta allo sfruttamento delle risorse minerarie e forestali delle fasce collinari e montane, ma soprattutto legata al pastoralismo transumante, attività cardine delle società eneolitiche. I suoli connessi a siti eneolitici studiati nella presente tesi (S. Ilario d'Enza/Taneto, Botteghino, Parma – Via Guidorossi, Rubiera, il Ghiardo) mostrano costantemente tracce sia microscopiche che macroscopiche di deforestazione mediante incendio. A S. Ilario

d'Enza, Botteghino e Rubiera sono state ad esempio individuate cavità di sradicamento e successivo incendio delle piante oppure ceppaie combuste. A Botteghino e Parma – Via Guidorossi i suoli eneolitici contengono abbondanti carboni finemente frammentati e fitoliti, i quali potrebbero derivare dal periodico incendio delle infestanti o dal mantenimento di pascoli (tecnica del “debbio”). Nel sito del Ghiardo, su un terrazzo medio-Pleistocenico, la deforestazione eneolitica è stata in grado di modificare in maniera irreversibile l'evoluzione del locale suolo su loess, causando in esso processi di forte degrado chimico e fisico. Al margine dei conoidi e nella pianura, i siti eneolitici sono connessi a quei suoli poco evoluti intercalati a depositi alluvionali che, come visto, testimoniano la ripresa dell'attività fluviale nel Sub-boreale. Oltre che da questa ripresa, un quadro generale di forte instabilità geomorfologica è denunciato anche dalla contemporanea riattivazione di fenomeni di versante sia sugli Appennini che sulle Dolomiti. È sullo sfondo di questa situazione di instabilità ambientale che si pone la vera e propria aggressione della copertura forestale messa in atto da parte delle società pastorali dell'Eneolitico mediante lo slash and burn. La riduzione della copertura forestale in tutte le fasce altimetriche, connessa alla deforestazione eneolitica, e le nuove condizioni climatiche, indotte da fattori esogeni quali la diminuzione dell'attività solare, devono essere considerate complementari. I risultati del presente lavoro suggeriscono che l'impatto antropico può avere amplificato, per lo meno alla scala locale e regionale, fenomeni geomorfologici di aumento delle portate fluviali, di erosione, di instabilità dei versanti già innescati dal cambiamento climatico.



## 1. INTRODUZIONE

Con il termine “Antropocene”, Crutzen e Stoermer (2000) hanno denominato un’era geologica successiva all’Olocene la cui caratteristica principale è quella di essere dominata dagli effetti delle attività umane. Cominciato alla fine del XVIII secolo, vale a dire con l’avvento della Rivoluzione Industriale, l’Antropocene avrebbe visto un aumento delle emissioni di anidride carbonica e metano di entità tale da modificare l’andamento del clima presente e futuro (v. anche Crutzen 2002). Tuttavia, l’inizio dell’impatto dell’uomo sull’ambiente risale a molti millenni più indietro, e cioè a quando nel corso dell’Olocene medio le comunità antropiche hanno cominciato a praticare l’agricoltura e l’allevamento, modificando il territorio in funzione di nuove esigenze (Price 2000; Barker 2006). Le teorie di Ruddiman (Ruddiman 2003, 2004; Vavrus et al. 2008; Kutzbach et al. 2010) rappresentano una conferma in tal senso. Secondo tali teorie, la deforestazione mediante incendio messa in atto dalle comunità neolitiche a partire da ca. 8000 anni fa avrebbe portato ad un anomalo aumento della concentrazione di anidride carbonica nell’atmosfera. Inoltre, la diffusione della coltivazione del riso in Asia da ca. 5000 anni fa avrebbe fatto aumentare la concentrazione atmosferica di metano. L’effetto congiunto dell’aumento di questi gas serra antropogenici avrebbe, secondo Ruddiman, causato un riscaldamento del clima a scala globale ben prima dunque della Rivoluzione Industriale (v. discussione in Dearing 2006). Dalle teorie di Ruddiman emerge il ruolo fondamentale che lo sfruttamento e la modificazione dell’ambiente hanno avuto per le civiltà del passato. Alcuni recenti testi di ampia diffusione (Diamond 2005; Montgomery 2007) hanno posto ulteriormente l’accento su come il sovrasfruttamento delle risorse ambientali (in particolare del suolo) sia stato alla base del collasso socio-economico e della scomparsa di diverse civiltà antiche.

Il presente lavoro di ricerca è focalizzato sullo studio delle tracce dell’impatto antropico tra Neolitico ed Eneolitico, tracce riscontrabili in alcuni siti archeologici della pianura emiliana. In particolare, sono state analizzate diverse sequenze pedostratigrafiche esposte durante scavi archeologici d’emergenza. Questi ultimi si erano resi necessari per la realizzazione di grandi infrastrutture, e sono stati diretti dalla Soprintendenza per i Beni Archeologici dell’Emilia Romagna. Trattandosi di scavi effettuati spesso su vaste estensioni, è stato possibile investigare non solo i suoli all’interno dei siti, ma anche quelli nelle aree di “campagna” ad essi circostanti.

Il periodo cronologico di interesse è dettato dalle età dei siti archeologici connessi ai diversi suoli sepolti, ed è compreso tra il Neolitico medio (Cultura dei Vasi a Bocca Quadrata – metà del VI° millennio BC) e la fine dell'Età del Rame (ca. 2200 cal y BC). Dal punto di vista paleoclimatico, tale periodo intercetta la transizione tra l'Atlantico ed il Sub-boreale, caratterizzata da un generalizzato ed abrupto mutamento climatico in senso freddo-umido (v. Cap 1.3). L'approccio adottato è quello geoarcheologico (v. Butzer 2008), che prevede una sinergia tra le geoscienze (geomorfologia, pedologia, climatologia e relative metodologie analitiche) ed archeologia (dinamiche di insediamento, cronologia, sistemi agro-silvo-pastorali delle comunità neo-eneolitiche).

Le sequenze analizzate sono sequenze pedo-stratigrafiche di ambiente alluvionale, composte cioè da suoli intercalati a depositi di facies alluvionali. Le pianure alluvionali, ed i sistemi fluviali ad esse connesse, sono particolarmente adatte per studiare i cambiamenti di lungo termine dei regimi di esondazione e di trasporto solido, dei fenomeni di erosione del suolo, e le cause climatiche ed ambientali da cui derivano (Butzer 1982; Brown 1997; Houben *et al.* 2009). Inoltre, le pianure alluvionali sono da sempre state scelte come sedi preferenziali di stanziamento dalle comunità antropiche che praticavano l'agricoltura e la pastorizia. In esse si è dunque concentrato l'impatto antropico fin dall'antichità, il quale ha portato a pratiche quali la deforestazione, il dissodamento e la lavorazione del suolo, l'irrigazione. Tutte queste attività hanno avuto un significativo impatto sul suolo e sui processi geomorfologici, come è stato osservato in numerose aree dell'Europa temperata (v. ad esempio Hoffman *et al.* 2007; Hoffmann *et al.* 2009; Bravard, Salvador 2009; Berger 2011).

Il "suolo" può essere definito come un corpo naturale formatosi sulla superficie della Terra per le interazioni tra alcuni fattori, detti "fattori pedogenetici" (Schaetzl, Anderson 2005). Nella ricerca geoarcheologica, l'individuazione e la caratterizzazione dei suoli nei contesti alluvionali (pianure alluvionali, conoidi, terrazzi) sono fondamentali per diversi motivi (v. Reid Ferring 1992; Brown 1997; Mandel, Bettis III 2001; Hayward, Fenwick 1983). Innanzitutto, la pedogenesi evolve in contrapposizione all'erosione ed alla sedimentazione ed è connessa alla stabilità delle superfici sulle quali agisce. In altre parole, il grado di sviluppo di un suolo ci informa sulla durata delle condizioni di stabilità della superficie, prima che essa venga seppellita da un nuovo apporto alluvionale. È proprio al di sopra di superfici stabili che ha luogo la frequentazione umana, le cui tracce materiali permettono di datare per

via indiretta l'età delle superfici stesse. In secondo luogo, il suolo "registra" le condizioni paleoambientali nelle quali si evolve, proprio in virtù del fatto di essere il risultato dell'interazione tra i diversi fattori pedogenetici. Esso può dunque essere utilizzato come strumento per la ricostruzione dei paleoambienti in cui si è svolta la vita delle comunità umane. Oltre a registrare i processi naturali operanti nel paleoambiente, il suolo conserva memoria anche dell'impatto antropico delle comunità del passato.

Il presente lavoro si propone dunque di analizzare gli esiti ambientali e pedologici dell'impatto antropico neo-eneolitico nel margine appenninico della pianura padana centrale. Tale analisi è stata svolta tenendo conto degli importanti cambiamenti socio-economici e dei mutamenti climatici che si sono verificati al passaggio tra Atlantico e Sub-boreale.

## 1.1 Principali aspetti strutturali dell'area di studio

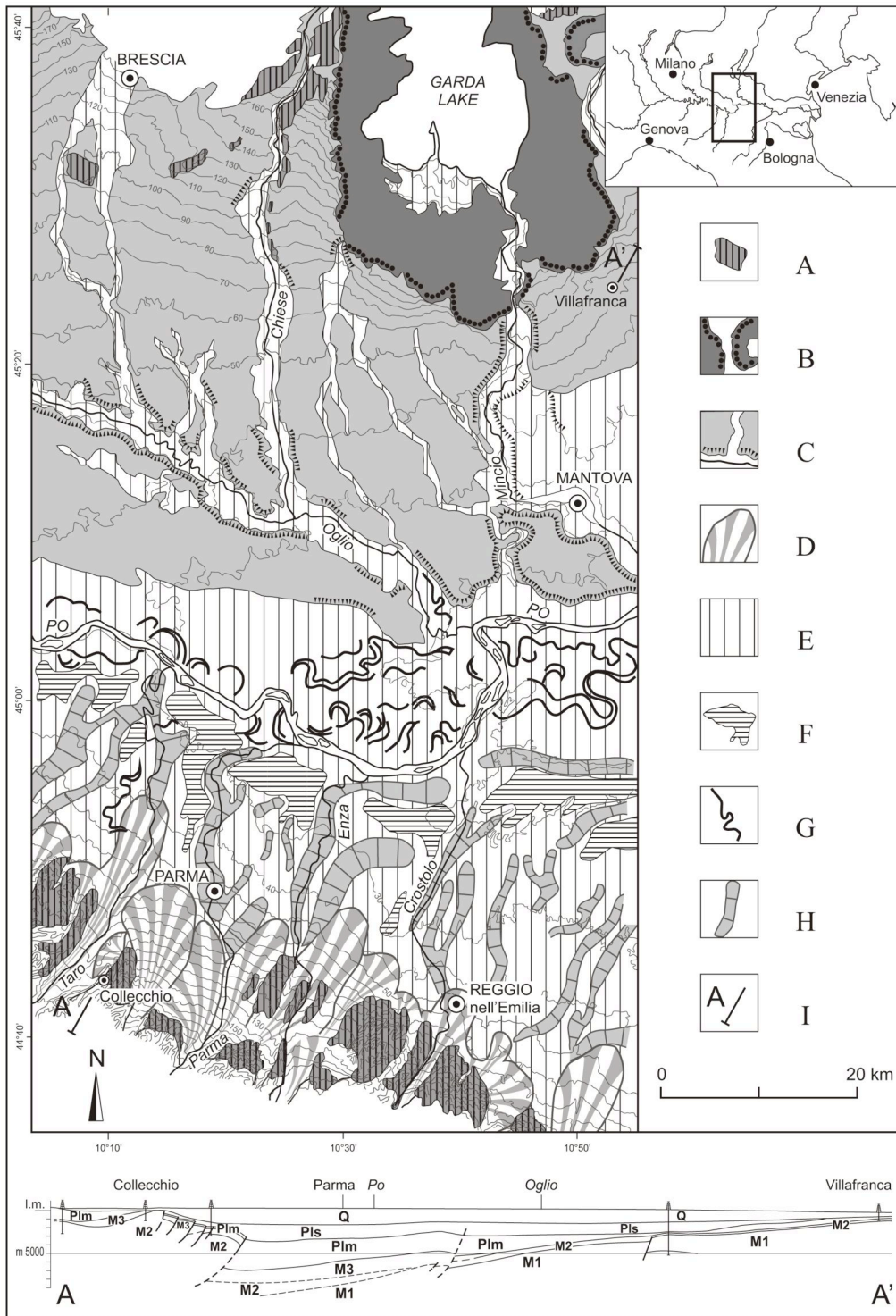
Nonostante l'aspetto omogeneo della sua superficie, la pianura padana è un'area molto attiva dal punto di vista tettonico (Pieri, Groppi 1981; Bartolini et al. 1982; Barbacini et al. 2002). Tra il Po e gli Appennini sedimenti di età compresa tra il Miocene ed il Pleistocene sono stati deformati e divisi in faglie da strutture con orientamento NW-SE, a causa di attività tettonica compressiva. Nelle sinclinali, dove il tasso di subsidenza è più elevato, la potenza dei depositi quaternari può essere particolarmente significativa (più di ca. 1500 m).

Recenti movimenti tettonici di strutture sepolte hanno avuto una forte influenza sul reticolo idrografico, causando numerose diversioni durante gli ultimi due millenni. Si ricordi ad esempio la migrazione del Po a Sud di Mantova, causata dall'innalzamento delle pieghe Ferraresi, e la recente vergenza settentrionale dei corsi d'acqua appenninici che fino al medioevo avevano deflusso marcatamente nord orientale (v. Cremaschi 1978; Boretti et al. 1988).

Lungo il margine appenninico, i sedimenti quaternari sono stati deformati e dislocati da faglie sia trasversali che longitudinali. Dal punto di vista tettonico quest'area è caratterizzata da un sistema di pieghe e faglie inverse che costituiscono il fronte tettonico pede-appenninico (v. Panizza, Papani 1979). Sequenze sedimentarie e strutture tettoniche longitudinali sono dislocate da faglie trasversali (NNE-SSW) con conseguenze geomorfologiche importanti riscontrabili fino al lato tirrenico del margine degli Appennini.

A differenza del margine appenninico, a Nord del Po le strutture tettoniche sepolte sono meno sviluppate. Una blanda omoclinale, debolmente deformata e sezionata da faglie con andamento E-W, sale verso Nord.





**Fig. 1.1** La pianura padana centrale ed i principali sistemi fisiografici in essa compresi. A – Lembi di conoidi alluvionali terrazzati del Pleistocene medio. B – Depositi morenici. C – Livello Fondamentale della Pianura Lombarda, delimitato da scarpate. D – Conoidi alluvionali tardo-pleistocenici. E – Pianura alluvionale olocenica. F – Aree depresse della pianura con sedimenti argillosi prevalenti (“valli”). G – Corsi d’acqua fossili (paleoalvei). H – Dossi fluviali. I – Sezione A-A’.

Sezione A-A’: Q = Quaternario. Plm, Pls, M3, M2 = Rocce terziarie. M1 = Mesozoico (Immagine da: Cremaschi, Nicosia in stampa).

## 1.2 Inquadramento geomorfologico

Il margine settentrionale della pianura padana è delimitato dagli anfiteatri morenici depositi dai ghiacciai alpini durante il Quaternario. Nella parte centrale della pianura, in continuità con gli apparati glaciali pedalpini dell'Ultimo Massimo Glaciale (24000-18000 anni BP – v. Ravazzi 2003), si estende verso sud una vasta piana proglaciale o *sandur* nota come “Livello Fondamentale della Pianura Lombarda” (Cremaschi 1987). Tale piana proglaciale è solcata dagli affluenti di provenienza alpina del Po, i quali scorrono in valli fortemente incassate in essa incise (Marchetti et al. 2001). L'ampia estensione e la relativa omogeneità del *sandur* sono da imputarsi alla presenza di una struttura nota come “monoclinale pedalpina” che immerge debolmente verso Sud, poco disturbata da movimenti recenti (v. Cap. 1.1). La piana alluvionale sulla quale scorre attualmente il Po corrisponde all'area di massima subsidenza del sistema. Il tracciato del Po attuale è circondato da tracce di meandri abbandonati, distribuiti in una fascia di divagazione ampia circa 25 km. Il dominio del Po è anche individuabile nel sottosuolo, con corpi sabbiosi lunghi da 5 a 10 km e potenti fino a 40 m, derivanti dalla migrazione laterale e dalla sovrapposizione di diversi canali meandriiformi (Ori 1982; 1993). Tali tracce denunciano l'instabilità del percorso del Po, inquadrabile tra l'Olocene iniziale e l'epoca Romana (Marchetti 2002).

Il quadro dei depositi affioranti e del primo sottosuolo a Sud del Po è notevolmente diverso rispetto a quello a Nord del fiume, delineato sopra. Qui, al margine appenninico, la geometria dei conoidi ed il loro rapporto con la finitima pianura alluvionale sono stati determinati da un'interazione tra i cambiamenti climatici (cicli glaciali ed interglaciali del Pelistocene medio e recente) e processi tettonici (Marchetti 2002; v. anche Ritter et al. 2002; Harvey 2005; Gàbris, Nagy 2005; per l'applicazione di tale modello all'area di studio limitatamente al periodo tardo Pleistocene – Olocene v. Di Dio, Valloni 1997; Valloni, Baio 2009). Nell'Appennino settentrionale i periodi glaciali hanno comportato un'accresciuta produzione di sedimento ed erosione nelle aree montane, caratterizzate da superfici degradate in condizioni periglaciali. L'aumento del carico solido e delle portate dei fiumi che ne sono conseguiti hanno favorito l'aggradazione e la progradazione dei conoidi alluvionali nelle aree pedemontane. Al contrario, gli interglaciali hanno visto una diminuzione dell'erosione nelle aree montuose, coperte da vegetazione, e conseguentemente una diminuzione

delle portate e del trasporto solido dei fiumi. Nei periodi interglaciali vi è stata dunque la cessazione dell'aggradazione dei conoidi e la formazione di suoli sulle loro superfici. Ogni successivo ciclo di aggradazione portava all'incisione della porzione apicale del precedente conoide, mentre un nuovo conoide progradava verso il margine distale. Questo ha implicato la formazione di una serie di conoidi telescopici durante tutto il Quaternario, ma la loro conservazione è stata fortemente limitata dalle deformazioni tettoniche del margine appenninico. Quest'ultimo risulta quindi caratterizzato dalla presenza di un *alluvial apron* o *glacis* di accumulo (v. Ritter et al. 2002; Castiglioni 1991) costituito da formazioni di diverse età. Da un lato, vi è una fascia terreni datati al Pleistocene medio, terrazzati e sollevati tettonicamente. Si tratta più specificamente di lembi residui di conoidi alluvionali: corrispondono ai terreni che nella *Carta Geologica di Parma e delle Zone Limitrofe* (Istituto di Geologia Università di Parma, 1966) e nei Fogli 73 (Parma) e 74 (Parma e Reggio nell'Emilia) della *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000* sono indicati come depositi continentali prevalentemente ghiaiosi attribuibili al Pleistocene medio ("fluviale Riss" ed in parte "fluviale Mindel"). Nell'area di studio essi si trovano a quote comprese tra i 60 ed i 240 m s. l. m. e sono spesso delimitati da scarpate. Da Ovest tali aree sono: il terrazzo di Marano, il terrazzo di Monticelli T. – Basilicagoiano, il terrazzo di Montechiarugolo, il terrazzo di Montecchio Emilia, la vasta area terrazzata o "altopiano" del Ghiardo (Cremaschi, Papani 1975; Petrucci 1968; Petrucci et al. 1996). A queste vanno aggiunte alcune limitate estensioni al margine orientale dell'area di studio, corrispondenti a lembi legati al paleoconoide del Secchia e datati anch'essi al Pleistocene medio ("Unità Ubersetto" - Gasperi et al. 1989). Le superfici di tali terrazzi, interessate da pedogenesi a partire dal Pleistocene inferiore e medio, presentano suoli policiclici o "vetusuoli" associati a coperture di loess (si veda il "Collecchio Vetusol" in Cremaschi 1987; v. anche Cremaschi, Papani 1975; Cremaschi 1979; Busacca Cremaschi 1998).

L'*apron* pedeappenninico comprende poi una serie di conoidi alluvionali che prendono origine allo sbocco delle principali valli appenniniche ed hanno asse orientato in senso NNE – SSW. Essi si sviluppano alla base dei terrazzi medio-pleistocenici, a valle dei quali si estendono a ventaglio saldandosi l'uno all'altro. Le evidenze pedologiche ed archeologiche permettono di ascrivere questa serie di conoidi al Pleistocene finale (v. *infra*). Si tratta di terreni affioranti in modo discontinuo e posti a quote comprese tra i 60 m ed i 160 m s. l. m. La loro evidenza

morfologica è strettamente connessa alla neotettonica (Cremaschi 1979). Dove non vi sia subsidenza (ad es. conoide del t. Enza) essi sono sospesi sui principali corsi d'acqua e mostrano una superficie più inclinata di questi verso la pianura. In aree di forte subsidenza (ad es. conoide del f. Secchia), essi possono essere completamente sepolti da sedimenti più recenti o appena leggibili dallo studio delle curve di livello con equidistanza di un metro. I conoidi tardo-pleistoceni sono pertinenti ai corsi d'acqua che si incontrano procedendo da Ovest verso Est nell'area di studio: f. Taro, t. Baganza, t. Parma, t. Enza, t. Crostolo e f. Secchia. I conoidi di dimensioni minori sono costituiti da facies di canali *braided*, la cui morfologia è leggibile anche dalle foto aeree nella porzione apicale dei conoidi. Quelli di dimensioni maggiori presentano facies di canali *braided* nella porzione prossimale e facies di canali meandrici con barre di meandro in quella distale (Ori 1982; Ori 1993).

La pianura media e bassa circostante i conoidi tardo-pleistoceni è invece colmata da sedimenti fini olocenici, legati a processi di avulsione e di alluvionamento delle aree intercanale (Istituto di Geologia Università di Parma, 1966; Valloni, Baio 2009). I meccanismi che regolano la formazione ed i rapporti tra conoidi tardo-pleistoceni ed alluvioni oloceniche sono stati investigati da Valloni e Baio (2009) nell'ambito dei carotaggi effettuati lungo il tratto emiliano della linea ferroviaria ad alta velocità (v. anche Di Dio, Valloni 1997). Gli Autori hanno rilevato nel primo sottosuolo della pianura una sequenza sedimentaria, mediamente spessa 30 m, costituita da un corpo grossolano basale ed un corpo fine sommitale con intercalati sottili livelli di argille organiche e di vegetali. Tale sequenza è interpretata il risultato della sovrapposizione di due sistemi deposizionali, quello di "conoide alluvionale" e quello "di fiume pensile", nel quadro di un ciclo sedimentario a controllo climatico. Il corpo grossolano basale si sarebbe formato a partire da 24.000 y BP, durante la fase fredda dell'Ultimo Massimo Glaciale (stadio isotopico marino 2). In particolare, gli Autori identificano nel Tardiglaciale la fase con i più alti tassi di produzione e trasporto sedimentario rispetto al Pleniglaciale ed al Postglaciale (v. Ravazzi 2003 per l'attribuzione cronologica dei termini). A partire da 12.000 y BP (stadio isotopico marino 1), la risalita del livello marino, culminata attorno a 6000 y BP, ed il concomitante invecchiamento delle valli appenniniche determinarono una diminuzione della competenza e del carico solido dei fiumi (v. Mohl et al. 2000), causando la cessazione dell'aggradazione dei conoidi. Le loro superfici furono poi incise nelle porzioni prossimali e mediane (Marchetti 2002) e pedogenizzate, mentre nelle aree

distali ebbe luogo l'instaurazione di una serie di canali fluviali singoli, dritti o a meandri, con una tendenza a diventare pensili soprattutto a causa della progressiva risalita del livello marino. La sedimentazione fluviale dell'Olocene iniziale è dunque determinata da episodi avulsivi e fenomeni di tracimazione di tali canali in occasione delle piene, i quali portano al seppellimento delle superfici tardo-Pleistoceniche (Marchetti 2002). La tendenza all'innalzamento del letto dei fiumi che occupano la piana alluvionale olocenica al margine appenninico ha portato alla formazione di numerosi dossi fluviali (*alluvial ridges* – v. Allen 1965; Reid Ferring 1992). Essi corrispondono a corpi sabbiosi nastriformi rilevati e sono ben visibili esternamente ai conoidi, dai quali spesso si dipartono a ventaglio per alcuni chilometri, quasi a rappresentarne il prolungamento verso la pianura. Particolare risalto hanno nell'area di studio i dossi relativi ai domini dei fiumi Parma, Enza e Secchia (Castiglioni, Pellegrini 2001). La pensilità dell'alveo è un processo che favorisce l'avulsione (Allen 1965), fenomeno ampiamente attestato nella pianura alluvionale dalla presenza di numerosi tracciati d'alveo abbandonati o "paleoalvei" (Pellegrini, Tellini 2003; Marchetti et al. 2001; Boretti et al. 1988).

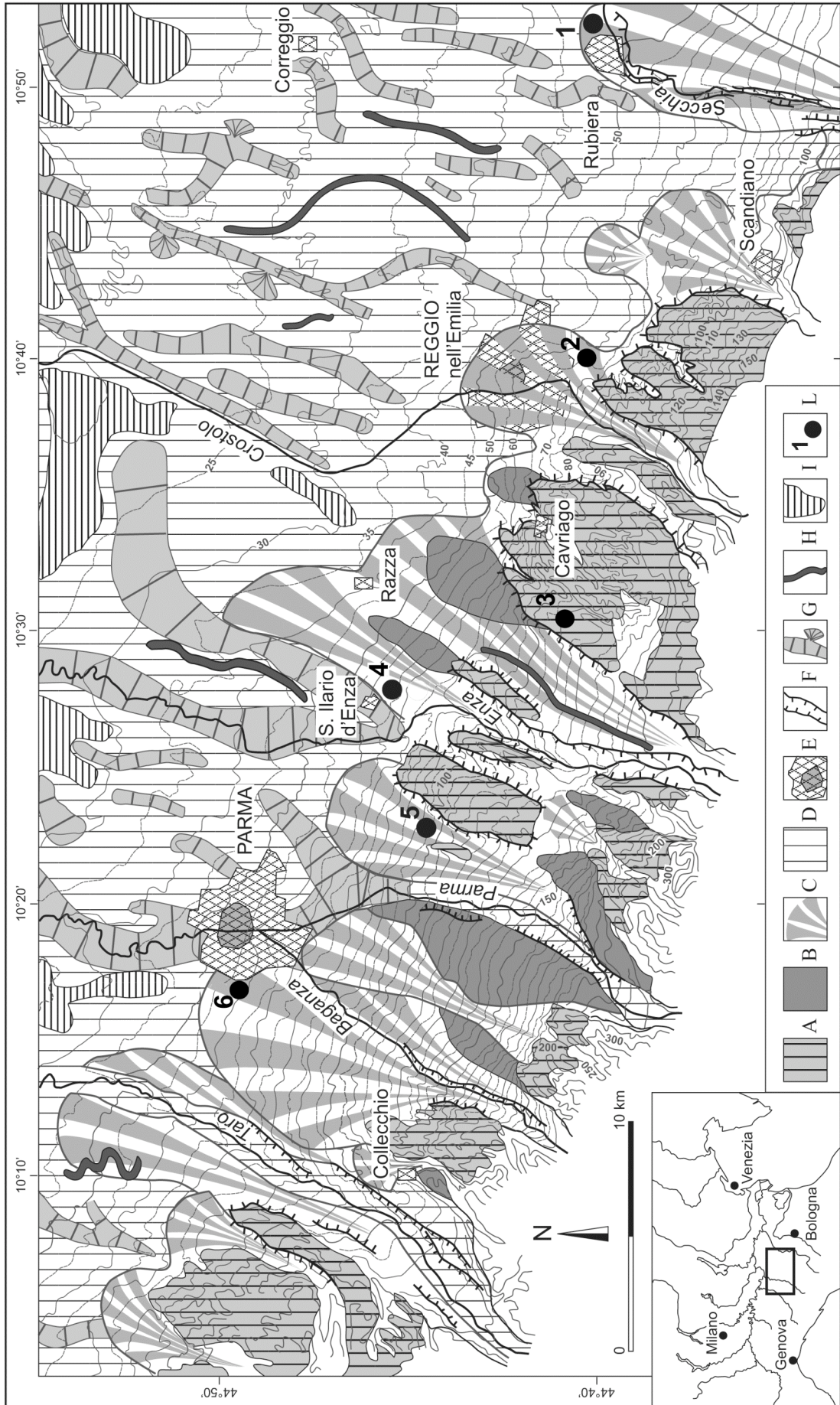
La superficie dei conoidi tardo-pleistocenici è ammantata da Alfisuoli rubefatti (*Sols bruns fersiallitiques* nella classificazione francese; *Haploxeralfs* secondo la Soil Taxonomy - Cremaschi 1979; Marchetti et al. 2001), affioranti soprattutto nelle aree prossimali dei conoidi. Questi suoli sono caratterizzati da un profilo di tipo A-Bt-Ck e la loro formazione è cominciata con l'inizio dell'Olocene. Essi erano tuttavia ancora in corso di formazione alla fine del periodo Atlantico, in quanto i processi pedogenetici che li caratterizzano (decarbonatazione, illuviazione di argilla e rubefazione) hanno anche riguardato i depositi archeologici di età neolitica associati a tali suoli (Cremaschi 1983; Cremaschi 1990; Cremaschi *in stampa*). Lo studio degli Alfisuoli del sito Neolitico di Razza di Campegine (Bernabò Brea *et al.* 2009), ubicato sul conoide tardo-pleistocenico dell'Enza, ha fornito elementi utili in tal senso. La frazione umica dei suoli in questione, caratterizzati da tracce di illuviazione di argilla, ha restituito la data  $6490 \pm 90$  y BP (7567-7260 cal y BP). La data  $5940 \pm 40$  y BP (6883-6672 cal y BP) è stata invece ottenuta su un frammento di carbone dai depositi antropogenici del Neolitico medio (cultura dei Vasi a Bocca Quadrata). La data più antica risulta dalla media tra l'età del suolo preesistente al sito e quello della sostanza organica contemporanea al sito stesso. Essa indica che la pedogenesi con illuviazione di argilla era già in atto all'inizio del medio Olocene, prima della

frequentazione antropica dell'area, e che era ripresa successivamente ad essa, proseguendo per tutto il periodo Atlantico (v. discussione in Bernabò Brea *et al.* 2009)

I sedimenti olocenici di *overbank* che, come visto, coprono il margine distale dei conoidi sono intercalati a suoli sepolti debolmente sviluppati, i quali – assieme ai suoli dell'Atlantico sopra menzionati – costituiscono l'oggetto d'esame principale del presente lavoro. Si tratta di suoli formati al tetto di strati alluvionali a gradazione normale (*fining upward sequence*). Essi sono denunciati sul terreno da un colore leggermente più scuro rispetto ai depositi alluvionali ai quali sono intercalati, da un'aggregazione debolmente espressa e da modeste concentrazioni di gasteropodi terrestri. I suoli in questione sono caratterizzati da un profilo con un orizzonte A poggiante direttamente sull'orizzonte C, e sono dunque classificabili come *Fluvents* (Soil Survey Staff 2003) o *Sols gris alluviaux* (Duchaufour 1983). Più raramente la presenza di un sottile orizzonte cambico porta a classificare tali suoli come *Inceptisols* (Soil Survey Staff 2003) o *Sols alluviaux brunifiés* (Duchaufour 1983), mentre in altre occasioni la presenza di fenomeni vertici qualifica tali suoli come *Vertisols* (ad es. il suolo sepolto del Bronzo Antico nel sito di S. Pancrazio presso Parma – v. Salvioni 2005; Bernabò Brea *et al.* in stampa; Cremaschi *et al.* in stampa). I suoli intercalati ai depositi alluvionali ai margini distali dei conoidi pedeappenninici sono spesso associati a siti archeologici, i quali appartengono all'arco cronologico che va dall'Eneolitico fino all'età del Bronzo (v. Cap. 1.4). I siti del Neolitico insistono invece sul *Sol brun fersiallitique*, generalmente troncato al livello dell'orizzonte Bt, che ammantava la superficie dei conoidi tardo-pleistocenici, come rilevato in alcuni dei profili esaminati in questo lavoro (ad es. Taneto/S. Ilario d'Enza e Botteghino di Marano). Queste caratteristiche erano già state notate da G. Chierici, in base allo studio della sequenza stratigrafica della cava di S. Ilario d'Enza (Chierici 1881). La cartografia dei suoli alla scala 1:50.000 e 1:250.000 della Regione Emilia Romagna (<http://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/>) – la quale si riferisce ai suoli affioranti sulla superficie odierna – conferma la minore età dei terreni alluvionali olocenici rispetto ai conoidi tardo-pleistocenici. La piana alluvionale olocenica ha infatti in superficie principalmente *Calcisols* e più raramente *Cambisols* secondo la classificazione FAO/WRB (FAO 1998), mentre i suoli ricadono sempre nella famiglia degli *Entisols* se classificati secondo la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff 2003). Le

aree di intercanale depresse, colmate di sedimenti fini corrispondenti a *facies* alluvionali distali, sono invece prevalentemente occupate da Vertisuoli.

**Fig. 1.2** (pagina seguente). *Principali caratteri geomorfologici dell'area di studio. A) Conoidi alluvionali del Pleistocene medio, terrazzati. B) Conoidi ghiaiosi del Pleistocene finale, con suoli Bruns Fersiallitiques/Haploxeralfs o Vertisuoli in superficie o a debole profondità. C) Conoidi alluvionali del Pleistocene finale con debole evidenza geomorfologica, rilevabile dallo studio delle curve di livello con equidistanza di 1 m, sepolti da sottili depositi alluvionali. D) Depositi fini di piana alluvionale. E) Principali centri abitati. F) Scarpate principali. G) Dossi alluvionali. H) Paleoalvei principali. I) Aree depresse della pianura con sedimenti argillosi prevalenti ("valli"). L) Sequenze pedo-stratigrafiche analizzate nel presente studio: 1 – Rubiera (RE); 2 – Buco del Signore (RE); 3 – Il Ghiardo (RE); 4 – Taneto / Sant'Ilario d'Enza (RE); 5 – Botteghino (PR); 6 – Parma, Via Guidorossi "Comparto A3" (Immagine da: Cremaschi, Nicosia – in stampa).*





### 1.2.1 Datazioni radiocarboniche dei suoli sepolti lungo il margine appenninico e dei fenomeni di dissesto dei versanti sui rilievi

Come già indicato nell'Introduzione, nelle sequenze pedo-sedimentarie di ambiente alluvionale i suoli sepolti sono *markers* di periodi più o meno prolungati di stabilità della superficie prima del seppellimento. Le datazioni sui suoli sepolti permettono dunque di inquadrare cronologicamente periodi in cui la biostasia prevale sulla resistasia (v. Castiglioni 1991). Le datazioni dei suoli sepolti utilizzate nel presente lavoro sono state effettuate principalmente su due tipi di materiali. Da un lato vi sono le datazioni sugli acidi umici o sulla sostanza organica presente negli orizzonti sepolti (v. metodologia analitica in Alessio et al. 1980). Queste esprimono il tempo di resistenza medio del carbonio organico in un suolo (Alessio et al. 1980; v. anche Bernabò Brea et al. 2008). La seconda tipologia di materiali datati consiste in elementi archeologici (carbone, osso) presenti nel suolo, le cui datazioni forniscono dunque un *terminus ante quem* situare l'inizio della formazione del suolo stesso.

Le date riportate in Tab. 1 ed in Fig. 1.3, limitate al solo Olocene, sono ricavate da tre diverse fonti:

a) datazioni di suoli sepolti, elementi archeologici e legni di foreste sepolte al margine delle conoidi tardo-pleistoceniche e nella pianura olocenica dell'Emilia occidentale (Alessio et al. 1980).

b) datazioni di suoli sepolti non connessi a siti archeologici, emerse da carotaggi effettuati dalla Regione Emilia Romagna allineati grosso modo parallelamente alla Via Emilia.

([regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/geologia/progetti/analisi\\_al\\_14c](http://regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/geologia/progetti/analisi_al_14c)).

c) datazioni derivate da elementi archeologici nei siti di S. Pancrazio (PR), Parma / Comparto A3, Taneto / S. Ilario d'Enza (RE) (Bernabò Brea et al., in stampa; Bronzoni, Alfieri 2010) e di Rubiera – Cave Corradini (MO) (Cremaschi 1997).

La figura 1.3 mette in risalto come vi sia una concentrazione di date nel Sub-boreale, in particolare nella sua parte centrale, tra circa 4500 e 3500 y BP (corrispondenti a ca. 5000-3900 cal y BP). Tale concentrazione denuncia l'esistenza di numerosi brevi

intervalli di pedogenesi, con formazione di suoli debolmente sviluppati, intercalati ad altrettanti eventi alluvionali. Ne emerge dunque un quadro di aumentata attività fluviale (avulsiva) e di instabilità geomorfologica dopo la biostasia dell'*Optimum* climatico atlantico, durante il quale suoli moderatamente sviluppati, dotati di orizzonte Bt, si erano potuti formare. Le condizioni di instabilità del Sub-boreale implicano, dal punto di vista morfogenetico, una forte accrezione verticale al margine dei conoidi e nella pianura alluvionale.

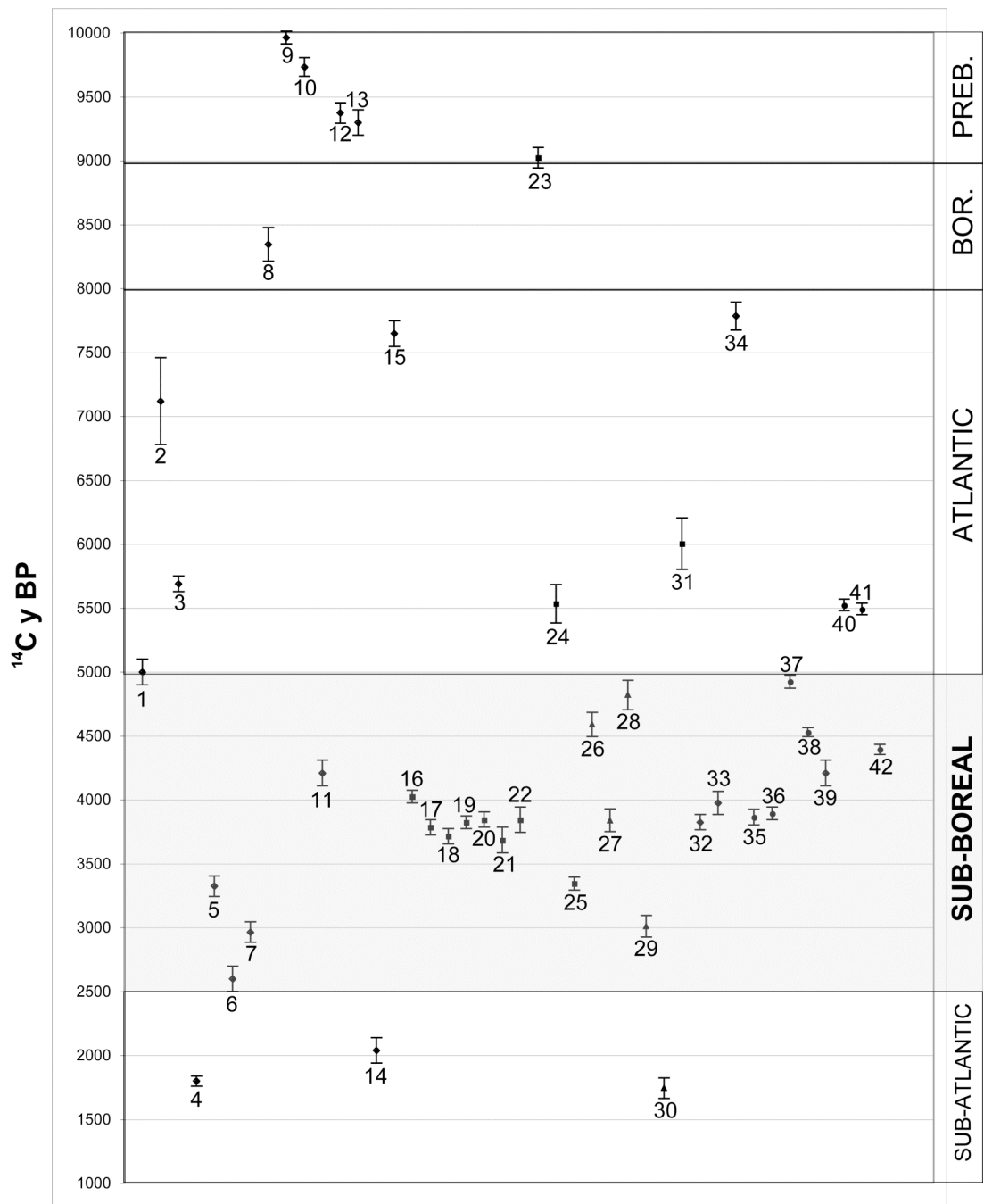
A precisare ulteriormente il quadro di instabilità geomorfologica del Sub-boreale concorrono studi che hanno riguardato le datazioni di eventi franosi sugli Appennini settentrionali (Bertolini et al. 2004; Bertolini 2007; v. anche Bertolini et al. 2005). Da essi emerge come proprio con l'instaurarsi del Sub-boreale vi sia un picco nel numero di movimenti di versante registrati nell'Olocene a quote comprese tra i 400 m ed i 1200 m s. l. m. (v. Tab. 2 e Fig. 1.4). In particolare, si tratta di riattivazioni di colate di detrito (*earth flows* – v. Castiglioni 1991), originariamente messe in posto durante l'Ultimo Massimo Glaciale, che registrano un massimo tra 4900 e 3900 cal y BP. È importante sottolineare come gli Autori associno l'instabilità dei versanti a cause climatiche, e specificamente a periodi freddi caratterizzati da un deterioramento climatico (“oscillazioni di Piora” – cfr. Cap. 1.3). Le condizioni di clima freddo e le maggiori precipitazioni avrebbero comportato una minore evapotraspirazione che a sua volta avrebbe causato un incremento della ricarica degli acquiferi sotterranei. È inoltre interessante osservare che in Bertolini et al. (2004) la deforestazione estensiva del tardo Medioevo e del Rinascimento viene considerata un fattore che contribuisce all'aumento dei fenomeni di dissesto dei versanti durante la Piccola Era Glaciale, caratterizzata anch'essa da diminuzione delle temperature ed aumento delle precipitazioni.

Può poi essere importante sottolineare che anche nelle Dolomiti vi è un picco dei fenomeni di versante al passaggio tra Atlantico e Sub-boreale (Borgatti, Soldati 2009). Tale picco è più precisamente inquadrabile tra 5800 e 4500 cal y BP, e corrisponde ad una fase di riattivazione di movimenti pre-esistenti che gli Autori associano ad un mutamento climatico in senso freddo ed umido.

Data # (v. Fig 1.3)	Posizione	Lab. Id	<sup>14</sup> C y BP	Riferim. Bibliogr.
1	Alseno 3	nd	4995±100	a
2	Alseno 4	nd	7115±340	a
3	Alseno 5	nd	5685±60	a
4	Alseno 7	nd	1795±40	a
5	Fiorenzuola 1	nd	3320±80	a
6	Fidenza 1	nd	2595±100	a
7	Fidenza 2	nd	2960±80	a
8	Fidenza 3	nd	8341±130	a
9	Noceto 2	nd	9960±50	a
10	Parma 1	nd	9728±73	a
11	Parma 2	nd	4205±100	a
12	Collecchio 2	nd	9370±80	a
13	Collecchio 3	nd	9295±100	a
14	Collecchio 4/1	nd	2035±100	a
15	Collecchio 4/2	nd	7643±100	a
32	Modena 1/1	nd	3820±60	a
33	Modena 2	nd	3970±90	a
34	Soliera 1/1	nd	7780±110	a
39	S. Pancrazio RER	nd	4205±100	a
16	S. Ilario Ponte Ferrovia	R1288A	4020±50	b
17	S. Ilario Ponte Ferrovia	R1288B	3780±60	b
18	S. Ilario Ponte Ferrovia	R1288C	3710±60	b
19	S. Ilario Ponte Ferrovia	R1289A	3820±50	b
20	S. Ilario Ponte Ferrovia	R1291	3840±60	b
21	S. Ilario Ponte Ferrovia	Birm828	3680±100	b
22	S. Ilario Ponte Ferrovia	Birm829	3840±100	b
23	Gazzaro	R1344	9020±80	b
24	Campegine fondo Paglia	Birm823	5530±150	b
25	Rubiera Alveo Secchia	R-703	3540±50	b
31	Chiozza di Scandiano	R458	6000±200	b
26	Rubiera Cave Corradini	GX19225	4585±95	c
27	Rubiera Cave Corradini	GX19226	3835±90	c
28	Rubiera Cave Corradini	GX19221	4815±115	c
29	Rubiera Cave Corradini	GX19223	3005±85	c
30	Rubiera Cave Corradini	GX19222	1740±80	c
35	S. Pancrazio	GX2315	3860±60	d
36	S. Pancrazio	GX32454	3890±50	d
37	Taneto S. Ilario	Poz-27522	4920±50	d
38	Taneto S. Ilario	Poz-27523	4525±35	d
40	Parma/Comparto A3 tomba I	LTL4573A	5520±45	d
41	Parma/Comparto A3 tomba II	LTL4570A	5488±45	d
42	Parma/Comparto A3 Suolo Eneolitico	Poz-27520	4390±40	e

**Tab. 1** Datazioni radiocarboniche di suoli sepolti al margine appenninico, non calibrate. Riferimenti bibliografici: <sup>a</sup> Regione Emilia Romagna (regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/geologia/progetti/analisi\_al\_14c);

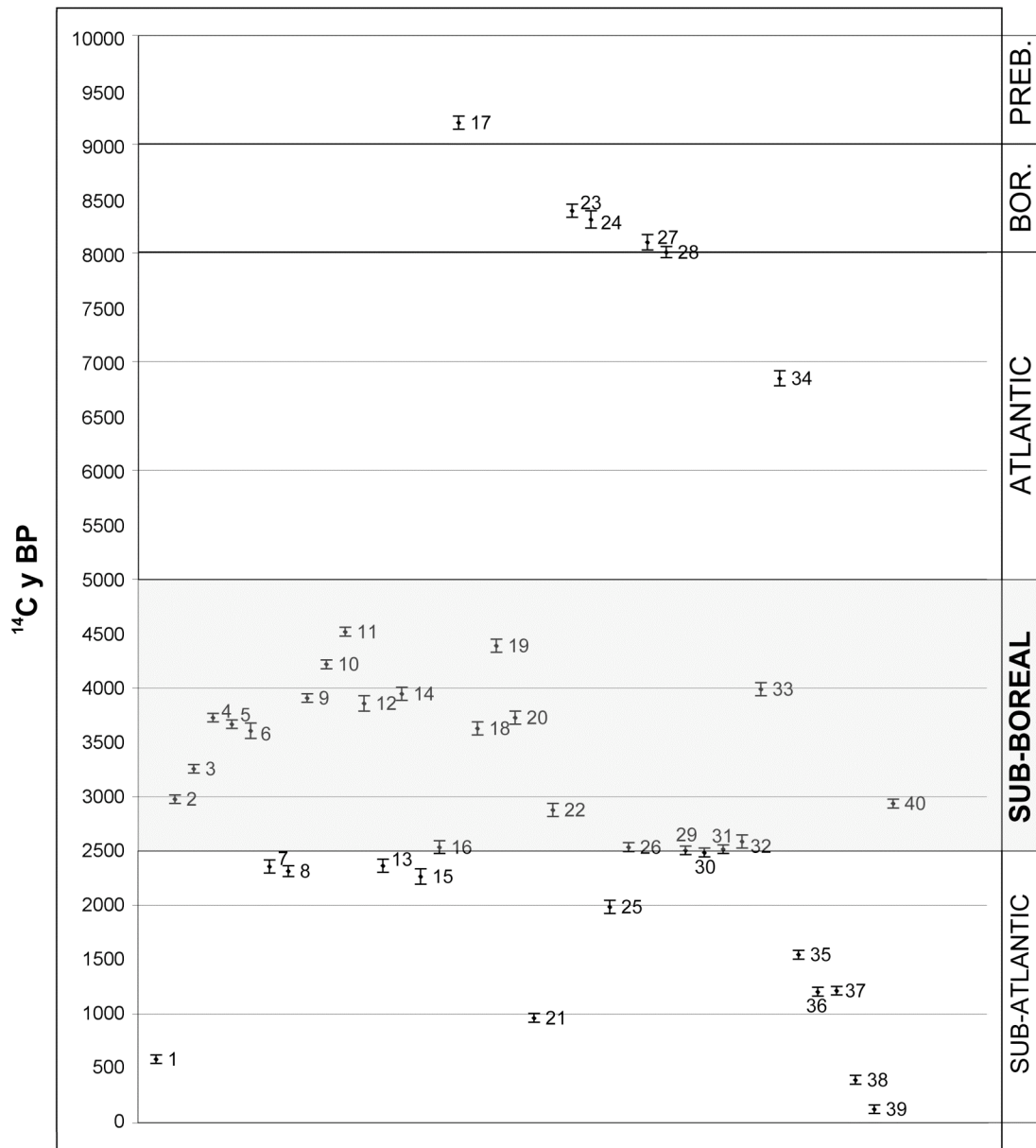
<sup>b</sup> Alessio et al. 1980; <sup>c</sup> Cremaschi 1997; <sup>d</sup> Bernabò Brea et al., in stampa; <sup>e</sup> Bronzoni, Alfieri 2010.



**Fig. 1.3** Datazioni radiocarboniche di suoli sepolti al margine appenninico, non calibrate. I numeri di ciascuna data rimandano alla Tab. 1. Le suddivisioni dell'Olocene sono state assegnate in base ad Orombelli, Ravazzi (1996).

Data # (v. Fig 1.4)	Posizione-Prof. (m)	Lab ID	<sup>14</sup> C y BP
1	Casoletta-16	Beta152644	580±40
2	Cavola-9	Beta135395	2970±40
3	Cavola-24	Beta135394	3250±40
4	Cavola-32	Beta137039	3720±40
5	Cavola-37	Beta137040	3660±40
6	Cavola-45	Beta135396	3600±70
7	Sologno-8	Beta125331	2350±60
8	Sologno-8	Beta123274	2310±50
9	Sologno-11	Beta152652	3900±40
10	Sologno-17	Beta152653	4210±40
11	Sologno-24	Beta147800	4510±40
12	Sologno-6	Beta158266	3850±70
13	Miano-4	Beta137041	2360±60
14	Miano-43	Beta131904	3940±60
15	Talada-12	Beta147801	2260±70
16	Talada-8	Beta152654	2530±60
17	Magliatica-3	Beta167935	9190±60
18	Cinquecerri0	Beta123271	3620±60
19	Lucola0	Beta125334	4380±60
20	Morsiano0	Beta166926	3720±60
21	Minozzo-10	Beta152650	960±40
22	Romanoro-10	Beta123273	2870±60
23	Succiso-20	Beta123270	8380±60
24	Succiso-20	LODYC	8300±80
25	Gropo-4	Beta152649	1980±60
26	Gazzolo-35	Beta152648	2530±40
27	Gazzolo-9	Beta152645	8090±70
28	Gazzolo-10	Beta158267	8000±50
29	Gazzolo-16	Beta152646	2500±40
30	Gazzolo-26	Beta152647	2480±40
31	Rocca-11	Beta152651	2510±40
32	Rocca-13	Beta165472	2580±60
33	Valestra-10	Beta125332	3980±60
34	Valoria0	Beta166925	6840±70
35	Ienza-14	Beta166927	1540±40
36	Ienza-27	Beta166928	1200±40
37	Ienza-30	Beta167937	1210±40
38	Cà di Rinaldo-7	Beta167936	390±40
39	Signatico-8	Beta167938	120±40
40	Ramiseto-6	Beta165473	2930±40

**Tab. 2** Date radiocarboniche di eventi franosi negli Appennini settentrionali, non calibrate (desunte da: Bertolini 2007; Bertolini et al. 2004). Le date si riferiscono a: (a) strati torbosi sviluppatisi all'interno di pieghe e depressioni nel corpo di frana; (b) ceppaie sepolte dal corpo di frana; (c) tronchi d'albero rinvenuti all'interno del corpo di frana; (d) strati torbosi formati in risposta allo sbarramento di un corso d'acqua da parte del corpo di frana (Bertolini et al. 2004). I numeri di ciascuna data rimandano alla Fig. 1.4.



**Fig. 1.4** Distribuzione temporale degli eventi franosi olocenici nell'Appennino settentrionale (dati desunti da: Bertolini 2007; Bertolini et al. 2004). I numeri di ciascuna data rimandano alla Tab. 2. Le suddivisioni dell'Olocene sono state assegnate in base ad Orombelli, Ravazzi (1996).

### 1.3 Inquadramento paleoclimatico

L'Olocene, un tempo considerato stabile, è invece un periodo contraddistinto da una forte variabilità nel clima, variabilità che si manifesta con cambiamenti climatici abrupti (Mayewsky et al. 2004; O'Brien et al. 1995). Questi ultimi sono particolarmente importanti per l'impatto che hanno sulle comunità umane, in quanto avvengono in poche centinaia di anni o meno (Mayewsky et al. 2004).

L'arco cronologico di cui si occupa questo studio è determinato dalle età dei siti archeologici associati ai suoli sepolti analizzati. Come verrà meglio specificato nel Cap. 1.4, le evidenze archeologiche e la cultura materiale nei siti studiati sono inquadrabili tra il Neolitico medio (seconda fase della Cultura dei Vasi a Bocca Quadrata) e la fine dell'Età del Rame (Cultura della Ceramica Campaniforme). Tali periodi archeologici corrispondono all'arco di tempo compreso tra 5700-5300 y BP (4600-4200 cal y BC – v. Pessina, Tinè 2008) e ca. 4000-3600/3700 y BP (2400-2200 cal y BC – v. De Marinis, Pedrotti 1997). Dal punto di vista climatico l'intervallo appena delineato intercetta la transizione tra la fine della cronozona Atlantica (6000-5000 y BP) e l'inizio del Sub-boreale (5000-2500 y BP), secondo le partizioni dell'Olocene stabilite da Mangerud et al. (1974) su base sostanzialmente biostratigrafica (v. anche Orombelli, Ravazzi 1996; Ravazzi 2003). La fase climatica che ha inizio col Sub-boreale e perdura tutt'oggi viene anche definita "Neoglaciale" (v. Orombelli, Ravazzi 1996; Porter, Denton 1967). Il termine "Ispitermico" comprende invece l'Atlantico ma include anche il Sub-boreale, generando potenziale confusione (Orombelli, Ravazzi 1996). Il termine *Optimum* climatico indica invece l'Atlantico ma anche il Boreale (ca. 9000-5000 cal y BP; Ravazzi 2003). Questa prima parte dell'Olocene era caratterizzata da temperature medie annue più alte rispetto a quelle odierne di circa 2° C (Orombelli, Ravazzi 1996; Antonioli, Vai 2004). Ciò è visibile nell'andamento del rapporto  $\delta^{18}\text{C}$  dalla perforazione in ghiaccio di Renland (Groenlandia), i cui valori meno negativi indicano temperature più elevate rispetto ad oggi nell'intervallo in esame (Fig. 1.5). Tra ca. 9000 e 6000 y BP, anche i ghiacciai alpini erano particolarmente contratti e in taluni casi si attestavano su posizioni ancor più arretrate rispetto a quelle odierne (Holzauser 2007; Nussbaumer et al. 2011). La pedogenesi durante l'*Optimum* climatico è legata ad un pedoclima di tipo fersiallitico, caratterizzato cioè da clima caldo con accentuata stagione secca, il quale porta alla formazione di *Sols Bruns Fersiallitiques* o *Haploxeralfs* (Cremaschi

1979; Cremaschi 1987; Marchetti et al. 2001) nella pianura padana. Tali condizioni non si verificheranno più, o comunque non per un arco di tempo sufficiente alla formazione di suoli fersiallitici, nella seconda parte dell'Olocene (Cremaschi 1979; Marchetti et al. 2001).

A scala globale, il tardo Atlantico (6000-5000 y BP) è caratterizzato da un mutamento rapido che porta raffreddamento ai poli, aridità nelle fasce tropicali e significativi cambiamenti nella circolazione atmosferica, ai quali si aggiunge nell'emisfero Nord una generalizzata fase di avanzamento dei ghiacciai (Mayewsky et al. 2004). Secondo Steig (1999) il cambiamento climatico medio-olocenico o *mid-Holocene climate change* avviene tra 7000 e 5000 y BP e consiste, nelle zone temperate in una transizione abrupta verso condizioni più fredde ed umide (v. anche Magny et al. 2006; Magny, Haas 2004). Lo studio O'Brien et al. (1995), in base ai dati derivati dalla perforazione in ghiaccio GISP2 (Summit, Groenlandia), riconosce un periodo di raffreddamento alle latitudini medie ed elevate tra 6100 e 5000 cal y BP (corrispondenti a ca. 5500-4600 y BP). Tale periodo è correlato con fasi di avanzamento dei ghiacciai in Europa ed America del Nord e viene associato ad un minimo nell'attività solare (v. *infra*).

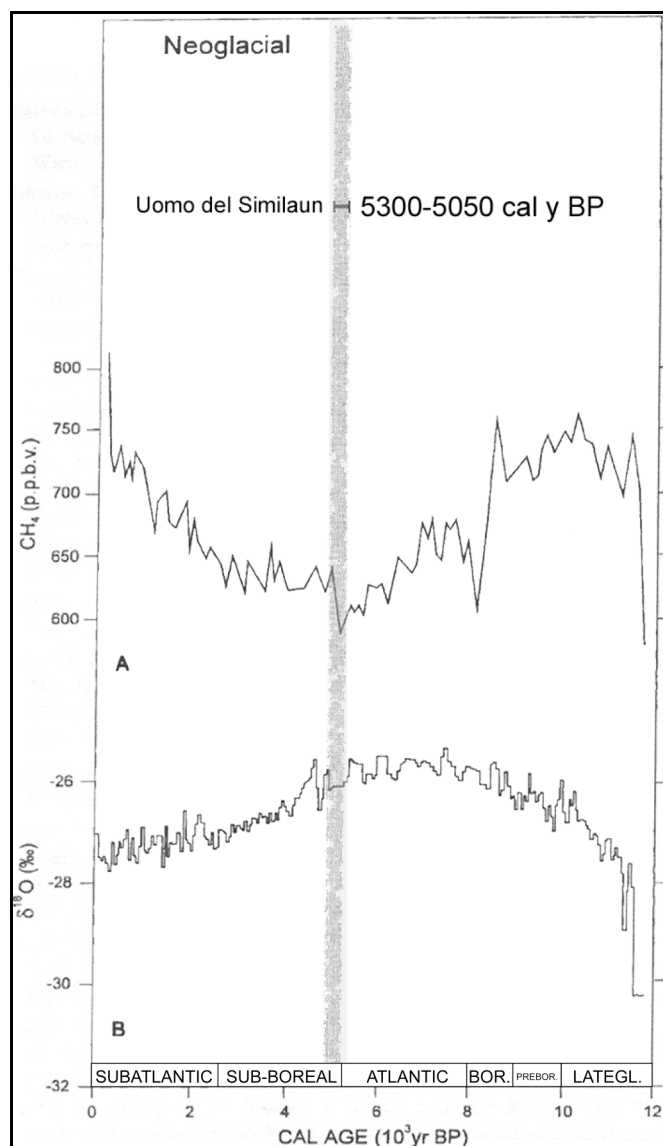
In particolare, in Europa i cambiamenti in senso freddo ed umido del medio Olocene sono riscontrabili in una fascia latitudinale compresa tra ca. 50° e 43° N, mentre le parti settentrionali e meridionali dell'Europa sono caratterizzate, in tale fase, da climi più secchi (Magny et al. 2003; Magny et al. 2007). Lo studio di Baroni ed Orombelli (1996) utilizza la data della mummia dell'Uomo del Similaun (5300-5050 cal y BP; ca. 4800-4500 y BP) ritrovata nelle Alpi Tirolesi presso il Gioco di Tisa (Hauslabjoch, 3280 m), per tarare le fasi di contrazione ed avanzamento del locale ghiacciaio del Niederjoch. La deposizione del corpo ebbe luogo su terreno non coperto dai ghiacci, ma le sue eccezionali condizioni di conservazione indicano che esso fu coperto rapidissimamente dalla neve e dal re-instaurarsi di condizioni glaciali. Da quel momento esso non fu mai più esposto, fino al ritrovamento nel 1991, reso possibile dal ritiro del ghiacciaio. Il fatto che, a partire dal primo Sub-boreale (età dell'Uomo del Similaun) le curve della concentrazione di CH<sub>4</sub> (carota di ghiaccio GRIP – Groenlandia; v. Blunier et al. 1995) e dell'andamento di  $\delta^{18}\text{C}$  (carota di Renland, Groenlandia; v. Larsen et al. 1995) siano divergenti, viene interpretato da Baroni ed Orombelli (1996) come indicatore di un aumento dell'umidità e di diminuzione della temperatura. Le eccezionali condizioni di conservazione dell'Uomo



del Similaun testimoniano dunque un abrupto cambiamento climatico sulle Alpi coincidente con l'inizio del Sub-boreale o del Neoglaciale (v. Orombelli, Ravazzi 1996) dopo l'Optimum climatico. La fine dell'Optimum climatico è inoltre denunciata su tutto l'arco alpino da una fase di forte e generalizzato avanzamento dei ghiacciai, datato tra 6000 e 5000 y BP (Holzauser 1997; Orombelli Ravazzi 1996; Nussbaumer et al. 2011). Il rapido cambiamento climatico del Sub-boreale proposto da Baroni ed Orombelli (1996) viene confermato da studi sulle oscillazioni dei livelli lacustri nel Giura svizzero, nelle Prealpi francesi settentrionali e nel Plateau svizzero effettuati da Magny (2004), Magny, Haas (2004), Magny et al. (2006). Tali lavori riportano un generalizzato aumento dei livelli lacustri tra 5600 e 5300 cal y BP (ca. 5100-4800 y BP), associandolo ad una diminuzione dell'attività solare denunciata dall'incremento abrupto della concentrazione di  $^{14}\text{C}$  nell'atmosfera (v. anche Nussbaumer et al. 2011). La diminuzione dell'attività solare ha comportato, secondo gli autori sopra citati, un aumento delle precipitazioni, la diminuzione delle temperature e la conseguente contrazione della stagione di crescita vegetale, destabilizzando possibilmente gli equilibri socio-economici delle locali comunità antropiche (si veda in particolare Magny 2004). Anche Haas et al. (1998) individuano una transizione verso clima più freddo ed umido, con risalita del limite del bosco, tra 5350 e 4900 y BP (ca. 6000-5400 cal y BP) in quattro sequenze lacustri del Plateau svizzero. Lo studio di Haas et al. (1998) evidenzia la corrispondenza di tale transizione con l'oscillazione freddo-umida detta "Piora I" nelle Alpi svizzere (ca. 5350-5050 y BP; v. Zoller 1977). Lo studio della sequenza del Lago dell'Accesa (Toscana) ha evidenziato una fase di innalzamento del livello lacustre compresa tra 5700 e 5200 cal y BP (ca. 5100-4700 y BP) e legata ad una oscillazione in senso freddo-umido in risposta alla già citata diminuzione dell'attività solare (Magny et al. 2007).

Dall'analisi della letteratura emerge dunque che il passaggio tra Atlantico e Sub-boreale ha avuto effetti a scala globale ed è corrisposto alle nostre latitudini ad un mutamento abrupto in senso freddo-umido. È dunque nel quadro di queste nuove condizioni climatiche che hanno luogo la ripresa dei fenomeni di versante sugli Appennini e nelle Dolomiti e la formazione di ripetute alternanze di suoli debolmente evoluti e depositi alluvionali nelle porzioni distali dei conoidi pede-appenninici e nella pianura alluvionale (v. Cap. 1.2). Sempre in corrispondenza di questo passaggio ambientale avviene anche la cesura culturale tra Neolitico ed Età del Rame, cesura

inquadrata generalmente tra 3300 e 3500 cal y BC (v. Barfield 2002) e che verrà trattata nel capitolo seguente.



**Fig. 1.5** L'età al radiocarbonio dell'Uomo del Similaun rispetto a: (A) la concentrazione media di metano nell'atmosfera dalle carote di ghiaccio GRIP ed Eurocore (Groenlandia); (B) le variazioni del rapporto tra isotopi stabili dell'ossigeno  $\delta^{18}\text{O}$  nella carota di Renland (Groenlandia). La data restituita dall'Uomo del Similaun coincide con un netto incremento della concentrazione di metano ed una diminuzione del rapporto  $\delta^{18}\text{O}$ . Da ca. 5000 cal y BP (passaggio Atlantico / Sub-boreale) le due curve divergono, ad indicare un trend di aumento dell'umidità e diminuzione delle temperature. Questi eventi segnano un cambiamento climatico abrupto che corrisponde all'inizio del Neoglaciale sulle Alpi (modificato da: Baroni, Orombelli 1996).

### 1.3.1 Clima attuale dell'area di studio

Si fornisce di seguito una breve descrizione del clima attuale nell'area di studio, con particolare riferimento al bilancio idrico dei suoli. Esso è importante per comprendere se allo stato attuale i suoli si trovano in un clima di tipo *leaching*, che favorisce cioè il lisciviaggio dei carbonati e di altre sostanze (v. Schaetzl, Anderson 2005).

In generale, la pianura padana esprime le condizioni di “zona temperata”, ma essa è fortemente condizionata dalla configurazione geografica. La circolazione delle masse d'aria è regolata dalla vicinanza del Mar Ligure ad Ovest e dell'Adriatico ad Est, nonché dai rilievi appenninici a Sud ed alpini ad Ovest e Nord (Branucci 2001).

I dati climatici per l'area di studio derivano dal sito del Servizio IdroMeteoClima della Agenzia Regionale Protezione ed Ambiente della Regione Emilia Romagna (<http://www.arpa.emr.it/sim/>). Essi si riferiscono alle tre stazioni di rilevamento più prossime all'area di studio: Parma (lat. 44.80° N; long. 10.31° E; altezza 55 m s. l. m.), Reggio Emilia (lat. 44.70° N; long. 10.63° E; altezza 51 m s. l. m.) e Quattro Castella, nel reggiano (lat. 44.63° N; long. 10.46° E; altezza 162 m s. l. m.). I rilevamenti di temperature e precipitazioni medie mensili per Parma e Reggio Emilia coprono l'arco cronologico dal 1961 al 2005, mentre quelle di Quattro Castella si basano su rilevazioni del trentennio 1961-1990.

L'evapotraspirazione potenziale o ETP è stata calcolata in base alla formula di Thornthwaite (1948). Essa si basa sulla relazione esponenziale esistente tra l'evapotraspirazione potenziale e la temperatura media mensile dell'aria.

La formula di Thornthwaite;

$$E_{pi} = K [ 1,6 (10 T_i / I)^a ]$$

dove;

$E_{pi}$  = evapotraspirazione media mensile (cm)

$K$  = coefficiente di correzione di latitudine riferito al mese  $i$ -esimo, pari al rapporto tra le ore diurne e la metà (12) delle ore giornaliere

$T_i$  = temperatura media dell'aria del mese  $i$ -esimo (C°)

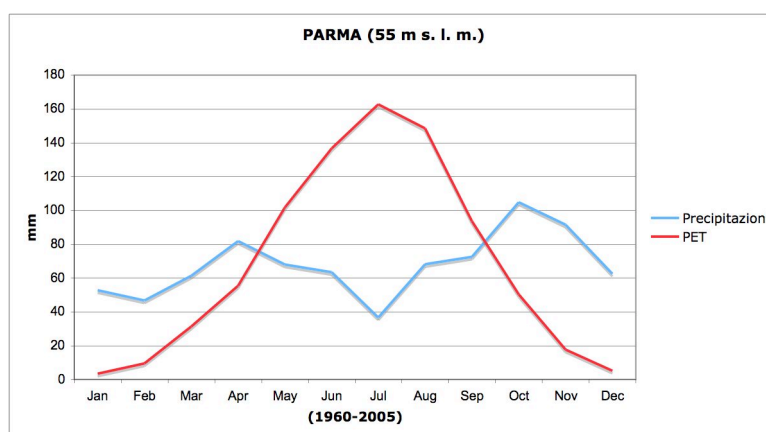
$a$  = fattore  $f(I)$

$I$  = indice annuo di calore

Le tabelle 3 e 4 mostrano che i suoli nell'area di Parma e Reggio Emilia sono caratterizzati da un moderato deficit idrico (6 mm / anno e 84.5 mm / anno rispettivamente). La differenza tra precipitazioni medie annue e ETP nella stazione di Quattro Castella mette invece in luce un surplus idrico di 73.9 mm (Tab. 5). Secondo quanto stabilito dal Servizio Sismico, Geologico e dei Suoli dell'Emilia Romagna (<http://www.regione.emilia-romagna.it/geologia/>), i suoli nell'area di studio hanno un regime idrico ustico o udico, mentre il regime di temperatura è mesico (Cremaschi 1987).

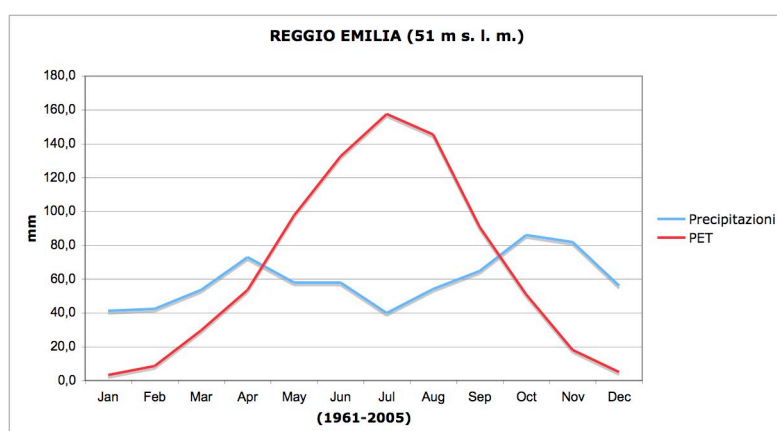
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec		
<b>T (°C)</b>	2.7	5.3	10	13.6	18.7	22.6	25.1	24.9	20.3	14.6	8.1	3.7	<b>T media annua (°C)</b>	14.1
<b>Precip. (mm)</b>	52.8	46.75	61.25	81.8	67.95	63.4	36.7	68.15	72.5	104.8	91.6	62.4	<b>Tot. Precipitazioni (mm)</b>	810.1
<b>PET (mm)</b>	3.4	9.5	31.4	55.4	101.8	136.7	162.7	148.5	93.6	50.3	17.7	5.1	<b>Tot. PET (mm)</b>	816.1
													<b>Precipit. - PET (mm)</b>	-6.0

**Tab. 3** Dati climatici rilevati a Parma (lat. 44.80° N; long. 10.31° E; altezza 55 m s. l. m.; serie dati 1961-2005. Per la determinazione dell'ETP:  $I = 64.957$ ; Coefficiente  $a = 1.516$ ).



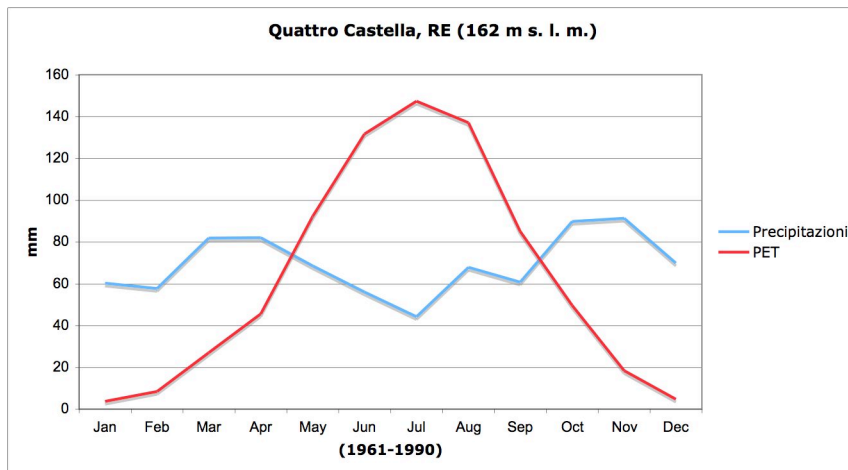
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec		
<b>T (°C)</b>	2.4	4.7	9.3	13.0	18.0	22.0	24.5	24.5	19.7	14.2	7.9	3.4	<b>T media annua (°C)</b>	13.6
<b>Precip. (mm)</b>	41.3	42.4	53.6	72.9	57.9	57.9	39.9	54.1	64.7	86.0	81.9	56.0	<b>Tot. Precipitazioni (mm)</b>	708.3
<b>PET (mm)</b>	3.2	8.6	29.6	53.6	97.6	132.5	157.6	145.5	90.8	50.8	18.0	5.0	<b>Tot. PET (mm)</b>	792.8
													<b>Precipit. - PET (mm)</b>	-84.5

**Tab. 4** Dati climatici rilevati a Reggio Emilia (lat. 44.70° N; long. 10.63° E; altezza 51 m s. l. m.; serie dati 1961-2005. Per la determinazione dell'ETP:  $I = 61.991$ ; Coefficiente  $a = 1.468$ ).



	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec		
<b>T (°C)</b>	2.3	4.1	8.1	11	16.8	21.6	23.2	23.3	18.4	13.4	7.4	2.9	<b>T media annua (°C)</b>	12.7
<b>Precip. (mm)</b>	60.3	57.8	81.9	82	68.5	56	44.2	67.9	60.7	89.8	91.3	69.9	<b>Tot. Precipitazioni (mm)</b>	830.3
<b>PET (mm)</b>	3.7	8.4	27.0	45.5	92.4	131.6	147.4	137.0	85.1	49.7	18.4	4.8	<b>Tot. PET (mm)</b>	751.0
													<b>Precipit. - PET (mm)</b>	79.3

**Tab. 5** Dati climatici rilevati a Quattro Castella, RE (lat. 44.63° N; long. 10.46° E; altezza 162 m s. l. m.; serie dati 1961-1990. Per la determinazione dell'ETP:  $I = 56.231$ ; Coefficiente  $a = 1.376$ ).



## 1.4 Inquadramento crono-culturale

Nella pianura emiliana centro-occidentale il Neolitico antico comprende tre facies o gruppi culturali (i dati presentati di seguito sono tratti da Pessina, Tinè 2008 per la cronologia e da Bernabò Brea et al. 2010a per la distribuzione geografica dei siti). La prima facies è costituita dalla cultura di Fiorano, attestata per l'area di studio nel modenese e nel reggiano ed inquadrabile cronologicamente tra 5500 e 4800 cal y BC (6600-5900 y BP). La seconda corrisponde al gruppo del Vhò, attestata in Emilia centro-occidentale nella media Val Trebbia (PC) ed inquadrabile tra la fine del VI e gli inizi del V millennio BC (6200-5800 y BP). La facies a cordoni impressi o "della Pianaccia di Suvero" è stata identificata a Parma (sito in loc. Il Benefizio, nella periferia Sud-Ovest della città) e nella bassa pianura del Taro ed è ascrivibile all'inizio della seconda metà del VI millennio BC.

Il Neolitico medio o "pieno Neolitico" vede l'affermarsi di un'unica cultura, quella dei Vasi a Bocca Quadrata (VBQ), che nell'area di studio si sostituisce alle facies culturali del Neolitico antico. Essa viene divisa in tre periodi, sulla base delle tipologie ceramiche. Il primo, detto VBQ I o *stile geometrico-lineare*, va dallo scorcio del VI millennio BC alla metà del V millennio BC (6200-5600 y BP). Il secondo, VBQ II o *stile meandro-spiralico* va da 4600 a 4200 cal y BC (5700-5300 y BP). Il terzo, VBQ III o *stile ad incisioni ed impressioni*, è datato tra ca. 4500 e 4000 cal y BC (5600-5100 y BP).

Il Neolitico recente vede l'arrivo dalla Francia meridionale di gruppi portatori di aspetti culturali definiti *Chassey* (mentre nell'area dei laghi lombardi si parla di facies culturale Lagozza), caratterizzati da una specifica tipologia ceramica. Le datazioni radiocarboniche per tale fase culturale coprono un arco di tempo molto ampio che va da 4200 a 3300 cal y BC (5300-4400 y BP). I gruppi chasseyani si diffondono in Liguria, Piemonte ed Emilia occidentale, mentre nel resto dell'Italia padano-alpina continuano ad esistere siti VBQ (v. Ferrari et al. 2002). Nel Parmense è ad esempio attestata la contemporaneità di siti VBQ (Parma - Via Guidorossi e Vicofertile) con un sito Chassey (Botteghino – v. Mazzieri, Dal Santo 2007).

Il Neolitico finale mostra in Emilia un cambiamento culturale molto evidente, legato genericamente ad apporti alpini e nord alpini che si inseriscono sui locali substrati VBQ e Chassey. Le evidenze di tale periodo sono concentrate soprattutto nel reggiano

occidentale (Taneto/S. Ilario d'Enza, suolo US 73 – v. Cap. 3.1; Cave Spalletti a Montecchio) e nel piacentino.

Gli studi archeobotanici evidenziano che già dal Neolitico antico, cioè dalla metà del VI millennio BC in cronologia calibrata, nella pianura padana erano conosciute e coltivate molte specie di cereali e legumi. La loro introduzione appare essere contemporanea e non progressiva (Rottoli 2000; Pessina, Tiné 2008). Negli insediamenti dove si dispone di una sufficiente campionatura (prevalentemente i siti friulani quali Sammardenchia, Fagnigola, Valler, Pavia di Udine – v. Rottoli, Castiglioni 2009) compaiono insieme farro (*Triticum dicoccum*), monococco (*Triticum monococcum*), orzo (*Hordeum distichum* e *Hordeum vulgare*), frumenti nudi (*Triticum aestivum*, *Triticum durum*, *Triticum turgidum*) ed il c.d. “nuovo frumento vestito” (ingl.: *new glume wheat*) (Rottoli, Castiglioni 2009; Pessina, Tiné 2008). Sono inoltre documentate le leguminose, con lenticchia (*Lens culinaris*), pisello (*Pisum sativum*), cicerchia (*Vicia/Lathyrus*) e forse l'ervo (*Vicia* cfr. *ervilia*). Sistematica appare anche la raccolta di frutti, con una presenza particolarmente significativa di resti di gusci di nocciole (*Corylus avellana*) (Castelletti, Rottoli 1998; Rottoli, Castiglioni 2009). Con il Neolitico pieno-tardo si osserva l'introduzione della coltivazione del papavero da oppio (*Papaver somniferum*) e del lino (*Linum usitatissimum*), e sembrano fare la loro apparizione i cereali a cariosside piccola, miglio (*Panicum miliaceum*) e panico (*Setaria italica*), mentre si afferma ulteriormente l'utilizzo dei frutti di corniolo (Ferrari et al. 2002; Rottoli, Castiglioni 2009). L'attitudine alla coltivazione dei cereali da parte delle genti del Neolitico sia antico che medio nella pianura padana è anche evidenziata dalla posizione dei siti in relazione alle unità fisiografiche (v. Cremaschi 1990; Biagi et al. 1993). Appaiono infatti sistematicamente disertati i suoli dei terrazzi del Pleistocene medio, argillosi, acidi e a difficile drenaggio. Sono scarsamente insediati i versanti collinari e moderatamente frequentate le superfici dei conoidi tardo-pleistocenici con Alfisuoli rubefatti. La maggior parte dei siti emiliani è localizzata sui conoidi pedemontani dell'Olocene iniziale, coperti da Inceptisuoli, e soprattutto nella pianura alluvionale, dove i siti sono associati a *Fluvents* o *Sols Alluviaux* (v. Cap. 1.2). Nella pianura lombarda vengono invece privilegiate le aree a tessitura fine delle propaggini meridionali del Livello Fondamentale della Pianura. Tali scelte evidenziano che vengono privilegiate quelle aree i cui suoli presentano minori limitazioni d'uso alla



coltivazione dei cereali (ad es. pietrosità, elevate quantità di argilla, drenaggio difficoltoso).

Sia il Neolitico antico (Biagi et al. 1993), ed ancor di più il Neolitico medio (VBQ) sono caratterizzati da siti di grande estensione, o meglio, da siti composti da dispersioni di strutture antropiche e materiali archeologici su vaste aree (*flat extended sites* – Pessina, Tinè 2008). Questo è il caso ad esempio dei siti posti nell'alta pianura parmense lungo il torrente Cinghio, quali Gaione Cascina Catena e S. Ruffino Cascina Marana (Bernabò Brea et al. 1988). Ad essi vanno aggiunti i siti di Calerno e Razza di Campegine, nel reggiano, e di Le Mose, Ponte Ghiara e Via Guidorossi nel parmense (v. Bernabò Brea et al. 2010a; Bernabò Brea et al. 2008; Bernabò Brea, Carini 2003; Bernabò Brea et al. 2000). La stessa situazione ricorre in località della pianura mantovana, quali Vhò di Piadena, Casatico di Marcaria e Belforte di Gazzuolo (v. Biagi et al. 1983; Bagolini et al. 1987) e nel sito di Sammardenchia, dove le strutture antropiche ed i materiali archeologici sono stati documentati su un'area di almeno 650 ettari (Ferrari, Pessina 1999).

La distribuzione su vaste aree delle evidenze archeologiche è l'esito di una frequentazione distribuita lungo vari secoli e caratterizzata da abbandoni e ciclici ritorni (Bernabò Brea et al. 2010a). Le evidenze illustrate ben si inquadrano con il modello dell'agricoltura itinerante o *shifting agriculture* che nell'Italia settentrionale non comprendeva l'apertura di vaste aree a spese del querceto misto planiziario, quanto piuttosto un'opera di circoscritto diradamento del bosco, attuato mediante la tecnica dello *slash and burn* (Biagi, Nisbet 1987; Cremaschi 2000; Pessina, Tinè 2008; – v. Cap. 1.5). Il quadro appena descritto trova riscontro anche nelle evidenze polliniche, che indicano che la copertura forestale non diminuisce significativamente in Emilia Romagna per tutto il periodo Atlantico (Accorsi et al. 1999). Diversi studi micromorfologici di suoli e strutture antropiche neolitiche hanno messo in luce come in numerosi siti vi siano tracce della rigenerazione della copertura forestale subito dopo la fase di occupazione antropica (v. Cremaschi 1983; Ottomano 1998; Bernabò Brea et al. 2008). La pedogenesi che caratterizzava i suoli atlantici prima dell'impatto antropico, riprendeva dunque con le medesime caratteristiche dopo l'abbandono delle superfici di frequentazione, non essendo mutate le condizioni pedo-climatiche. Il caso di Sammardenchia si differenzia da quelli citati più sopra. Qui, sulla base delle analisi micromorfologiche, è stata postulata l'esistenza di più fasi di frequentazione neolitica,

separate da periodi di abbandono e ricostituzione della copertura forestale (Ottomano 2000).

Il passaggio tra il Neolitico e l'Età del Rame o "Eneolitico"<sup>1</sup> avviene intorno a 3500 cal y BC e segna una cesura netta tra gli aspetti culturali dei due periodi. Esso corrisponde ad un periodo di trasformazione generale non solo in Italia, ma anche nel Mediterraneo centrale ed orientale, nei Balcani e nel Medio Oriente (Barfield 2002). Come esposto nel Cap. 1.3, tale passaggio corrisponde anche alla transizione tra Atlantico e Sub-boreale, che in Italia settentrionale ed Europa centrale comporta un mutamento climatico abrupto in senso freddo-umido. L'Eneolitico è caratterizzato dal marcato aumento del ruolo dell'allevamento nell'economia agricola, in base alla teoria della cosiddetta "rivoluzione dei prodotti secondari" (*secondary product revolution* – Sherratt 1981). Secondo tale teoria, durante l'Eneolitico, gli animali non vengono più sfruttati solamente per la carne, come durante il Neolitico, ma anche e soprattutto per altri prodotti come il latte e la lana, e come fonte di energia per l'aratura dei campi o per il traino dei carri. L'Eneolitico è infatti il periodo della diffusione di innovazioni tecnologiche quali l'aratro ed il carro, oltre che dell'introduzione rivoluzionaria della metallurgia. Tutte queste innovazioni si affermano in Italia nel quadro di forme di economia pastorale legate a nomadismo/semi-nomadismo, ed implicano mutamenti radicali nell'economia ed una maggiore articolazione della società (De Marinis 1994).

L'Eneolitico copre in Italia settentrionale il periodo tra 3400/3300 cal y BC e 2300/2200 cal y BC (ca. 4900-3900/3800 y BP; De Marinis, Pedrotti 1997). La fase finale di tale periodo è detta "Cultura del Vaso Campaniforme", e copre il periodo tra 2400 cal y BC e 2000 cal y BC (ca. 4000-3600/3700 y BP), sovrapponendosi dunque al momento iniziale dell'età del Bronzo Antico (Bermond Montanari 2001).

La tipologia ceramica più rappresentativa per il primo Eneolitico nell'area di studio è quella della ceramica "a squame", rinvenuta sia nel sito di Taneto/S. Ilario d'Enza, al di sopra del suolo US 2 (v. Cap. 3.1), sia nel sito di Parma – Via Guidorossi, e databile tra gli ultimi secoli del IV ed il primo del III millennio BC (Bernabò Brea et al. 2010b; Bernabò Brea et al., in stampa). In altri siti di pianura (ad es. Parma-

---

<sup>1</sup> L'Età del Rame viene detta anche Calcolitico, soprattutto per designare il periodo di formazione della civiltà urbana nel Vicino Oriente. Il termine Eneolitico è invece nato in Italia (fu introdotto da G. Chierici) ed è utilizzato anche in Germania ed Europa Sud-orientale (De Marinis 1994).

Aeroporto ed Il Benefizio, contiguo a Via Guidorossi) i diversi stili ceramici sopra menzionati coesistono invece nelle stesse unità stratigrafiche (Mazzieri 2003; Bernabò Brea et al. 2010b).

Il popolamento dell'Emilia centro-occidentale e del modenese durante l'Eneolitico è ben attestato nelle aree di pianura (v. *infra*), ma vede anche rilevanti testimonianze di occupazione delle aree montane e collinari (Mazzieri 2003). L'Eneolitico è infatti il periodo in cui riprende la frequentazione dell'Appennino emiliano, documentato nel parmense dall'intenso sfruttamento delle cave di diaspro del M. Lama (Ghiretti et al. 2002) e delle analoghe cave della Val Lagorara e di Boschi di Liciorno, in Liguria Orientale, tra IV e III millennio BC (Campana, Maggi 2002). La frequentazione dell'Appennino è anche denunciata dalle tracce di incendio ed erosione del suolo nel sito di alta quota di Monte Bagioletto (Cremaschi et al. 1984) e dalla diffusa presenza di carboni di abete bianco sia nei suoli dell'area del Cusna che del Monte Cimone (Bertolani Marchetti 1963), indicante estesi incendi in quota. Lo studio dei pollini della torbiera di Prato Spilla, nell'alta valle dell'Enza (Parma, 1831 m s.l.m.) ha evidenziato una fase di erosione accompagnata dall'aumento di *Fagus* a spese di *Abies*. Tale fase, iniziata nel tardo Neolitico ed accentuatasi nell'Eneolitico, cioè tra 5000 e 4000 y BP, viene interpretata come il risultato dell'apertura di pascoli in quota mediante incendio (Lowe et al. 1994). Similmente, la recente sequenza pollinica di Pavullo nel Frignano (Modena; 675 m s.l.m.) ha registrato una diminuzione di *Abies* ed un contemporaneo aumento di *Fagus* a partire da ca. 5700 cal y BP (tardo Neolitico – primo Eneolitico) (Vescovi et al. 2010a). Tale evidenza viene interpretata come la conseguenza dell'apertura di prati e pascoli a spese della foresta, nel quadro di un utilizzo stagionale per lo sfruttamento delle risorse minerarie, forestali o per la transumanza (Ferrari et al. 2006).

Diversi studi sull'Appennino ligure hanno fornito un quadro simile a quello appena descritto per l'Appennino emiliano. Qui, a partire dal tardo Neolitico-primo Eneolitico (ca. 4000 cal BC) l'introduzione della pastorizia transumante implica l'apertura di pascoli con l'uso del fuoco, aggredendo la foresta di aghifoglie alle quote montane più alte (Maggi 1997). Si ricorda a tal proposito la sequenza della torbiera di Prato Mollo (Borzonasca, Genova, 1492 m s.l.m.). Essa presenta due livelli carboniosi datati all'Eneolitico (Maggi 1997), corrispondenti a due momenti di drastico calo dei pollini di Abete bianco ed aumento del Faggio e delle erbacee (Cruise 1990; Lowe et al. 1994). La deposizione di tali livelli si accompagna, dal punto di vista sedimentario,

a fenomeni di erosione e dilavamento dei versanti e di colmataura del bacino torboso (Courty et al. 1989). Va tuttavia sottolineato come la riduzione dell'abetina a favore del faggeto nell'Appennino emiliano e ligure sia da alcuni autori imputata a cause climatiche e non all'azione dell'uomo (Watson 1996; Cfr. discussione in Vescovi et al. 2010b; Wick, Möhl 2006).

Indicatori di deforestazione mediante incendio e di conseguenti processi colluviali, datati tra il Neolitico ed il tardo-Eneolitico sono inoltre registrati nei suoli sepolti di Cian dei Tenenti (Calvari, Genova) e di Isolalunga (Monleone di Cicagna, Genova) (Maggi 1997; Maggi 2004). Ricordiamo infine i dati preliminari dello scavo nel bacino torboso di Mogge di Ertola (Rezzoaglio, Genova, 1115 m s.l.m.), all'interno del quale tra l'Eneolitico ed il Bronzo Recente si sono accumulati (gettati dall'uomo?) diversi abeti con tracce di combustione o scalvatura (De Pascale et al. 2006; De Pascale et al. 2009).

Tornando all'ambito emiliano, si è già accennato a come le aree di pianura fossero particolarmente frequentate durante l'Eneolitico (v. Bronzoni, Alfieri 2010; Bernabò Brea et al. 2010b). Va sottolineato come numerosi siano i siti di pianura che presentano tracce di deforestazione mediante incendio: a quelle identificate nel sito campaniforme di S. Ilario d'Enza (Barfield et al. 1975) ed a quelle analizzate nel presente lavoro (Taneto/S. Ilario d'Enza; Botteghino; Parma – Via Guidorossi) si aggiungono quelle venute in luce a Montecchio (RE), alle Cave Spalletti (S. Ilario d'Enza, RE), ad Uguzzolo (nord-est di Parma) oltre che a San Pancrazio (Ovest di Parma), in un contesto frequentato soprattutto nel Bronzo Antico (v. Bernabò Brea et al. 2010b; Bernabò Brea et al., cds; Cremaschi et al., cds). Interessante menzionare il sito di Provezza (FC), frequentato tra 3050 e 2570 cal BC: in esso diverse fasi di aratura e lo scavo di canali irrigui si frappongono a fasi abitative con capanne al suolo, suggerendo che potesse essere praticata una forma di *midden cultivation* (Mazzoni et al. 2010; v. Capitolo seguente).

Dal quadro delineato, emerge chiaramente che la diffusione del pastoralismo transumante e lo sfruttamento delle risorse montane durante l'Eneolitico non comportano solo cambiamenti a livello socio-economico, ma hanno importanti effetti ambientali. La necessità di ottenere pascoli in quota implica la messa in atto di estesi disboscamenti nelle aree montane dell'Appennino emiliano e ligure. Nonostante siano noti anche siti in cui la diffusione dei pascoli non sembra legata a pratiche di incendio

(ad es. Lago di Bargone, sull'Appennino ligure - v. Cruise et al. 2009), nella maggior parte dei casi esaminati i disboscamenti sono associati all'utilizzo del fuoco. Mentre nel Neolitico l'impatto antropico sulla copertura vegetale appare limitato e tale da permettere la rigenerazione della foresta, nell'Eneolitico si assiste ad una sistematica aggressione che arriva a modificare in maniera permanente l'ambiente vegetale (si veda ad es. la riduzione dell'abetina e l'incremento del faggeto e delle erbacee). In pianura, nonostante in Emilia Romagna siano note ceppaie combuste anche in siti neolitici (ad es. Riccione – Via Berlinguer, v. Bernabò Brea et al. 2010a), è durante l'Eneolitico che le tracce di deforestazione mediante la tecnica dello *slash and burn* (v. Capitolo seguente) diventano quasi costanti.

## 1.5 Aspetti geoarcheologici specifici

Nel presente capitolo verranno illustrati brevemente i caratteri principali delle attività antropiche le cui tracce sono state individuate nei suoli esaminati. In particolare saranno discussi quegli indicatori micromorfologici che ne permettono l'individuazione in sezione sottile. Le attività in questione sono riconducibili a due principali "classi": la deforestazione e la lavorazione del terreno (espressione utilizzata qui come corrispondente del termine inglese *tillage*<sup>2</sup>). Risulta difficoltoso tracciare una linea di demarcazione netta tra le due classi di attività, in quanto esse sono spesso praticate congiuntamente sullo stesso suolo, oltre a produrre tracce micromorfologiche simili (v. *infra*).

### *Deforestazione*

La deforestazione (ingl.: *clearance*) è il primo passo necessario non solo preparare un'area per la coltivazione, ma anche per aprire spazi adibiti al pascolo, per la costruzione degli insediamenti, per lo sfruttamento del legno (Butzer 1982). La deforestazione può essere messa in atto mediante il taglio delle piante, il loro sradicamento, l'incendio o una combinazione delle tre tecniche (Goldberg, Macphail 2006). Lo sradicamento (ingl.: *uprooting*<sup>3</sup>) è un fenomeno durante il quale un albero cade, con o senza intervento umano, trascinando con sé il terreno che aderiva all'apparato radicale (Schaeztl et al. 1989). Lo sradicamento implica il forte disturbo del suolo, e dà luogo ad un tipico microrilievo. Quest'ultimo è costituito da cavità in corrispondenza dell'originale posizione dell'albero (ingl.: *hollows* o *pits*) e da creste (ingl.: *hummocks* o *mounds*) composte dal terreno che si stacca dalle radici oppure che viene compresso ai margini delle cavità (Schaeztl et al. 1989; Langohr 1993; Goldberg, Macphail 2006). In piano, le cavità di sradicamento possono dare luogo a forme ad "U" più o meno acute oppure a morfologie fortemente irregolari, con una parte contornata da terreno più scuro in quanto più ricco in sostanza organica (Goldberg, Macphail 2006). L'uomo poteva facilitare lo sradicamento degli alberi

---

<sup>2</sup> Lewis (1999; p. 64) definisce il termine "tillage" come "the systematic turning of the soil for the purposes of crop production".

<sup>3</sup> Il termine "uprooting" indica processi che implicano effetti di disturbo sul suolo, ed è pertanto preferito ad altri termini presenti in letteratura quali "treethrow" o "windthrow" (v. Schaeztl et al. 1989).

praticando un'incisione circolare della corteccia sul fusto ed eventualmente attorno ai rami più grossi (ingl.: *ring barking*), provocando la morte della pianta (Forni 2002).

Il fuoco è uno strumento fondamentale nelle pratiche di deforestazione ed è stato utilizzato fin dal Neolitico in congiunzione a pratiche di sradicamento o di abbattimento (Sigaut 1975; Forni 2002). Tale congiunzione dà luogo alla tecnica del "taglia e brucia" o *slash and burn* (Rowley-Conwy 1981), praticata ancor oggi in numerosi paesi in via di sviluppo. L'utilizzo del fuoco è principalmente mirato al miglioramento della fertilità chimica del suolo mediante l'incorporazione dei prodotti della combustione della biomassa. Secondo gli studi sperimentali di Rösch et al. (2004), lo slash and burn porta da un lato alla soppressione delle infestanti, dall'altra implica nel suolo un miglioramento della disponibilità di nutrienti, a sua volta favorito dall'aumento del pH. Gli stessi studi sperimentali tuttavia evidenziano come la ricrescita delle infestanti sia molto rapida e renda difficoltosa la coltivazione degli appezzamenti sottoposti a slash and burn dopo poche stagioni di raccolto, se non ricorrendo nuovamente a pratiche di abbruciamento. È inoltre noto come lo slash and burn, soprattutto in climi fortemente liscivianti come quelli delle aree tropicali o anche nell'Europa nord-occidentale, porti ad un rapido depauperamento dei nutrienti solubili nel suolo (cationi basici, azoto), una diminuzione significativa del tenore di sostanza organica ed un calo del pH, soprattutto in suoli non calcarei e di tessitura grossolana (Butzer 1982). Fenomeni di degrado ed acidificazione dei suoli neolitici in risposta allo slash and burn sono riportati da Gebhardt (1994; Bretagna), Macphail (1990; Carn Brea, Cornovaglia), da Macphail et al. (1990; Chysauster, Cornovaglia) e da Langohr (2001; nel tratto belga della fascia dei loess). Sono proprio queste forme di rapido impoverimento del suolo che fanno sì che lo slash and burn sia associato al modello dell'agricoltura itinerante (ingl.: *shifting cultivation* o *long-fallow system*; v. Bogaard 2004). In tale sistema le parcelle di terreno vengono coltivate per uno o due anni e poi abbandonate, permettendo la rigenerazione della foresta per venti anni o più, e poi nuovamente sottoposte a slash and burn (Butzer 1982).

La deforestazione implica anche processi di serio degrado fisico del suolo, favorendo l'erosione ed i processi di versante. Il suolo deforestato, disgregato e denudato, è interessato dall'impatto diretto delle gocce di pioggia, il quale causa fenomeni di micro-erosione o *slaking* superficiale (v. *infra*). L'accumulo di sedimenti fini all'interno dei pori impedisce la percolazione dell'acqua, favorendo la saturazione degli orizzonti superiori dei suoli deforestati. Il decremento del contenuto di sostanza

organica del *topsoil* causa una diminuzione della stabilità degli aggregati, aumentando dunque l'erosività del suolo. La rimozione della copertura vegetale, oltre ad eliminarne il potere protettivo sul suolo, riduce anche l'infiltrazione e l'azione di contenimento meccanico che forniscono gli apparati radicali, oltre a far sì che tutta l'acqua immagazzinata nella biomassa finisca invece all'interno del suolo (Butzer 1982). La mutua combinazione di questi fenomeni di degrado causa un aumento del ruscellamento superficiale, con innesco dei diversi tipi di erosione (erosione laminare, erosione a solchi ecc.), la quale sarà più severa lungo i pendii (Kwaad, Mùcher 1979; Butzer 1982). L'esito geomorfologico di tali fenomeni erosivi sarà dato dall'accumulo di colluvi alla base dei pendii e dalla produzione di sedimento che potrà essere preso in carico dai fiumi (Butzer 1982; v. anche Houben et al. 2009).

Esempi particolarmente nitidi di slash and burn sono offerti dai tre suoli sepolti di Rubiera, la cui età va dal tardo Neolitico – primo Eneolitico all'età del Bronzo Antico (v. Cap. 3.4). Essi conservano tracce di combustione al suolo e di coltivazione, e conservano radicate in posto le ceppaie di antiche foreste. Anche nel sito del Bronzo Antico di San Pancrazio (Parma) vi sono evidenze di combustione e coltivazione del suolo tra alberi lasciati in posto oppure abbattuti ma non sradicati (v. Cremaschi et al. *in stampa*; Bernabò Brea et al. *in stampa*). Un'altra forma di “deforestazione” mediante incendio è quella detta *secondary clearance* nella letteratura inglese (v. Macphail 1992; Macphail et al. 1990) assimilabile grosso modo alla pratica del debbio (v. Forni 2002), praticata ancor oggi in alcune aree dell'Italia. Il debbio prevede l'incendio delle infestanti e degli arbusti cresciuti durante un periodo di abbandono di una parcella, oppure la combustione delle stoppie dopo il raccolto o delle erbe secche.

Gli indicatori micromorfologici associati alle pratiche di deforestazione mediante incendio vengono riassunti nella Tab. 6.



Rif. Bibliografico	Contesto/Processo	Indicatori micromorfologici
Macphail 1987; p. 15	Riempimento cavità di sradicamento (“post treethrow fabric”)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frammenti rimaneggiati di diversi orizzonti pedogenetici giustapposti, tra cui facilmente riconoscibili sono i pedorelitti di orizzonti Bt.</li> <li>- Riempimenti di sedimento mal cernito dilavati nello spazio tra i frammenti rimaneggiati.</li> </ul>
Courty et al. 1989; p. 127-129; fig. 7.5b	Suolo prossimo ad uno sradicamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Microfabric fortemente eterogeneo e mescolato, composto da materiali da diversi orizzonti.</li> <li>- Presenza di carboni grossolani, selci o altri artefatti che testimoniano l’influenza umana sullo sradicamento.</li> </ul>
	Deforestazione mediante incendio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frammenti di carbone e materiale vegetale combusto parzialmente finemente frammentati e ripartiti nella massa di fondo.</li> <li>- Frammenti grossolani di carbone e di legno (se conservati).</li> <li>- Aggregati di suolo marroni e rossastri (PPL) derivanti dalla combustione del terreno.</li> <li>- Formazione in profondità di rivestimenti / riempimenti argillosi pulverulenti, ricchi in carboni fini.</li> </ul>
Macphail 1990; p. 189; fig. 127, 128.	Suolo disturbato da deforestazione mediante sradicamento ed incendio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frammenti rimaneggiati di diversi orizzonti pedogenetici giustapposti.</li> <li>- Aggregati di suolo nerastri (PPL) con debole birifrangenza, occasionalmente associati a carboni, derivanti dalla combustione del terreno.</li> <li>- Riempimenti di argille fortemente birifrangenti tra gli aggregati.</li> <li>- Riempimenti e rivestimenti di argille pulverulente nei pori.</li> <li>- Porosità “a cavità” (<i>closed vugh porosity</i>) determinata dai numerosi riempimenti di argille pulverulente.</li> </ul>
Macphail et al. 1990; p. 54-55; tab. 1.	Suolo disturbato da deforestazione mediante sradicamento ed incendio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frammenti rimaneggiati di diversi orizzonti pedogenetici giustapposti, tra cui facilmente riconoscibili sono i pedorelitti di orizzonti Bt.</li> <li>- Porosità riempita da argille pulverulente.</li> <li>- Presenza di carboni grossolani.</li> <li>- Presenza di aggregati rubefatti (PPL ?) con suscettività magnetica elevata, derivanti dalla combustione del terreno.</li> </ul>
	Debbio (secondary clearance – “low shrubs”)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pori di maggiori dimensioni riempiti di argille pulverulente o di materiale fine dilavato dalla superficie.</li> <li>- Presenza di carboni fini.</li> <li>- Presenza di numerosi fitoliti.</li> </ul>
Gebhardt 2000; p. 145	Suolo disturbato da deforestazione mediante sradicamento ed incendio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frammenti rimaneggiati di diversi orizzonti pedogenetici giustapposti.</li> <li>- Riempimenti limosi e rivestimenti di argille pulverulente, talora rimaneggiati.</li> <li>- Presenza di carboni grossolani e di frammenti di orizzonti organici combusto.</li> </ul>
Goldberg, Macphail 2006; p. 199-200; fig. 9.8	Sradicamento di alberi di grosse dimensioni	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frammenti di orizzonti pedogenetici profondi mescolati con materiale degli orizzonti superficiali; facilmente riconoscibili sono i pedorelitti di orizzonti Bt.</li> <li>- Disgregazione del suolo.</li> <li>- Dilavamento di materiale fine dalla superficie all’interno dello spazio tra aggregati.</li> </ul>
	Incendio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presenza di frammenti di carbone e di terreno scottato.</li> <li>- Abbondanti figure tessiturali (sia di argille pulverulente che limpide).</li> </ul>

**Tab. 6** Indicatori micromorfologici legati alle pratiche di disboscamento.

## *Lavorazione del terreno*

La lavorazione del terreno è una pratica principalmente volta al dissodamento del suolo per la preparazione del letto di semina ed all'eliminazione delle infestanti e delle loro radici. Tale pratica porta alla disgregazione ed all'esposizione della superficie del suolo, con esiti simili a quelli della deforestazione, alla quale la lavorazione del terreno spesso si accompagna (Butzer 1982). In Italia settentrionale la lavorazione del suolo avviene durante il Neolitico con strumenti in legno e pietra levigata (zappe, picconi), e si suppone che venisse utilizzato anche il bastone da semina (Pessina, Tinè 2008). È ragionevole supporre che le pratiche agrarie eseguite con tali strumenti interessassero prevalentemente gli orizzonti superficiali dei suoli e che fossero particolarmente sensibili a fattori limitanti quali la pietrosità, l'elevata presenza di argilla od il drenaggio difficoltoso (Cremaschi 1990). L'Eneolitico vede invece la diffusione dell'aratro, come dimostrano i solchi venuti in luce presso l'area megalitica di S. Martin de Corléans (Aosta) o le incisioni rupestri della Valcamonica (Forni 2002; De Marinis 1994).

Gli studi su suoli coltivati moderni di Jongerius (1970, 1983) hanno messo in luce che, oltre al compattamento ed al disturbo meccanico, la lavorazione del suolo porta alla formazione di figure tessiturali rilevabili in sezione sottile. Esse derivano dalla frammentazione e dalla perdita di coesione strutturale degli aggregati del suolo in conseguenza all'impatto delle gocce di pioggia. Le particelle e gli aggregati in tal modo liberati vengono poi a dilavati e ri-sedimentati all'interno del suolo. Tale processo è noto come *slaking* (Jongerius 1970, 1983; De Ploey, Mùcher 1981; Macphail et al. 1990; Usai 2001). Nei suoli coltivati lo *slaking* causa:

(a) la formazione di croste attorno agli aggregati o all'interno di depressioni quali ad esempio i solchi incisi dall'aratro. Tali croste appartengono alla famiglia delle *physical crusts* (Pagliai, Stoops 2010; v. anche Boiffin, Bresson 1987), e possono impedire il drenaggio delle acque nella parte superiore del suolo.

(b) la formazione in profondità di rivestimenti e riempimenti di argilla mista a quantità variabili di limo, sabbia e materia organica, denominati da Jongerius *agricutans*.

Nella terminologia di Bullock et al. (1985) e di Stoops (2003) gli *agricutans* sono definiti come rivestimenti o riempimenti di argille pulverulente (ingl.: *dusty clay coatings / infillings*). Essi si formano quando l'orizzonte lavorato è sufficientemente saturo d'acqua da permettere il movimento in profondità delle particelle prodotte dallo *slaking*. Tali particelle andranno a riempire i pori inter- ed intra-pedali presenti nell'orizzonte lavorato e alla base di esso (v. Usai 2001; Macphail et al. 1990). Il carattere "pulverulento" di tali argille è dato dalla presenza di numerose particelle nerastre, interpretate – nei suoli coltivati - come carbone polverizzato (Courty et al. 1989), come sostanza organica puntiforme presente nel suolo e rimobilizzata o come fuliggine trasportata dal vento in prossimità degli insediamenti (Limbrey 1992). Diversi fattori chimico-fisici influenzano la suscettibilità del suolo allo *slaking* (v. Jongerius 1970, 1983; De Ploey, Mùcher 1981; Limbrey 1992). Oltre alla vegetazione ed al periodo ed al tipo di lavorazione del suolo, il fattore che appare maggiormente rilevante è la stabilità degli aggregati del suolo. Sono più soggetti a *slaking* suoli con bassa stabilità degli aggregati, cioè quei suoli a basso contenuto di argilla e/o di materia organica, non calcarei o privi di (idr)ossidi di ferro.

Una cospicua serie di studi (v. ad es.: Courty et al. 1989; Macphail et al. 1990; Macphail 1992, 1998; Carter, Davidson 1998; Lewis 1999; French 2003; Goldberg, Macphail 2006) ha riconosciuto che anche nei suoli antichi l'impatto degli strumenti agricoli da luogo a fenomeni di *slaking*. Conseguentemente, in tali suoli, avviene la formazione di figure tessiturali quali rivestimenti e riempimenti di argille pulverulente sia nell'orizzonte lavorato, sia in profondità sotto di esso.

Una seconda serie di studi micromorfologici ha invece riguardato l'analisi di suoli lavorati mediante ricostruzioni di strumenti antichi, in contesti controllati (v. Gebhardt 1992, 1995, 2007; Lewis 1999). In essi, va specificato, la campionatura ha potuto riguardare direttamente le singole tracce prodotte dalla lavorazione del suolo (ad es. solchi di aratro, tracce di lavorazione a vanga). Nella maggior parte delle situazioni archeologiche, tuttavia, non vi sono sempre tali condizioni di "visibilità", se non in contesti particolarmente ben conservati (v. ad es.: Nicosia et al. 2007; Nicosia 2010). I suoli agrari del passato sono infatti spesso erosi, fortemente rimaneggiati, bioturbati, oppure hanno ricevuto numerosi e ripetuti cicli di pratiche agrarie. Dagli studi sperimentali sopra menzionati emergono le seguenti caratteristiche micromorfologiche principali:

a) il riempimento delle tracce di aratro “a chiodo” o “ad uncino” (ingl.: *ard* o *crook ard*) presenta al proprio interno, alla base ed anche immediatamente all'esterno (nel materiale incassante) accumuli lentiformi composti da sedimento fine con microaggregati. Secondo Lewis (1999) tali lenti non sono esito di *slaking* e/o di trasporto ma si formano già per la sola azione meccanica del corpo lavorante dell'attrezzo agricolo sul terreno. Esse sarebbero dunque tracce specifiche connesse alla lavorazione con aratro e vanga.

b) vi sono vuoti planari paralleli alle pareti della traccia nel materiale in cui essa è incisa, formati anch'essi dunque per l'azione meccanica dello strumento sul terreno.

c) alla base delle tracce si formano delle croste interne (ingl.: *pans*) ricche in limo e sabbia fine, spesso contenenti microaggregati e con impregnazioni di sostanza organica. Tali croste sono state riconosciute sia all'interno che all'esterno del riempimento delle tracce.

### *Concimazione*

La coltivazione prolungata porta ad una progressiva diminuzione del contenuto di sostanza organica e di altri nutrienti nel suolo quali azoto, fosforo e potassio (Schaetzl, Anderson 2005). Si rende necessario pertanto concimare il suolo (ingl.: *manuring*) per rimpinguare queste perdite con aggiunte di materiali di diversa origine. Sempre allo scopo di evitare il depauperamento del suolo, la concimazione può essere anche utilmente affiancata alla rotazione delle colture (Guttmann 2005). Secondo Bakels (1997), la concimazione con escrementi, cenere e rifiuti domestici era praticata fin dal Neolitico<sup>4</sup> nell'Europa del Nord, mentre indicatori di concimazione neolitica sono stati identificati in Svizzera (Guttmann 2005). In Italia si suppone che le comunità neolitiche non praticassero la concimazione né la rotazione dei campi, ma si basassero su un sistema di agricoltura itinerante che prevedeva la deforestazione mediante incendio (Pessina, Tinè 2008; v. Cap. 1.4). Nell' Europa centrale e nord-occidentale, recenti studi (Bogaard 2004; 2005) hanno portato ad escludere una

---

<sup>4</sup> Il “Neolitico” nell' Europa centro-settentrionale comprende in gran parte anche la nostra Età del Rame, in quanto copre l'arco di tempo tra 5500 e 2500 cal y BC.

predominanza dell'agricoltura itinerante per il Neolitico. Secondo tali studi, vige piuttosto un'agricoltura intensiva, con appezzamenti di terreno lavorati e concimati per lungo tempo. Da tale quadro, ricavato esclusivamente da evidenze archeobotaniche, discendono due modelli di coltivazione che possono essere utilmente applicati ai contesti studiati nel presente lavoro. Il primo, è detto *intensive garden cultivation* (Bogaard 2004; 2005). Esso richiede un'elevata quantità di lavoro per unità di superficie, in quanto prevede la semina in file (ingl.: *row sowing*), l'estirpazione delle infestanti a mano o mediante zappatura, l'irrigazione e la concimazione e prevede una stretta integrazione tra coltivazione ed allevamento del bestiame. Il secondo modello è detto *midden cultivation* (Guttmann 2005; v. anche Goldberg, Macphail 2006) o anche *dump heap model* (Forni 2002) e consiste nella coltivazione direttamente al di sopra degli accumuli di rifiuti formati sulle superfici di frequentazione all'interno degli abitati. I cumuli erano infatti ricchi in sostanza organica, fosforo ed azoto derivanti dalla presenza di escrementi, di residui vegetali e resti di pasto, oltre che in cenere, frammenti ceramici e di materiale da costruzione.

In sezione sottile l'aggiunta di concime nel suolo può essere desunta dalla presenza di grandi quantità di carboni, materiale vegetale combusto parzialmente, cenere, ossa combuste e non, frammenti ceramici, gusci d'uovo, fitoliti, materiale fecale, aggregati di terreno combusto, spesso con contorni smussati (Courty et al. 1989; Goldberg, Macphail 2006). In suoli coltivati acidi, la presenza in sezione sottile di frammenti alloctoni di materiale calcareo (ad es. litorelitti, terreni morenici, frammenti di malta) è stata interpretata come un indicatore del loro uso per migliorare la fertilità chimica del suolo (tecnica detta *liming* o *chaulage*; v. Devos et al. 2005; Mikkelsen et al. 2007).

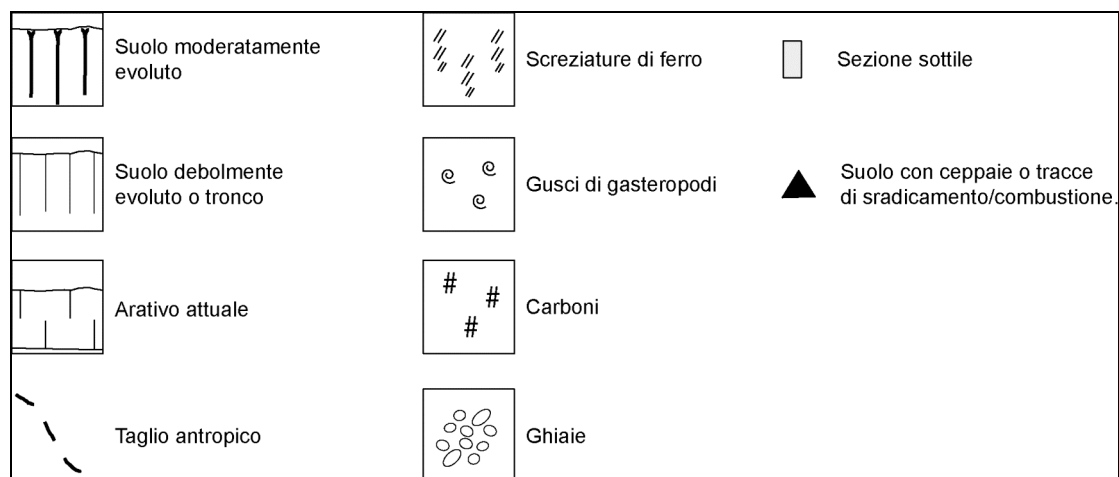
Un confronto tra le tracce micromorfologiche derivanti dalla deforestazione e quelle legate alla lavorazione del terreno permette di notare che in entrambi i casi esse derivano dallo *slaking* del suolo. Questo fatto porta ad una difficoltà nel distinguere tra deforestazione e lavorazione del suolo basandosi solamente sulle analisi micromorfologiche, soprattutto tenuto conto del fatto che i due processi hanno spesso luogo congiuntamente. Si rende dunque necessario integrare l'interpretazione delle tracce micromorfologiche con altri indicatori, sia analitici (analisi pedo-antracologiche, archeobotaniche, suscettività magnetica, *bio-markers* etc.) che macroscopici (ad. es. presenza di solchi d'aratro, di cavità di sradicamento, ceppaie

ecc.) (v. Macphail et al. 1990; Carter, Davidson 1998; Macphail 1998; Usai 2001). Nel presente lavoro sono presenti tracce macroscopiche di deforestazione nei siti di Taneto/S. Ilario d'Enza, di Botteghino e di Buco del Signore (v. Cap. 3.1; 3.2; 3.5). Tracce macroscopiche di probabile lavorazione del terreno sono state individuate solo nel suolo del Neolitico medio del sito di Via Guidorossi a Parma (v. Cap. 3.3).

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1 Descrizione di campagna

Nel presente lavoro gli orizzonti di suolo sono stati descritti secondo le linee guida FAO (2006). I suoli studiati non sono stati classificati. Tuttavia viene fatto uso di nomi di classificazione di suoli desunti dalla letteratura. Essi sono stati assegnati secondo il sistema francese (Duchaufour 1983) e secondo la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff 2003), tenuto conto delle difficoltà di applicare sistemi di classificazione moderni nei contesti paleo-pedologici (v. Krasilnikov, Calderón 2001; Zerboni et al. 2011).



*Fig. 2.1 Legenda dei simboli utilizzati nel disegno dei profili pedo-stratigrafici.*

### 2.2 Datazioni al radiocarbonio

Per la calibrazione di alcune delle date utilizzate nel presente lavoro si è ricorso ad una calibrazione con precisione di  $2\sigma$  (95.4 % di probabilità; v. Blaauw 2010) mediante il software OxCal v. 3.10 (Bronk Ramsey, 2001; 2005). La curva di calibrazione utilizzata è stata IntCal04 (Northern hemisphere atmospheric; Reimer et al. 2004). Le date radiocarboniche convenzionali sono espresse come “y BP”. Una volta calibrate le età sono espresse come “cal y BP” ed in alcuni casi come “cal y BC”.

### 2.3 Analisi chimico-fisiche

Tutte le analisi del suolo sono state svolte secondo i metodi descritti in Ministero per le Risorse Agricole, Alimentari e Forestali (1994), che vengono qui di seguito

presentati brevemente.

### 2.3.1 Granulometrie

Le analisi sono state svolte su 100-130 g di terreno quartato e disgregato per via meccanica con l'aiuto di mortaio e pestello. La distruzione della sostanza organica è stata eseguita mediante perossido di idrogeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) a 130 volumi in un becker. Il procedimento è stato ripetuto aggiungendo perossido di idrogeno fino a che non vi fosse più generazione di schiuma.

Per ottenere la distribuzione granulometrica nel campo delle sabbie si è proceduto alla vagliatura (o setacciatura) dei campioni. È stata utilizzata una colonna di setacci in acciaio del diametro di 20 cm, con maglie a luce passante delle seguenti misure: 63 μm, 90 μm, 125 μm, 180 μm, 250 μm, 355 μm, 500 μm, 710 μm, 1000 μm, 1400 μm, 2000 μm. La prima setacciatura effettuata è stata ad umido, aiutata da un agitatore che, vibrando, agevola il passaggio delle particelle tra le maglie dei setacci. Le particelle di misura inferiore a 63 μm (limi ed argille) uscite dalla colonna di setacci sono state poste in una vasca alla base della colonna e messe da parte per le aerometrie. La seconda setacciatura è stata fatta a secco mettendo i setacci asciutti in un secondo agitatore meccanico. Dal peso lordo di ciascun setaccio è stata tolta la tara, ottenendo il peso netto e cioè quello della frazione di sedimento trattenuta da ogni setaccio.

La frazione di dimensioni inferiori a 63 μm è stata quantificata mediante aerometria, metodo che sfrutta la legge di Stokes. Essa mette in relazione il diametro della particella con la sua velocità di caduta in un fluido di caratteristiche note (acqua distillata):

$$V_p = g d_p (D_p - D_l) / 18 \eta_l$$

Conoscendo tutti gli altri parametri è possibile determinare il diametro delle particelle ( $d_p$ ) e quindi la distribuzione granulometrica, partendo da quella che è la loro velocità di sedimentazione ( $V_p$ ). Densità ( $D_p$  e  $D_l$ ) e viscosità ( $\eta_l$ ) sono valori noti, ma risultano dipendenti dalla temperatura, per cui è necessario misurare quest'ultimo parametro durante l'aerometria.

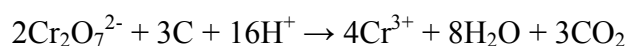


La frazione inferiore ai 63  $\mu\text{m}$  è stata raccolta, dopo successivi travasi volti a sostituire l'acqua di rubinetto con acqua distillata, in colonne da 2 l di volume. 3 g di sodio esametafosfato  $[\text{Na}(\text{PO}_3)_6]$  sono stati aggiunti come deflocculante. Il valore della densità della sospensione è stato misurato con l'ausilio di un aerometro di Casagrande a intervalli di tempo stabiliti (1', 2', 5', 10', 20', 40', 80', 4 ore, 24 ore). La temperatura è stata determinata immergendo nelle colonne un termometro a mercurio, correggendo la misura della densità relativa secondo un coefficiente ricavato da un'apposita tabella.

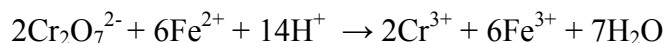
### 2.3.2 Determinazione del carbonio organico

Il contenuto di carbonio organico nel suolo è stato determinato mediante il metodo di Walkley & Black.

Principio: ossidazione della sostanza organica con potassio bicromato



La quantità di potassio bicromato che non ha reagito viene determinata mediante titolazione con una soluzione di solfato ferroso:



Procedura: è stato messo in una beuta 1 g di terreno (frazione inferiore ai 2 mm). Ad esso sono stati aggiunti 10 ml di soluzione di bicromato di potassio 1/6 mol/l e 20 ml di acido solforico concentrato ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Dopo aver agitato la beuta essa è stata coperta con un vetrino da orologio e lasciata a riposo per 30 minuti: la reazione è stata interrotta aggiungendo 200 ml di acqua distillata.

La quantità di bicromato di potassio che non ha reagito col campione viene determinata titolando con una soluzione di ferro-ammonio-solfato  $[\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$  0.5 mol/l (detto anche sale di Mohr). Nella beuta sono stati aggiunti 5 ml di acido fosforico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) come catalizzatore e 0,5 ml di acido 4-difenilamminosolfonato sodico ( $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{NaNO}_3\text{S}$ ) come indicatore. La titolazione con il ferro-ammonio-solfato, viene effettuata fino a quando non avviene il viraggio della soluzione da blu a verde.

La quantità di carbonio organico presente è data dalla relazione:

$$C = 38.961 \times (B - B_1) / (B \times P)$$

dove:

**C** è il carbonio organico contenuto (g/kg)

**B** è il volume (ml) di ferro-ammonio-solfato consumato per la prova in bianco, cioè quella eseguita con le stesse modalità descritte sopra, ma in assenza del campione

**B<sub>1</sub>** è il volume (ml) di soluzione di ferro-ammonio-solfato consumato per titolare il campione

**P** è la quantità (g) di campione sottoposta all'analisi

**38.961** è il valore ottenuto da  $(1000 \times 10 \times 0.003) / 0.77$  in cui 0.003 è il peso equivalente del carbonio; 0.77 è un valore empirico che tiene conto della frazione realmente ossidata nelle condizioni adottate.

La conversione dalla quantità di carbonio organico a quella di sostanza organica contenuta nei campioni avviene moltiplicando il primo per 1.724 (fattore di *Van Bemmelen*, secondo cui la sostanza organica è composta al 58% di carbonio organico).

### 2.3.3 Calcimetrie

Principio: la determinazione del contenuto di carbonati del suolo è stata effettuata con un calcimetro ad alcool (Dietrich-Frühling). In esso ca. 1 g di terreno viene fatto reagire con 10 ml di HCl al 18%. La pressione della CO<sub>2</sub> prodotta secondo la reazione riportata più sotto fa scendere il livello dell'alcool che riempie una colonna graduata:



Prima di procedere all'analisi del contenuto di carbonato dei campioni è necessario fare una prova in bianco con 0,5 g di carbonato di calcio puro per tarare lo strumento e per verificare l'intensità dello spostamento del livello dell'alcol per campioni contenenti il 100% di CaCO<sub>3</sub>. Per conoscere la quantità di carbonato di calcio presente nel suolo studiato si applica la seguente formula:

$$\% \text{CaCO}_3 = (P_b \times cc_c) / (cc_b \times P_c)$$

dove:

$P_b$  quantità di carbonato di calcio utilizzato per la prova in bianco

$cc_b$  volume di  $CO_2$  generato durante l'analisi del campione di suolo

$cc_c$  volume di  $CO_2$  generato durante la prova in bianco

$P_c$  quantità di carbonato di calcio utilizzato per l'analisi del campione

#### **2.3.4 Determinazione della reazione (pH in acqua)**

Principio: il pH è determinato per via potenziometrica su una sospensione suolo-acqua. I valori ottenuti non rispecchiano fedelmente il valore del pH in campo, ma sono indicativi della reazione del sistema.

Un campione di terreno (frazione inferiore ai 2mm) è stato diluito in acqua bidistillata in rapporto 1:2.5, posto in un agitatore per 30' e poi lasciato riposare. Il giorno seguente il campione è stato agitato per ulteriori 10'. La misura è stata eseguita per via potenziometrica mediante un pH-metro ad elettrodi, in precedenza tarato tramite tamponi di pH noto.

#### **2.4 Analisi micromorfologiche**

La micromorfologia del suolo consiste nell'analisi al microscopio polarizzatore di campioni di suolo sotto forma di sezione sottile (v. Kemp 1997). La tecnica fu introdotta dal tedesco Kubiena negli anni '30 del secolo scorso per lo studio dei suoli (micropedologia). Essa fu poi applicata ai contesti archeologici da Cornwall negli anni '50, trovando ulteriore sviluppo e diffusione a partire dalla fine degli anni '70 (v. Courty et al. 1989).

La campionatura viene effettuata a partire da un profilo, dal quale si raccoglie un blocco di terreno indisturbato ed orientato, in maniera che tutte le componenti del suolo mantengano la loro posizione originale. Parte delle sezioni sottili analizzate in questa tesi è stata prodotta dal dott. M. Sbrana del laboratorio *Servizi per la Geologia* di Piombino (LI), il quale applica sostanzialmente le procedure esposte in Murphy (1986). Un secondo gruppo di sezioni sottili (sezioni "mammut", cioè di dimensioni 139 x 67 x 3 mm) è invece stato prodotto dallo scrivente, presso il *McBurney*

*Laboratory for Geoarchaeology* dell'Università di Cambridge (Regno Unito). La procedura svolta viene riassunta di seguito:

*Essiccazione:* l'essiccazione del campione è necessaria in quanto la polimerizzazione della resina che verrà utilizzata per consolidare il campione stesso non può aver luogo in presenza d'acqua. I campioni vengono pertanto posti in una stufa da laboratorio a ventilazione forzata per alcuni giorni, ad una temperatura di 35-40°C. Una volta essiccati, essi sono pronti per essere impregnati.

*Impregnazione:* è stata utilizzata una resina di poliestere pre-accelerata (*Polylite*® *Clear Casting Resin*), caratterizzata da una viscosità pari a 350 Cp.s. Sono state preparate caraffe da 2 l alla volta, così composte:

1800 ml di resina

200 ml di acetone (diluente)

0.5 ml di catalizzatore (*Methyl-ethyl-ketone-peroxide* o MEKP).

Il composto così ottenuto viene versato dentro una vaschetta in plastica all'interno del quale è alloggiato il campione, sommergendolo completamente (Fig. 2.2). In precedenza erano stati annotati sulla vaschetta sia l'orientamento che il codice identificativo del campione. Ciascuna vaschetta viene poi posta in una camera a tenuta stagna collegata ad una pompa ad olio. Azionata la pompa si crea il vuoto nella camera, arrivando ad una pressione di -20 / -24 inHg (-70 / -78 kPa). I campioni vengono lasciati sotto vuoto per 24 ore. Se a questo punto il livello della resina è sceso si procede ad un rabbocco, sommergendo nuovamente ciascun campione, e rimettendolo sotto vuoto per ulteriori 24 ore. I campioni vengono poi messi all'interno di un armadio di sicurezza ventilato, in modo che i vapori di resina e di acetone vengano opportunamente eliminati. La polimerizzazione della resina può richiedere dalle 4 alle 7 settimane, durante le quali la resina passa prima ad uno stato gelatinoso e successivamente solido. La solidificazione definitiva può essere aiutata ponendo il campione in stufa a 40-45° C.



*Fig. 2.2 Immersione dei campioni in resina. L'operazione viene svolta sotto cappa.*

*Taglio*: una volta solidificati i campioni vengono tagliati mediante una taglierina per mattoni raffreddata ad acqua e provvista di un disco diamantato privo di tacche. L'obiettivo è di ottenere delle fette di ca. 1 cm di spessore e di dimensioni tali da poter essere contenute da vetrini di 139 x 67 mm (Fig. 2.3). A questo punto si può valutare se l'impregnazione del campione sia soddisfacente. In caso contrario si procede alla tecnica dell'impregnazione superficiale (*surface impregnation*). Viene cioè spalmata della resina sulla faccia di una delle fette tagliate (la faccia che si vuole vedere poi montata sul vetrino). Si utilizza un mix di resina così composto:

20 ml di resina

5-10 gocce di acetone

0.3 ml di MEKP

La fetta viene poi messa sotto vuoto per 24 ore.

Se al momento del taglio la prima impregnazione risulta particolarmente mal riuscita ed il campione non è sufficientemente coerente per essere tagliato a fette di 1 cm, si può procedere alla re-impregnazione dell'intero blocco. Questa procedura è stata seguita per alcuni campioni particolarmente argillosi che difficilmente assorbivano la resina. Si utilizza il seguente preparato (per re-impregnare un blocco):

500 ml di resina

100 ml di acetone

0.45 ml di MEKP

Il campione viene poi messo sotto vuoto per 24 ore e successivamente in forno a 35-45°C per velocizzare la polimerizzazione. Una volta solidificata la resina si può procedere al taglio delle fette di 1 cm di spessore.



**Fig. 2.3** Blocchi impregnati tagliati in fette di ca. 1 cm di spessore. La tacca nella parte superiore di ciascuna fetta viene incisa al momento del taglio ed indica l'alto del campione.

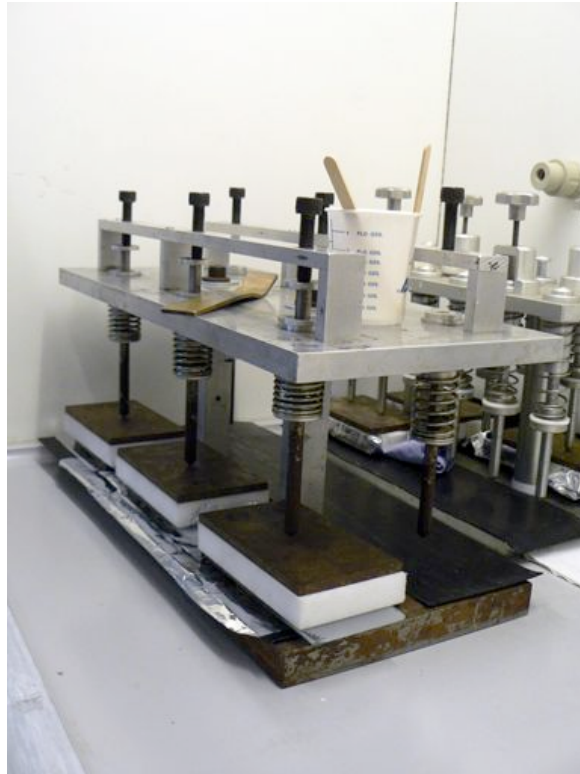
*Assottigliamento (grinding)*: inizialmente di monta ciascuna fetta impregnata su un vetrino temporaneo, fissandola con della colla ai quattro angoli e mettendo fetta e vetrino sotto un peso da 2 kg per alcuni minuti. Si procede poi ad un primo assottigliamento della faccia della fetta impregnata mediante una *grinding machine* BROTT<sup>®</sup> (Fig. 2.5). Essa effettua la pulitura e l'assottigliamento del campione mediante l'azione di una mola a tazza diamantata, e non mediante polveri abrasive come si usa generalmente nella preparazione di sezioni sottili di roccia. La mola agisce sul tamburo portacampioni, giungendo ad assottigliare fino allo spessore richiesto dall'operatore con precisione micrometrica, mantenendo un pianparallelismo pressoché perfetto. La faccia che viene assottigliata in questa fase sarà quella che poi verrà montata a contatto col vetrino definitivo: sarà cioè quella che viene osservata al microscopio. Eseguito questo primo assottigliamento il campione viene staccato dal vetrino temporaneo, ripulito, asciugato e montato sul vetrino definitivo (processo detto *mounting*). Il vetrino definitivo viene anch'esso lucidato nella *grinding machine* per assicurare una migliore adesione tra la fetta impregnata ed il vetrino stesso. Il montaggio avviene con il seguente mix:

20 ml di resina

2-3 gocce di acetone

0.4 ml di MEKP

Il vetrino definitivo e la fetta ad esso incollata vengono messi sotto una pressa per circa 24 ore (Fig. 2.4).

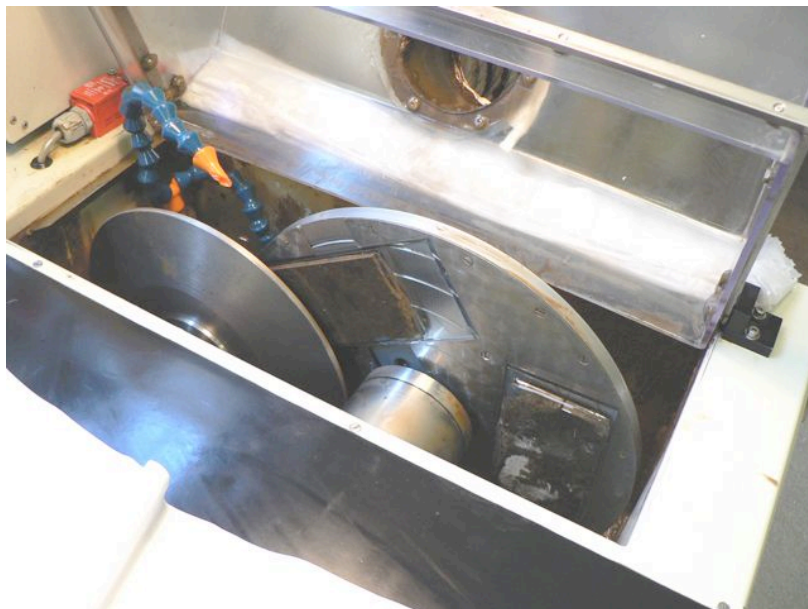


*Fig. 2.4 Montaggio della fetta impregnata sul vetrino definitivo. L'adesione tra i due elementi viene assicurata da una morsa con pistoncini a pressione regolabile.*

A questo punto il campione è pronto per essere assottigliato definitivamente. Si procede con la lucidatrice per successivi intervalli (con mole a tazza di abrasività sempre minore), estraendo periodicamente il campione e controllando che la lucidatura sia uniforme. Quando lo spessore del campione nella *grinding machine* è pari a ca. 60-70  $\mu\text{m}$  (più lo spessore del vetrino, di solito inferiore ai 3 mm), si iniziano a controllare costantemente i colori di interferenza del quarzo al microscopio polarizzatore, per determinare lo spessore della sezione sottile.

La parte finale dell'assottigliamento viene eseguita a mano, con carta vetrata di diversa grammatura e lubrificando con dell'olio minerale. Mediante il costante

controllo al microscopio polarizzatore si verifica che tutta la superficie della sezione sottile abbia uno spessore uniforme.



*Fig. 2.5 Operazioni di assottigliamento nella grinding machine. Sulla sinistra la mola a coppa diamantata, sulla destra il tamburo porta campioni. Si noti l'ugello da cui esce l'olio lubrificante.*

*Vetrino copri-oggetto:* nel caso si voglia procedere alla copertura della sezione sottile si utilizza la stessa preparazione usata per montare la fetta sul vetrino definitivo, e si lascia sotto pressa per 24 ore.

*Analisi:* l'osservazione delle sezioni sottili è stata svolta al microscopio ottico polarizzatore. Esso è dotato di due filtri polarizzatori o *nichols* che permettono lo studio delle proprietà ottiche delle sostanze cristalline ed amorfe (Cremaschi 2000). La descrizione delle sezioni sottili nel presente studio è stata effettuata utilizzando la terminologia ed i concetti di Stoops (2003), tradotti in italiano da Nicosia et al. (2010). Si fa uso delle seguenti abbreviazioni: PPL (*plane polarized light* o osservazione a nichols paralleli), XPL (*cross polarized light* o osservazione a nichols incrociati), OIL (*oblique incident light* o osservazione a luce radente obliqua).



### 3. RISULTATI E DISCUSSIONE

#### 3.1 S. Ilario d'Enza - Taneto (RE), tangenziale Nord

##### 3.1.1 Introduzione

Recenti indagini archeologiche preliminari alla realizzazione della nuova tangenziale Nord di S. Ilario d'Enza<sup>5</sup> in località Taneto, hanno posto in luce una successione del tutto simile nei suoi termini stratigrafici a quella rilevata nella seconda metà del XIX sec. da G. Chierici (Chierici 1881) in cave di terra per laterizi che si aprivano a non più di un km ad Ovest del luogo del recente scavo. La sequenza stratigrafica rilevata da Chierici (1881) e ripresa in Tirabassi (1989) risulta infatti potente circa cinque metri e caratterizzata dall'alternanza di suoli sepolti con tracce di frequentazione antropica di età compresa tra il Neolitico e l'epoca Romana, intercalati a depositi alluvionali.

A Taneto lo studio e la descrizione di tre distinti profili pedo-stratigrafici hanno reso possibile l'analisi di uno spessore di 5.5 m di depositi di piana alluvionale che vanno dalle sabbie ai limi franchi, all'interno dei quali sono intercalati cinque suoli sovrapposti, ivi includendovi lo spesso suolo argilloso ricco di sostanza organica con strutture negative, vespai in ciottoli e materiali dell'età del Ferro troncato dall'arativo attuale.

Alla base della serie (Fig. 3.1; 3.6), il primo suolo sepolto incontrato ha tessitura argillosa e spiccate caratteristiche vertiche (orizzonte 7ABb). Esso contiene materiali neolitici della cultura dei Vasi a Bocca Quadrata, e passa gradatamente verso il basso a sabbie fluviali grossolane che costituiscono il tetto del conoide tardo Pleistocenico dell'Enza. Le ghiaie del conoide sono state intercettate circa due metri più in basso rispetto alla base della sequenza in esame in trivellazioni per pozzi (Barfield et al. 1975; Valloni, Baio 2009).

Il suolo del Neolitico medio è sepolto da una coltre di sabbia laminata che verso l'alto passa gradualmente a sedimenti limosi. In questi ultimi si intercalano tre suoli entici (*Sols alluviaux* – Duchaufour 1983; *Fluvents* – Soil Survey Staff 2003) di spessore molto modesto (10-15 cm) e denunciati soltanto da un'aggregazione debolmente

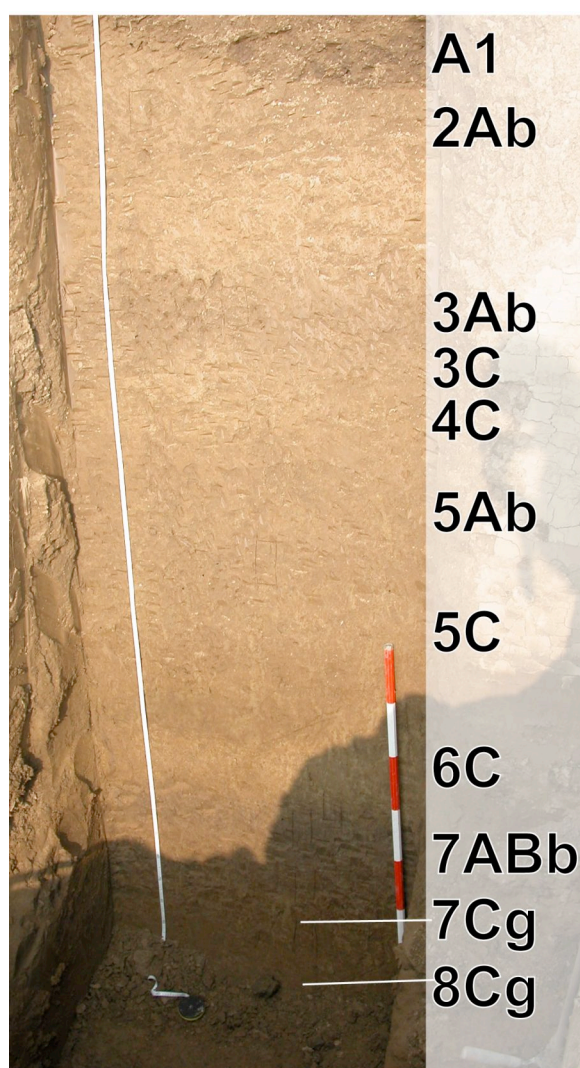
---

<sup>5</sup> Scavi condotti dalla dott.sa Giorgio, Ares, Ravenna.

espressa, dall'intensificarsi del colore bruno rispetto ai depositi in cui sono inseriti e da modeste concentrazioni di gasteropodi terrestri.

Il più basso di questi suoli, posto ad una profondità di 3.5 m (orizzonte 5Ab, corrispondente all'US 73 dello scavo archeologico) ha restituito in prevalenza ceramiche trattate "a scopettato", oltre ad un focolare, delle strutture infossate e due ceppaie combuste (Bernabò Brea et al. 2010a). La datazione al radiocarbonio su un frammento di carbone raccolto alla base di questo suolo ha permesso di iscrivere tali contesti al tardo Neolitico, avendo fornito la seguente data:

4920±50 y BP; 5850-5750 cal y BP (1.1%); 5750-5580 cal y BP (94.3%);



*Fig. 3.1 Taneto / S. Ilario d'Enza, Profilo 1.*

Procedendo verso l'alto, ad una profondità di circa 2.4 m, si incontra il terzo suolo sepolto della serie, corrispondente all'orizzonte 3Ab (US 2). Sulla sua superficie sono

stati esposti focolari, fosse e buche di palo con brevi allineamenti ortogonali (Bernabò Brea et al. 2010a). I materiali ceramici appartengono prevalentemente alla facies eneolitica della ceramica a squame. Al margine dell'abitato sono state rinvenute alcune chiazze di forma irregolarmente tondeggianti (diametri tra 0.6 m e 1.5 m) ad andamento lenticolare composte da terreno arrossato dal fuoco e grandi carboni, oltre a ceppaie combuste (Fig. 3.4; 3.5). Minuti carboni invece si osservano sparsi per ampio raggio, inglobati nel suolo insieme ai gusci di gasteropodi. La seguente data radiocarbonica su carbone è stata ottenuta dall'orizzonte 3Ab (US 2):

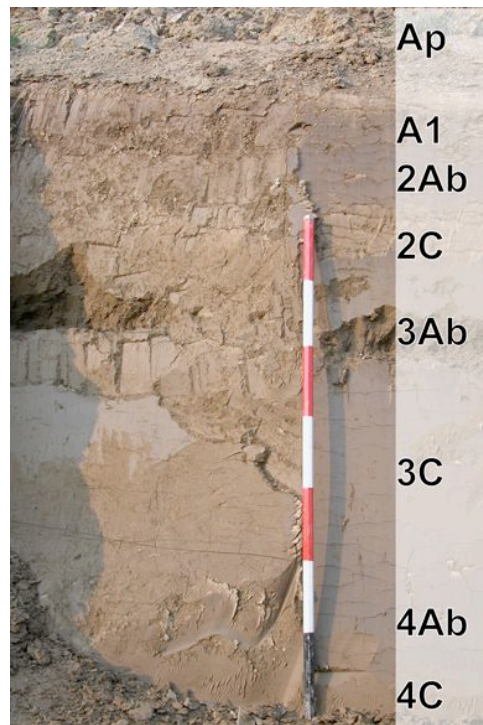
4525 ± 35 y BP; 5310-5210 cal y BP (33.7%), 5200-5040 cal y BP (61.7%).

Il quarto suolo della sequenza, rinvenuto alla profondità di 162 cm è sfiorato da una struttura negativa dell'età del Ferro non ha restituito né date né materiale archeologico. Tuttavia, un suolo con caratteristiche simili posto a profondità comparabile all'orizzonte 2Ab individuato nella sequenza esposta presso le “Cave Nuove” (500 m ad Est del profilo di Taneto) ha restituito la seguente data radiocarbonica (Alessio *et al.* 1980; Cremaschi, Nicosia *in stampa*):

3900 ± 60 y BP, 4520-4470 cal y BP (4.4%); 4450-4150 cal y BP (91.0%).



**Fig 3.2** Taneto / S. Ilario d'Enza, Profilo 1b. La linea tratteggiata indica i limiti di una struttura in ciottoli dell'età del Ferro.



*Fig. 3.3 Taneto / S. Ilario d'Enza, Profilo 3.*



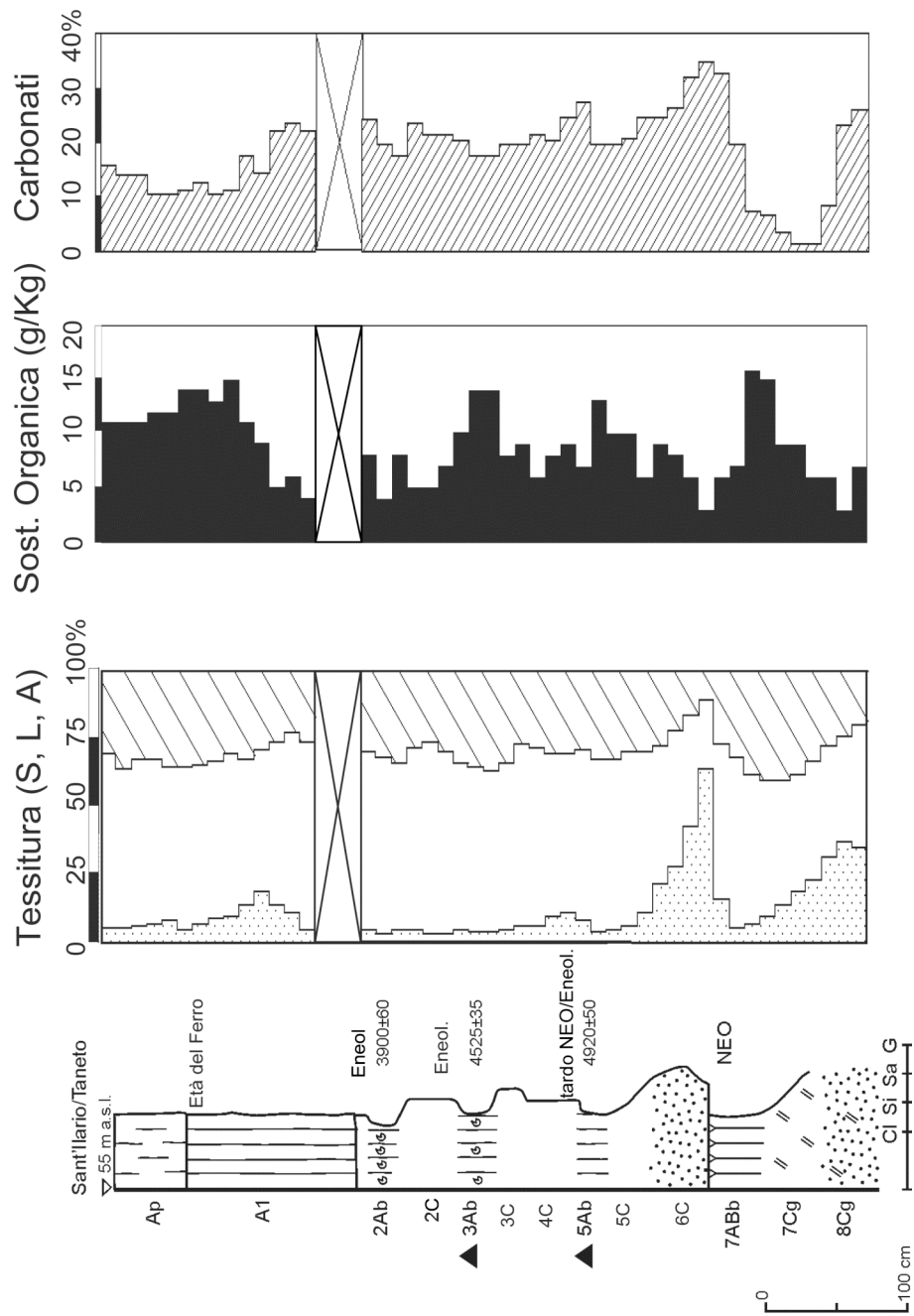
*Fig. 3.4 Taneto / S. Ilario d'Enza. Superficie del suolo eneolitico 3Ab (US 2). Chiazza con carboni e sedimenti scottati.*



*Fig. 3.5 Superficie del suolo eneolitico 3Ab (US 2). Chiazza di terreno scottato con carboni. Sullo sfondo si osservano gli allineamenti di buche di palo pertinenti all'abitato. La lunghezza della cazzuola è di 20cm.*

### **3.1.2 Risultati**

La descrizione di campagna dei profili è riportata nell'Appendice I. I risultati delle analisi chimico-fisiche (tessitura, contenuto di sostanza organica e carbonati) sono presentati in Appendice II. La sequenza è stata analizzata nella sua interezza con un campione raccolto ogni 10 cm. I risultati dell'analisi delle sezioni sottili dagli orizzonti 7ABb (suolo del Neolitico medio) e 3Ab (suolo eneolitico) sono presentati nell'Appendice III.



**Fig. 3.6** S. Taneto / S. Ilario d'Enza. Profilo pedo-stratigrafico e risultati delle analisi chimico-fisiche.

### 3.1.2.1 Analisi chimico-fisiche

Il suolo del Neolitico medio alla base della sequenza si è formato su un deposito a gradazione positiva che culmina in sedimenti a tessitura franco-limo-argillosa (Fig. 3.6). La pedogenesi è evidenziata dal progressivo incremento del contenuto di sostanza organica dalla base verso l'alto del suolo sepolto, incremento che giunge ai tenori massimi nell'orizzonte 7ABb (15.1-16.3 g/kg). I valori di CaCO<sub>3</sub> nel suolo in questione sono i più bassi dell'intera sequenza ed indicano l'avvenuta la lisciviazione dei carbonati. Tali valori sono in realtà ancora più bassi se si tiene conto del fatto che l'analisi micromorfologica ha evidenziato la ri-carbonatazione di questo suolo da parte di carbonati dilavati dalle unità soprastanti (iporivestimenti e noduli – v. *infra*).

L'orizzonte 5Ab (US 73) corrisponde al suolo sepolto del tardo Neolitico / primo Eneolitico. Esso ha tessitura franco-limoso ed è denunciato da un modesto incremento del tenore in sostanza organica (10-13 g/kg) ed una lieve diminuzione del contenuto di carbonati (18-20%) rispetto alle unità alluvionali alle quali è intercalato. L'orizzonte 3Ab (US 2), relativo al suolo eneolitico è anch'esso a tessitura franco-limoso ed è denunciato da un incremento della sostanza organica (13-14 g/kg) e dal contenuto più basso in carbonati rispetto alle unità incassanti (16-17%). La decarbonatazione non risulta invece evidente nel quarto suolo (orizzonte 2Ab), caratterizzato solamente da un lieve ma disomogeneo incremento del contenuto di sostanza organica (valori nell'ordine degli 8 g/kg). L'orizzonte A1 (suolo dell'Età del Ferro) al tetto della sequenza è anch'esso caratterizzato da un alto contenuto di sostanza organica (14-15 g/kg) e dalla parziale decarbonatazione.

### 3.1.2.2 Analisi micromorfologiche

La sezione sottile dell'orizzonte 7ABb conferma che questo suolo sepolto corrisponde ad un originario orizzonte di superficie, quasi completamente decarbonatato. Questa interpretazione deriva da diversi indicatori micromorfologici. Innanzitutto la presenza di escrementi prodotti da alcune specie di vermi, detti “bionoduli” o “biosferoidi” di calcite (Fig. 3.7a), noti per concentrarsi nella parte più superficiale del suolo (Canti 2003). Il margine esterno di questi bionoduli appare alterato, indice dell'avvenuta decarbonatazione dell'orizzonte, testimoniata anche dall'aspetto della massa di fondo. Quest'ultima è infatti decarbonatata ed ha una b-fabric di tipo striato incrociato, a tratti porostriato in funzione dei processi vertici che caratterizzano questo suolo. Ulteriori indicatori della natura di “topsoil” di quest'orizzonte sono la porosità

biogenica moderatamente espressa, con occasionali figure di passaggio e la presenza di residui organici fini sostituiti dal ferro.

Frammenti di materia vegetale combusta parzialmente e carboni molto fini (<100µm) e fini (100-250µm) sono dispersi nella massa di fondo (Fig. 3.7b), assieme a rari frammenti millimetrici e pluri-millimetrici di carbone di caducifoglie (Fig. 3.7c). I rivestimenti di argille pulverulente, contenenti materia organica puntiforme nerastra o marrone molto scuro a nichols paralleli, sono rari e si incontrano soprattutto all'interno di cavità (Fig. 3.7d, e, f). Queste figure pedologiche tessiturali e la presenza di carboni finemente frammentati indicano condizioni di esposizione e di disturbo della superficie del suolo, con fenomeni di slaking, in associazione a probabili pratiche di disboscamento mediante incendio.

Gli indicatori di impatto antropico appena descritti nel suolo neolitico sono meno marcatamente espressi rispetto a quanto osservato nell'orizzonte 3Ab (US 2), corrispondente al suolo eneolitico. Questo orizzonte è interpretabile anch'esso come originario orizzonte superficiale, in virtù della microstruttura poliedrica subangolare moderatamente separata e delle tracce di attività biologica. In particolare sono presenti bionoduli di calcite, gusci di gasteropodi e quantità consistenti di materia organica sostituita dal ferro. Il grado più basso di alterazione di questo orizzonte rispetto al suolo del Neolitico medio sottostante è leggibile nella massa di fondo ancora carbonatica, caratterizzata da una b-fabric cristallitica, e dal miglior grado di conservazione dei bionoduli, i quali non appaiono corrosi o alterati.

Numerosi indicatori micromorfologici suggeriscono processi di disturbo della superficie del suolo, legati alle pratiche di disboscamento mediante incendio, evidenziate anche dalle chiazze di terreno scottato e carboni e dalle ceppaie esposte durante lo scavo archeologico. Carboni e materiale vegetale combusto parzialmente, molto finemente (<100µm) e finemente (100-250µm) frammentati sono dispersi nella massa di fondo (±10% del campo visivo a 100 ingrandimenti). A questi si associa la presenza di frammenti di terreno scottato sia in condizioni ossidanti (colore *light reddish brown* in PPL) sia riducenti (*very dark brown* in PPL), circostanza già osservata sia nelle cavità di sradicamento ed incendio sia nel suolo eneolitico ad esse adiacente a Botteghino (cfr. Cap. 3.2). Questi frammenti scottati hanno le dimensioni delle sabbie medie, sono sub-arrotondati e hanno limiti netti con la massa di fondo circostante: essi sono dunque rimaneggiati nel terreno (Fig. 3.8a). Sono presenti aggregati di cenere di legno che in alcuni rari casi mantengono la morfologia



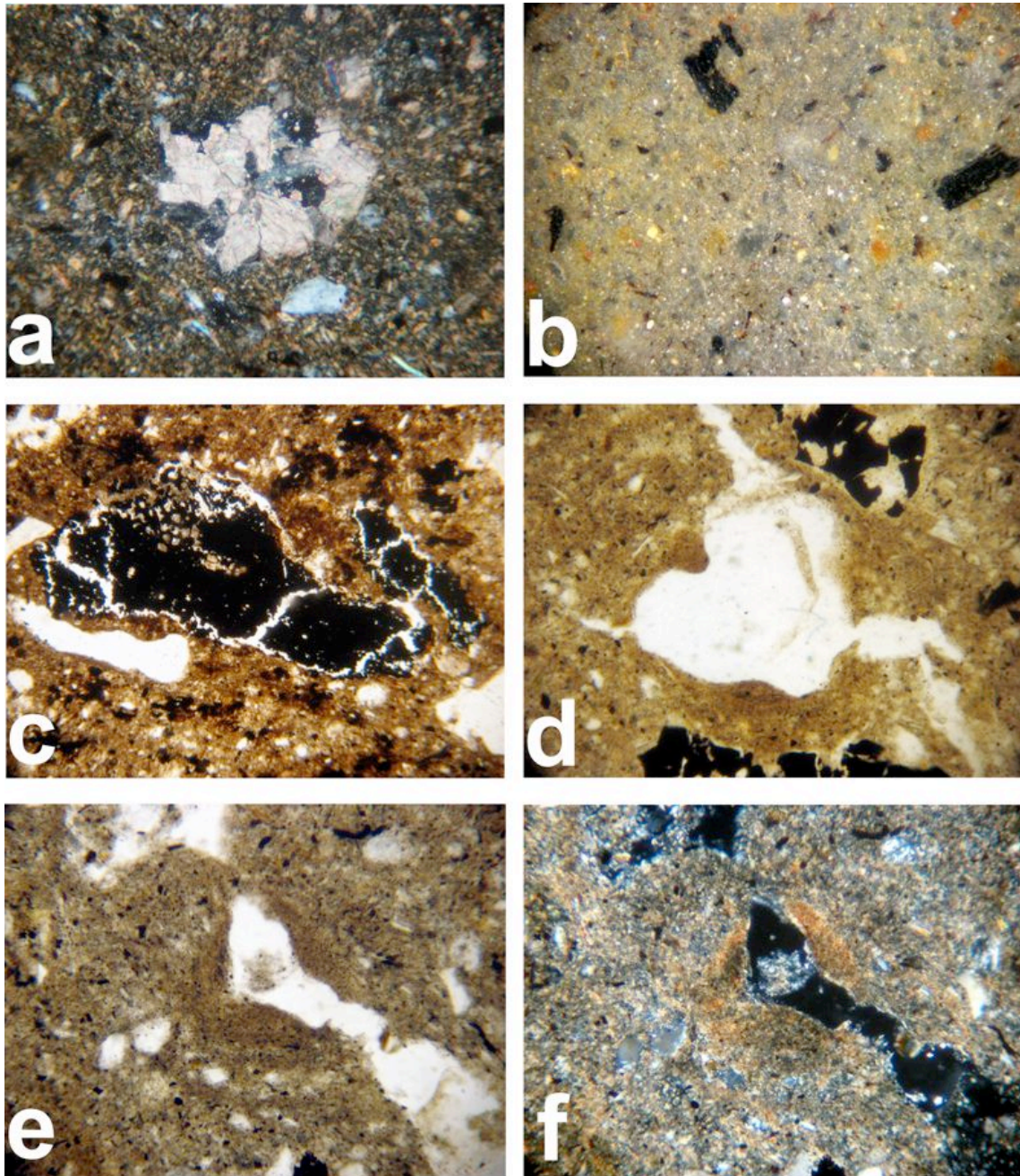
dell'originario tessuto ligneo di caducifoglie (Fig. 3.8b), oltre a sferuliti fecali (v. Canti 1997) e rari frammenti di escrementi combusti (Fig. 3.8f). Il disturbo della superficie del suolo ed in particolare i fenomeni di *slaking* sono messi in luce dalle dominanti figure pedologiche tessiturali con argille pulverulente. Rivestimenti e riempimenti di questo tipo occupano infatti il 60-70% della porosità, concentrandosi soprattutto in cavità intrapedali e nei vuoti planari. Si tratta di rivestimenti non laminati contenenti particelle puntiformi nerastre di dimensioni inferiori ai 10µm e con strie di estinzione ampie (Fig. 3.8c, d, e).

### 3.1.3 Interpretazione

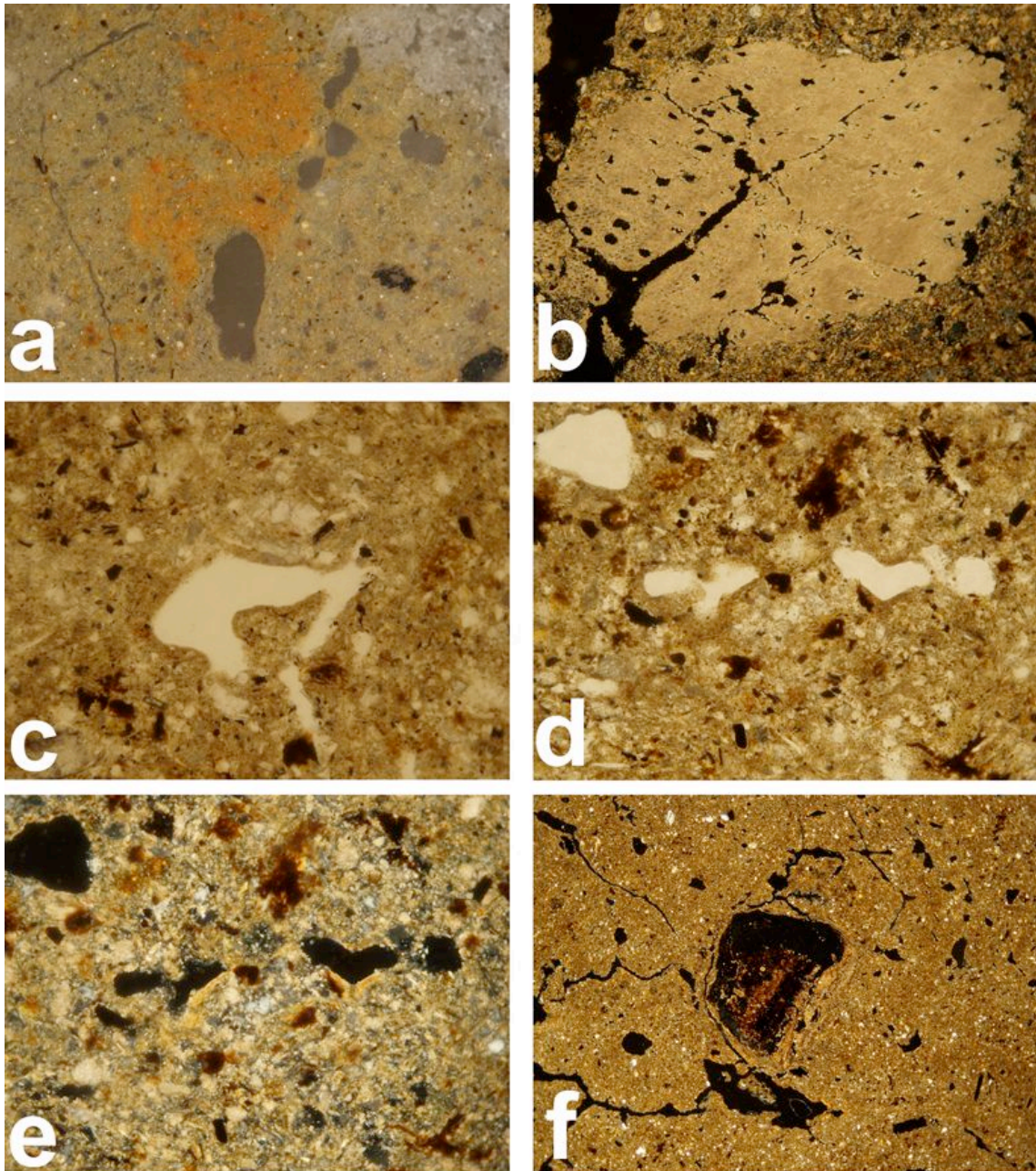
La sequenza di Taneto / S. Ilario d'Enza consiste in una serie di depositi di *overbank* che vanno a sovrapporsi al suolo del pieno Neolitico formatosi in testa al conoide tardo-Pleistocenico dell'Enza. Questo suolo è l'esito di una fase di stabilità geomorfologica che dal periodo post-glaciale giunge fino al periodo Atlantico. Esso si correla dunque con gli Alfisuoli rubefatti o *Sols bruns fersiallitiques* (Cremaschi 1979) formati sulle superfici dei conoidi ghiaiosi tardo-Pleistocenici del margine appenninico (v. Cap. 1.2). I processi pedogenetici che caratterizzano il suolo neolitico di Taneto / S. Ilario d'Enza sono la decarbonatazione, i processi di tipo vertico l'incipiente ri-organizzazione delle argille (b-fabric striata incrociata - v. Bullock, Murphy 1979). L'impatto antropico causa principalmente l'arricchimento in materia organica (in particolare carboni e materiale vegetale parzialmente combusto finemente frammentati e dispersi uniformemente nel suolo) e fenomeni di micro-erosione superficiale o *slaking*. Questi ultimi indicano che il suolo fu denudato della copertura vegetale da parte delle comunità neolitiche.

La deposizione delle facies di *overbank* nella sequenza in esame in un momento successivo al pieno Neolitico indica la ri-attivazione della sedimentazione al margine distale del conoide dell'Enza, con deposizione di facies di piana alluvionale, dopo il periodo di quiescenza geomorfologica rappresentato dalla pedogenesi post-glaciale ed atlantica. È importante sottolineare come questa ri-attivazione della sedimentazione con caratteri di piana alluvionale coincida con il passaggio tra le cronozone Atlantica e Sub-boreale, alla fine dell'Optimum climatico olocenico (v. Cap. 1.3). Questa parte della sequenza è caratterizzata dalla sovrapposizione di più depositi a gradazione normale culminanti in orizzonti pedogenetici di superficie debolmente sviluppati. In particolare in tali suoli la decarbonatazione è incipiente o assente, come evidenziato

sia dalle calcimetrie che dalle analisi micromorfologiche. Le tracce di deforestazione mediante incendio (chiazze di terreno scottato e carboni, ceppaie) sono state esposte durante lo scavo sia nel suolo del tardo Neolitico / primo Eneolitico (orizzonte 5Ab) sia nel suolo pienamente eneolitico (orizzonte 3Ab). In sezione sottile quest'ultimo contiene abbondanti carboni, sedimenti scottati ed aggregati di cenere oltre a frequenti figure pedologiche tessiturali con argille pulverulente che rimandano ad un forte disturbo della superficie del suolo. Esse sono espresse in maniera più marcata rispetto al suolo sepolto del Neolitico medio (orizzonte 7ABb), anche se il suolo eneolitico, carbonatico ed esposto per un tempo minore, dovrebbe in realtà essere stato più resistente ai fenomeni di erosione superficiale e slaking (v. Jongerius 1970, 1983; Mùcher, DePloey 1981; Limbrey 1992). Pur in assenza di tracce macroscopiche di lavorazione del terreno, le tracce di forte slaking superficiale e la presenza gli inclusi antropici (escrementi combusti, sferuliti fecali, frammenti di ceramica, ossi) potrebbero indicare che la deforestazione mediante incendio fosse seguita dalla messa a coltura del suolo. Essa poteva accompagnarsi a pratiche di concimazione con rifiuti domestici (v. Bakels 1997; Goldberg, Macphail 2006), oppure essere svolta di preferenza nelle aree di accumulo di immondizia (midden cultivation– v. Cap. 1.5 ed il caso del sito di Provezza in Mazzoni et al. 2010).



**Fig. 3.7** Orizzonte 7ABb, suolo del Neolitico medio: **(a)** Bionodulo di calcite con contorni usurati indice di decarbonatazione dell'orizzonte. XPL 100x, lato lungo immagine pari a 1 mm. **(b)** Carboni finemente frammentati dispersi nella massa di fondo. OIL 100x, lato lungo immagine pari a 1 mm. **(c)** Carbone di caducifoglie grossolano. PPL 40x, lato lungo immagine pari a 2.2 mm. **(d)** Rivestimento di argilla pulverulenta all'interno di una cavità. Si noti la presenza di carboni anche nella massa di fondo circostante. PPL 100x, lato lungo immagine pari a 1mm. **(e); (f)** Rivestimento di argilla pulverulenta all'interno di un canale. PPL ed XPL 100x, lato lungo immagine pari a 1 mm.



**Fig. 3.8** Orizzonte 3Ab (US 2), suolo eneolitico: **(a)** Frammento di terreno scottato in condizioni ossidanti. OIL 100x, lato lungo immagine pari a 1 mm. **(b)** Aggregato di cenere con morfologia dell'originario legno di caducifoglie. XPL 100x, lato lungo immagine pari a 1 mm. **(c)** Sottile rivestimento argilloso pulverulento all'interno di una cavità. PPL 200x, lato lungo immagine pari a 0.5 mm. **(d); (e)** Rivestimenti di argilla pulverulenta all'interno di cavità. PPL e XPL 100x, lato lungo immagine pari a 1mm. **(f)** Frammento di escremento combusto. XPL 25x, lato lungo immagine pari a 4.5 mm.

## 3.2 Botteghino di Marano (PR) – Via F. da Mareto “Stabilimento Parmacotto”

### 3.2.1 Introduzione

Il sito si trova 5 km a SE di Parma, circa 2.5 km ad Est dell'attuale corso del torrente Parma, nella porzione distale del conoide<sup>6</sup>. L'area di scavo è non lontana dal sito del Neolitico recente già scavato tra il 2003 ed il 2004 (Mazzieri, Dal Santo 2007), in un'ampia area di urbanizzazione che ha restituito evidenze archeologiche che vanno dall'età Romana al Neolitico medio.

La sequenza è stata analizzata in tre profili all'interno dell'area di scavo (v. Fig. 3.9; 3.10; 3.11). Trovandosi la località assai più a ridosso dei conoidi rispetto, ad esempio, al sito di Taneto/S. Ilario d'Enza, lo spessore dei depositi di piana alluvionale è assai ridotto e le ghiaie del Pleistocene superiore affiorano a 1-1.3 m di profondità.

Alla base del profilo 1 vi sono infatti le ghiaie del conoide tardo-Pleistocenico (5C), al di sopra delle quali insiste un lembo residuo del *Sol brun fersiallitique* (o *Haploxeralf* secondo la Soil Taxonomy; v. Cremaschi 1979 e Cap. 1.2) (5Btb). Al di sopra di esso, a 120 cm di profondità, poggia un ulteriore suolo sepolto (4ABb) il quale ha restituito materiali del Neolitico medio (cultura dei Vasi a Bocca Quadrata), coperto da depositi alluvionali (3Cg). Su questi ultimi, ad una profondità di 60 cm, si è formato un suolo sepolto che ha restituito rari frammenti ceramici ascrivibili all'Eneolitico (3ABb1; 3ABb2). Una volta esposto in piano, tale suolo recava delle chiazze interpretate, sulla base delle analisi effettuate (v. *infra*), come cavità di sradicamento con successiva combustione della ceppaia. Esse hanno forma irregolarmente tondeggianti, mentre altre tendono al rettangolare giungendo fino a 15 m<sup>2</sup> di superficie. Alcuni saggi di scavo praticati al loro interno ne hanno rivelato uno spessore decimetrico. Tipicamente le chiazze sono contornate da un alone di terreno bruno scuro/nerastro, mentre al loro interno prevale del terreno rossastro che appare talora suddiviso in frammenti angolari (Fig. 3.11; 3.12; 3.13). Procedendo verso l'alto, si incontra un ulteriore suolo debolmente evoluto privo di materiali archeologici (2Ab) subito al di sotto dell'orizzonte arativo attuale (Ap).

Nel profilo 2, la sequenza appare maggiormente compressa rispetto al profilo 1 a causa della locale risalita delle ghiaie del conoide (4C), al di sopra delle quali si

---

<sup>6</sup> Scavi a cura della dott.ssa C. Anghinetti, Abacus, Parma.

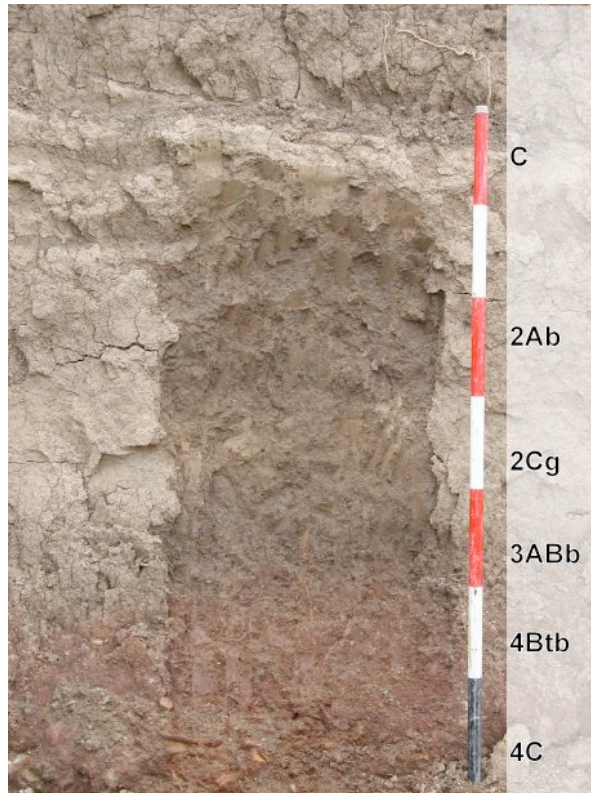
conserva un lembo di circa 25 cm di spessore del *Sol brun fersiallitique* (4Btb). In questo profilo il suolo Eneolitico ed il suolo del Neolitico medio sono saldati in un unico orizzonte (3ABb), coperto da un deposito alluvionale idromorfo (2Cg), sul quale si è formato il suolo di età non determinata 2Ab (qui più spesso - ca. 40 cm - rispetto al medesimo orizzonte nel profilo 1). Esso è coperto a sua volta da un deposito alluvionale non alterato (orizzonte C), mentre l'orizzonte arativo moderno è qui mancante in quanto già rimosso durante lo scavo archeologico. Il profilo 3 reca alla base le ghiaie del conoide (3C), al di sopra delle quali vi è un lembo residuo di *Sol brun fersiallitique* (3Btb), coperto a sua volta da un deposito alluvionale (2Cg). Il suolo eneolitico formatosi al tetto di tale deposito (orizzonte 2ABb), porta in testa una delle cavità di sradicamento sopra descritte. La sezione del profilo 3 ha permesso di evidenziarne le differenti colorazioni del margine e della parte centrale.

### 3.2.2 Risultati

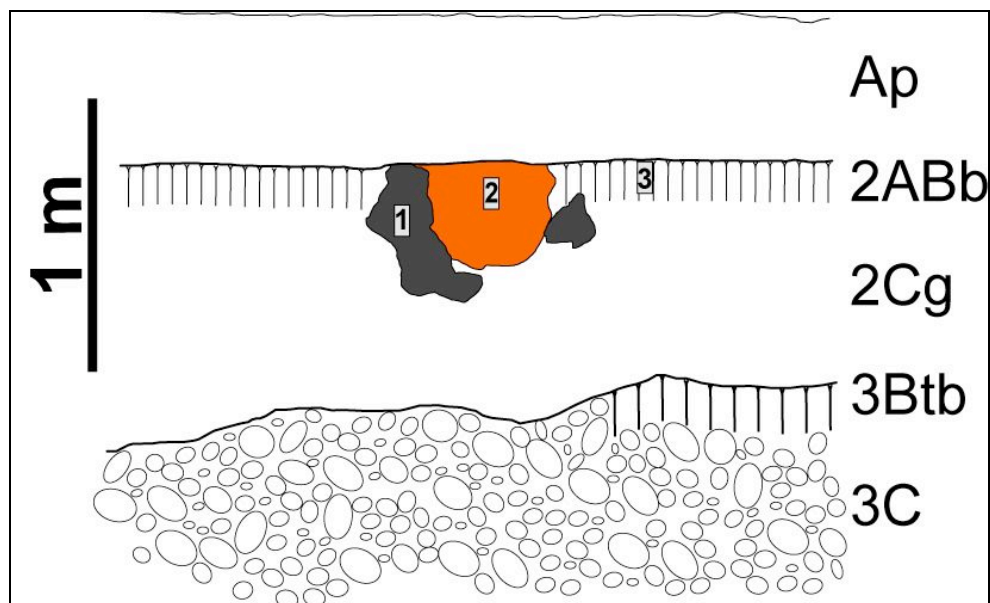
La descrizione da campo del profilo 1, il quale contiene tutti i termini della sequenza del sito, è presentata in Appendice I, mentre i risultati delle analisi chimico-fisiche dei profili 1 e 2 (tessitura, contenuto di sostanza organica, carbonati, pH) sono riportati in Appendice II. I risultati dell'analisi delle sezioni sottili dal profilo 1 (orizzonti 3ABb1; 3ABb2), profilo 2 (orizzonte 3ABb) e dal profilo 3 (sezioni sottili 1 – suolo adiacente alla cavità di sradicamento; 2 – margine della cavità; 3 – parte centrale del riempimento della cavità) sono presentati in Appendice III.



**Fig. 3.9** Botteghino (PR), profilo 1.



*Fig. 3.10 Botteghino (PR), profilo 2.*



*Fig. 3.11 Botteghino (PR), profilo 3 con la cavità di sradicamento e successiva combustione dell'apparato radicale ascrivibile all'Eneolitico. I rettangoli numerati si riferiscono alle sezioni sottili discusse nel paragrafo 3.2.2.2.*

### **3.2.2.1 Analisi chimico-fisiche**

L'orizzonte 5Btb del profilo 1 appartiene come visto ad un originario suolo bruno fersiallitico. Questo suolo appare eroso e la frequentazione del Neolitico medio si

imposta direttamente al di sopra di esso, dando luogo ad un orizzonte superficiale o epipedon antropico (*sensu* Cremaschi 1987) di 10-12 cm di spessore, denominato 4ABb. Quest'ultimo ha una tessitura franco-limo-argillosa, è quasi completamente decarbonatato (tenore di carbonati 7.3%, da imputarsi in gran parte a ricarbonatazione) ed è caratterizzato da un lieve aumento del contenuto di sostanza organica (10.24 g/Kg) rispetto ai depositi alluvionali che lo coprono (v. Fig. 3.14).

La ripresa della sedimentazione al di sopra del conoide vede la deposizione di sedimenti prevalentemente limo-argillosi di facies di *overbank*, al di sopra dei quali si imposta il suolo frequentato nell'Eneolitico. Quest'ultimo è in realtà composto da due orizzonti sovrapposti (*welded palaeosols* – v. Schaetzl, Anderson 2005). Il primo, più in basso (orizzonte 3ABb2) è caratterizzato da una tessitura argilloso-limoso/franco-limo-argillosa, da un marcato incremento del contenuto di sostanza organica (13.65 g/Kg) ed è decarbonatato (tenore in carbonati 7.8%). Esso è dunque un suolo moderatamente evoluto, come anche evidenziato dalle analisi micromorfologiche (v. *infra*). Il suolo superiore, (orizzonte 3ABb1) è leggermente più ricco in sabbie (tessitura franco-limo-argillosa) ed è caratterizzato, oltre che dalla struttura poliedrica e dal colore scuro che lo rendono discernibile sul terreno, solo da un modesto decremento dei carbonati (31.5% rispetto a 43.9% dell'orizzonte soprastante 2C). La sequenza si chiude verso l'alto con la deposizione di ulteriori facies di *overbank*, ricche in carbonati, al di sopra delle quali si forma un terzo suolo debolmente sviluppato, orizzonte 2Ab. Esso è denunciato sul terreno da modeste concentrazioni di gasteropodi, dalla debole aggregazione prismatica grossolana e dal colore più scuro rispetto ai depositi al quale è intercalato. Tale suolo non è messo in evidenza da particolari variazioni dei parametri misurati mediante analisi di laboratorio e come visto non è datato. La sequenza si chiude con l'arativo attuale, a tessitura franco-limoso argillosa e moderatamente calcareo (19.6%), parzialmente troncato dallo sbancamento per lo scavo archeologico.

Anche nel profilo 2 la base della sequenza è costituita da un lembo del suolo bruno fersiallitico formatosi al di sopra delle ghiaie del conoide tardo-pleistocenico (orizzonte 4Btb). La tessitura di questo orizzonte è franco-limo-argillosa ed il contenuto molto basso di carbonati (3.4%) indica l'avvenuta decarbonatazione (v. Fig. 3.15). Nel profilo 2 il suolo eneolitico ed il suolo neolitico di base sono saldati in un unico orizzonte (3ABb) giacente a diretto contatto con il lembo residuo di suolo bruno



fersiallitico alla base della sequenza. L'orizzonte 3ABb è decarbonatato, come dimostra il tenore in carbonati molto basso (4.1%) ed è caratterizzato da un lieve incremento del contenuto di sostanza organica (10.8 g/Kg) rispetto all'orizzonte sottostante. Il tenore di carbonati si mantiene basso anche nell'alluvione che suggella questo suolo (orizzonte 2Cg; facies di *overbank* a tessitura franco-argillosa/franco-limo-argillosa), forse perchè essa rimaneggia sedimenti di suolo già decarbonatati. Al di sopra di questi sedimenti alluvionali si riconosce un suolo non datato poco sviluppato (2Ab), ricco in carbonati (35%) e con un contenuto di sostanza organica in linea con gli strati incassanti (8.59 g/Kg), da correlare all'orizzonte 2Ab nel profilo 1. L'unità alluvionale (orizzonte C) che chiude la sequenza verso l'alto ha tessitura franco-limoso, ed è caratterizzata dalla presenza di noduli carbonatici e da un elevato tenore di carbonati (30%).

In entrambi i profili il pH è basico con variazioni minime.

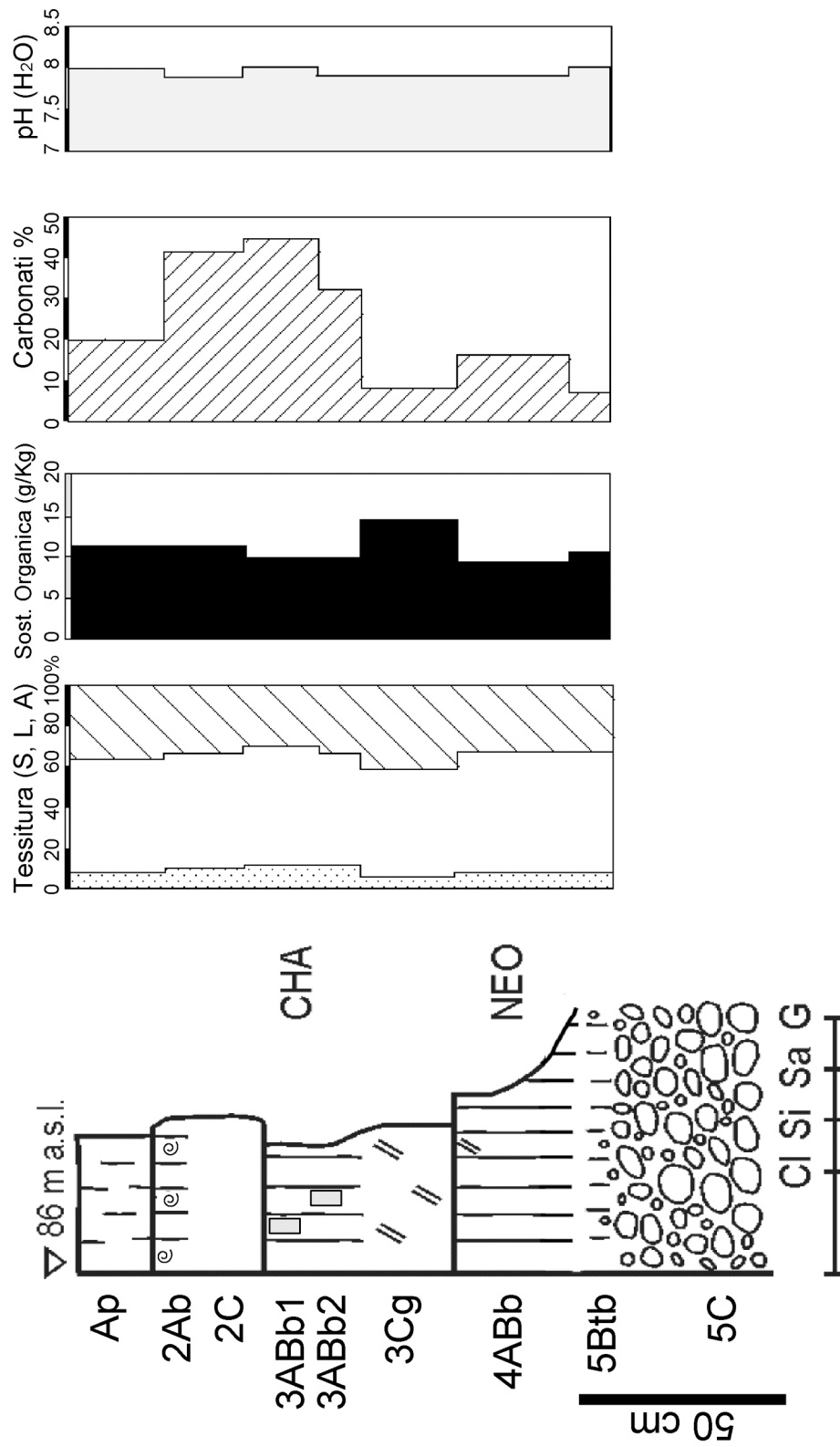


**Fig. 3.12** Botteghino (PR), superficie del suolo eneolitico (orizzonte 2ABb nel profilo 3) vista da NW. Cavità di sradicamento e successivo incendio della ceppaia: si notino la morfologia irregolare e la colorazione bruna del margine e rosso-arancio della parte centrale.



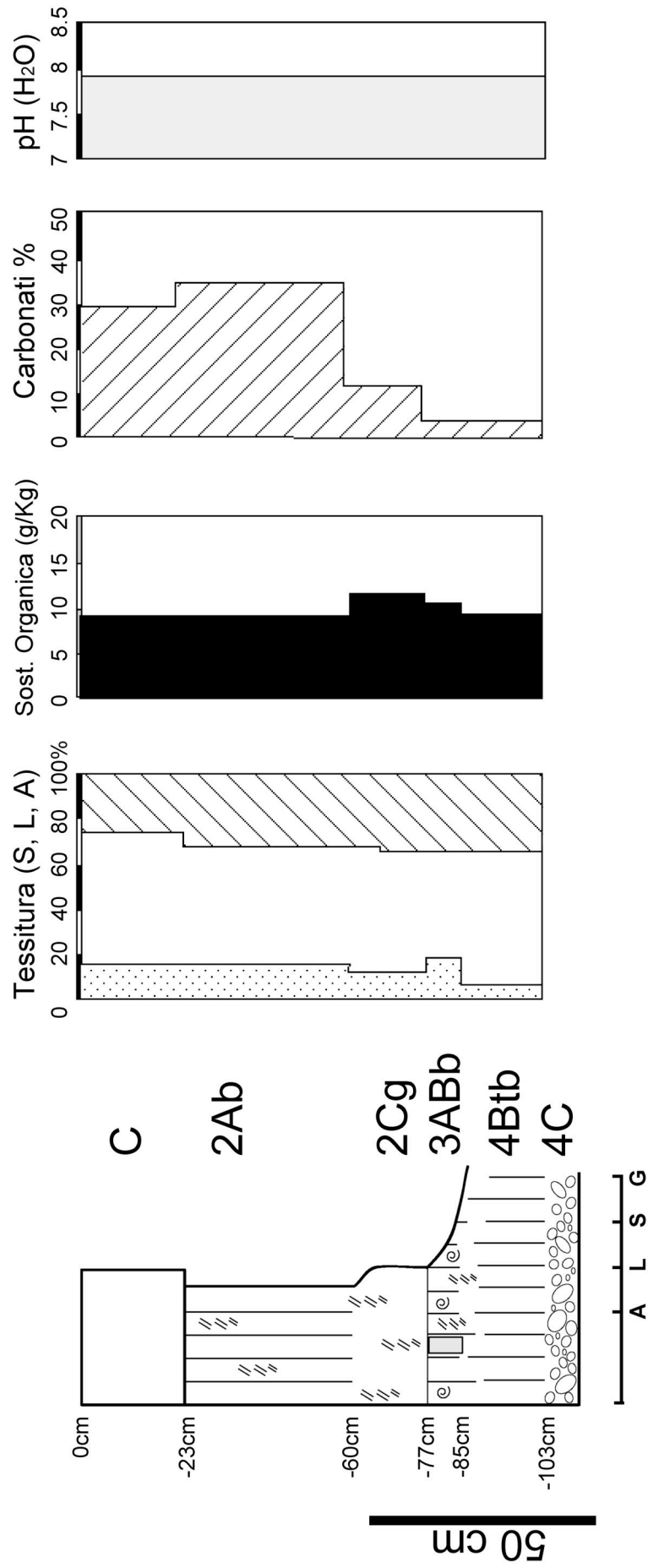
**Fig. 3.13** Botteghino (PR), sezione attraverso una cavità di sradicamento. Si notino la colorazione bruno-nerastra del margine e rosso-arancio del riempimento, composto da numerosi frammenti di terreno scottato.

**Botteghino (Marano, PR)**  
**Via F. Da Mareto; Stabilim. Parmacotto**  
*Profilo 1*



*Fig. 3.14 Botteghino (PR) – Profilo 1 con indicati i risultati delle analisi chimico-fisiche.*

**Botteghino (Marano, PR)**  
**Via F. Da Mareto; Stabilim. Parmacotto**  
**Profilo 2**



*Fig. 3.15 Botteghino (PR) – Profilo 2 con indicati i risultati delle analisi chimico-fisiche.*

### 3.2.2.2 Analisi micromorfologiche

#### **Profilo 1 - Orizzonti 3ABb1 e 3ABb2 (suoli eneolitici sovrapposti)**

L'orizzonte 3ABb1 ha un grado minimo di decarbonatazione. In esso si sono infatti conservati sia i granuli di calcite detritica che compongono la frazione grossolana, sia frammenti di gusci di gasteropodi e bionoduli di calcite. In più, verso l'alto dell'orizzonte, sono ancora presenti aree nelle quali la massa di fondo è carbonatica, come testimoniano domini con b-fabric cristallitica. Gli iporivestimenti di calcite micritica sono di neoformazione e contribuiscono anch'essi al tenore elevato di carbonati nell'orizzonte rivelato dalle analisi di laboratorio (31.5%). Un minore grado di alterazione rispetto agli altri orizzonti esaminati è anche testimoniato dal colore della massa di fondo, la quale non mostra tracce di rubefazione.

All'interno dell'orizzonte vi sono moderate quantità (5-7.5%) di frammenti di carbone e di materiale vegetale parzialmente combusto, dispersi nella massa di fondo. Sono inoltre stati osservati numerosi fitoliti (circa il 2% del campo visivo a 200 ingrandimenti) non articolati e con morfologia allungata (Fig. 3.16c). Le figure pedologiche tessiturali consistono in rivestimenti di argille pulverulente (Fig. 3.16d), in rarissimi casi contenti anche granuli di limo, dunque qualificandosi come rivestimenti di argilla e limo (*clay and silt coatings*, Stoops 2003). Questi sono ulteriori indicatori di micro-erosione e slaking della superficie del suolo da parte degli agenti atmosferici (ad es. durante piogge particolarmente intense su suoli privi di vegetazione – v. Kuhn et al. 2010).

L'orizzonte 3ABb2 spicca primariamente per il suo grado di alterazione, simile a quello dell'orizzonte 3ABb alla base del profilo 2. Come in tale orizzonte la decarbonatazione è anche qui completa: non vi sono né gusci di gasteropodi o bionoduli né carbonati nella frazione grossolana minerale. Il contenuto di carbonati rivelato dalle analisi chimico-fisiche (7.8%) è da imputarsi esclusivamente a neoformazioni quali iporivestimenti e noduli di calcite. Ulteriore indizio di un moderato grado di evoluzione è il colore leggermente rubefatto della massa di fondo, anch'esso simile a quello dell'orizzonte 3ABb nel profilo 2.

In questo orizzonte il contenuto di argilla è il più alto tra quelli misurati lungo la sequenza (40.6%). In sezione sottile sono presenti alcuni caratteri legati a fenomeni vertici, quali la b-fabric striata incrociata con grano- e poro-striature e la

microstruttura poliedrica angolare fortemente separata (v. Kovda, Mermut 2010; Nettleton, Sleeman 1985), con micro-aggregati organizzati a loro volta in peds di grosse dimensioni (4-5 cm lungo l'asse maggiore). La tessitura più fine dell'orizzonte è anche alla base delle figure da idromorfia osservate sia in sezione sottile (rivestimenti di Fe/Mn) che sul campo (screziature di Fe).

I carboni ed il materiale vegetale combusto parzialmente sono frequenti (5-7.5% del campo visivo a 200 ingrandimenti) ma, a differenza dell'orizzonte 3ABb1, i fitoliti sono qui rarissimi (Fig. 3.16e). Presenti anche se poco frequenti sono anche le figure tessiturali con argille pulverulente (rivestimenti all'interno di canali), le quali testimoniano comunque condizioni di denudamento della superficie del suolo (Fig. 3.16f).

### **Profilo 2 - Orizzonte 3ABb (suolo neo-eneolitico)**

Le caratteristiche micromorfologiche evidenziano principalmente il moderato grado di evoluzione di questo orizzonte che supporta sia la frequentazione del Neolitico che dell'Eneolitico. Indicatori dell'evoluzione sono la microstruttura fortemente separata, la decarbonatazione della massa di fondo ed il suo colore rossastro, ad indicare un'incipiente rubefazione dell'orizzonte. La b-fabric, di tipo maculato a puntini (Fig. 3.16a), è un indice dell'incipiente ri-organizzazione delle argille in un orizzonte moderatamente sviluppato (Bullock, Murphy 1979) e ben si inquadra con le evidenze appena menzionate. L'orizzonte appare inoltre ri-carbonatato, come testimoniano i comuni iporivestimenti e riempimenti di calcite. Queste figure pedologiche, assieme a scarse quantità di calcite detritica nella frazione grossolana, giustificano la debole presenza di carbonati (3.7%) messa in evidenza dalle analisi chimico-fisiche.

Per quanto riguarda le tracce dell'impatto antropico neolitico ed eneolitico, va sottolineata la presenza di materiale vegetale combusto parzialmente e di carboni, entrambi finemente suddivisi (20-30 $\mu$ m) e dispersi nella massa di fondo. Ad essi si associano rarissimi frammenti di terreno scottato a contorni smussati osservati nella parte inferiore della sezione sottile. I sottili (15-25 $\mu$ m di spessore) rivestimenti di argilla pulverulenta, presenti in canali, cavità e vuoti planari indicano condizioni di disturbo ed esposizione della superficie del suolo (Fig. 3.16b). Tali figure pedologiche tessiturali sono presenti nel 10-20% dei pori, e sono dunque ben attestate nel campione.

### **Profilo 3 – Cavità di sradicamento eneolitica e suolo adiacente**

#### *Suolo eneolitico (Sezione sottile 3; Orizzonte 2Ab)*

Questo orizzonte è quasi completamente decarbonatato, ed in maniera simile all'orizzonte 3ABb1 del suolo eneolitico del profilo 1 presenta aree non decarbonatate con b-fabric cristallitica nella parte superiore. Nonostante la prossimità con la cavità di sradicamento (e successiva combustione), non sono presenti carboni grossolani, mentre carboni e materiale vegetale combusto parzialmente di piccole dimensioni (<100µm) ammontano al 5% circa del campo visivo a 100 ingrandimenti. Sono presenti inoltre rarissimi fitoliti allungati e non articolati, altra caratteristica rilevata nel suolo eneolitico 3ABb1 nel profilo 1. Sono frequenti i frammenti rimaneggiati di terreno scottato, il cui colore in PPL ed OIL indica diversi gradi di esposizione al calore in condizioni sia riducenti che ossidanti. Questi frammenti sono generalmente arrotondati ed hanno dimensioni delle sabbie medie, grossolane e dei granuli. Il rimaneggiamento degli orizzonti pedogenetici sottostanti è testimoniato dalla presenza di pedorelitti di orizzonte Bt "strappati" durante lo sradicamento della pianta dal *Sol brun fersiallitique* tronco sottostante (orizzonte 3Btb – Fig. 3.17b). Tali pedorelitti potrebbero essere stati riesumati da radici che si spingevano più in profondità rispetto alle cavità di sradicamento, o derivare da tratti dove esse intercettavano il *Sol brun fersiallitique* in risalita. Le figure pedologiche sono legate a processi di ossidoriduzione (noduli ed iporivestimenti di Fe/Mn) ed alla precipitazione di calcite sotto forma di iporivestimenti e riempimenti di micrite spesso associata a sparite. Non sono stati osservati rivestimenti di argille pulverulente nei pori, ma vi sono riempimenti densi e completi ed intercalazioni di argille impure e pulverulente, spesso in associazione a frammenti di terreno scottato. In questa sezione sottile il disturbo del suolo legato alla prossimità di una cavità di sradicamento è testimoniato dai frammenti rimaneggiati di suolo scottato (Fig. 3.17a), dai pedorelitti derivanti dagli orizzonti Bt sottostanti e dall'infiltrazione di sedimenti fini e particelle organiche dilavate dalla superficie.

#### *Riempimento della cavità di sradicamento (Sezione sottile 3)*

La parte centrale della cavità di sradicamento è composta da una mistura di aggregati di terreno rubefatto per scottatura (circa il 70% del campione) circondati da argille carbonatiche dilavate nello spazio inter-granulare (v. Fig. 3.17c, d). Gli aggregati sono

grumi ed occasionali poliedri sub-angolari di dimensioni comprese tra i 2 mm ed i 20-25 mm. La rubefazione è evidente per il loro colore arancio/rossastro ben visibile in OIL, mentre a nichols incrociati gli aggregati risultano isottici. Come detto lo spazio tra gli aggregati è stato riempito da argille carbonatiche contenenti materia organica puntiforme (e carboni?) sotto i 15 $\mu$ m e caratterizzate da frequenti figure da idromorfia quali noduli ed iporivestimenti di Fe/Mn. La caratteristica più interessante di questa sezione sottile è la sovrapposizione o la giustapposizione di numerosissime figure pedologiche legate a più fasi di illuviazione di argilla e di precipitazione di carbonati. Le prime figure in ordine di formazione sono dei ricoprimenti e rivestimenti di argilla impura di colore marrone molto scuro (PPL) osservati al di sopra o all'interno di aggregati (Fig. 3.17c, d). Successivamente tra di essi ha luogo il dilavamento (*inwash*) di argille carbonatiche. Questo processo ha dato luogo alla formazione di rivestimenti argillosi microlaminati lungo i margini esterni degli aggregati, allontanandosi dai quali i rivestimenti perdono gradualmente di definizione. In seguito si assiste alla precipitazione di carbonati sotto forma di riempimenti micritici nella matrice dilavata e di iporivestimenti e riempimenti densi incompleti di micrite all'interno degli aggregati combusti. La dissoluzione parziale di queste figure pedologiche precede la formazione dell'ultima generazione di figure tessiturali (Fig. 3.17e). Essa è composta da rivestimenti e riempimenti di argilla limpida ben orientata (microlaminata e con strie di estinzione nette) osservati sia nella matrice dilavata inter-granulare che all'interno degli aggregati combusti (Fig. 3.17f).

#### *Margine della cavità di sradicamento (Sezione sottile 1)*

Anche il margine della cavità è composto da aggregati poliedrici di terreno combusto con argille carbonatiche dilavate nello spazio tra aggregati. Questi ultimi appaiono combusti in condizioni riducenti, come rivelano il colore marrone scuro a nichols paralleli e la b-fabric maculata a puntini. Anche in questo campione vi sono rarissimi frammenti di carbone finemente frammentati.

Più generazioni di figure pedologiche sovrapposte caratterizzano anche il margine della cavità di sradicamento. Rivestimenti e ricoprimenti di argille impure (marrone molto scuro in PPL) e rivestimenti di materia organica precedono il dilavamento delle argille carbonatiche tra gli aggregati (3.17c, d). Successivamente, si sono formati iporivestimenti e riempimenti di micrite nella matrice dilavata e figure da ossido-riduzione (rivestimenti di Fe/Mn, sostituzione della materia organica da parte del Fe,



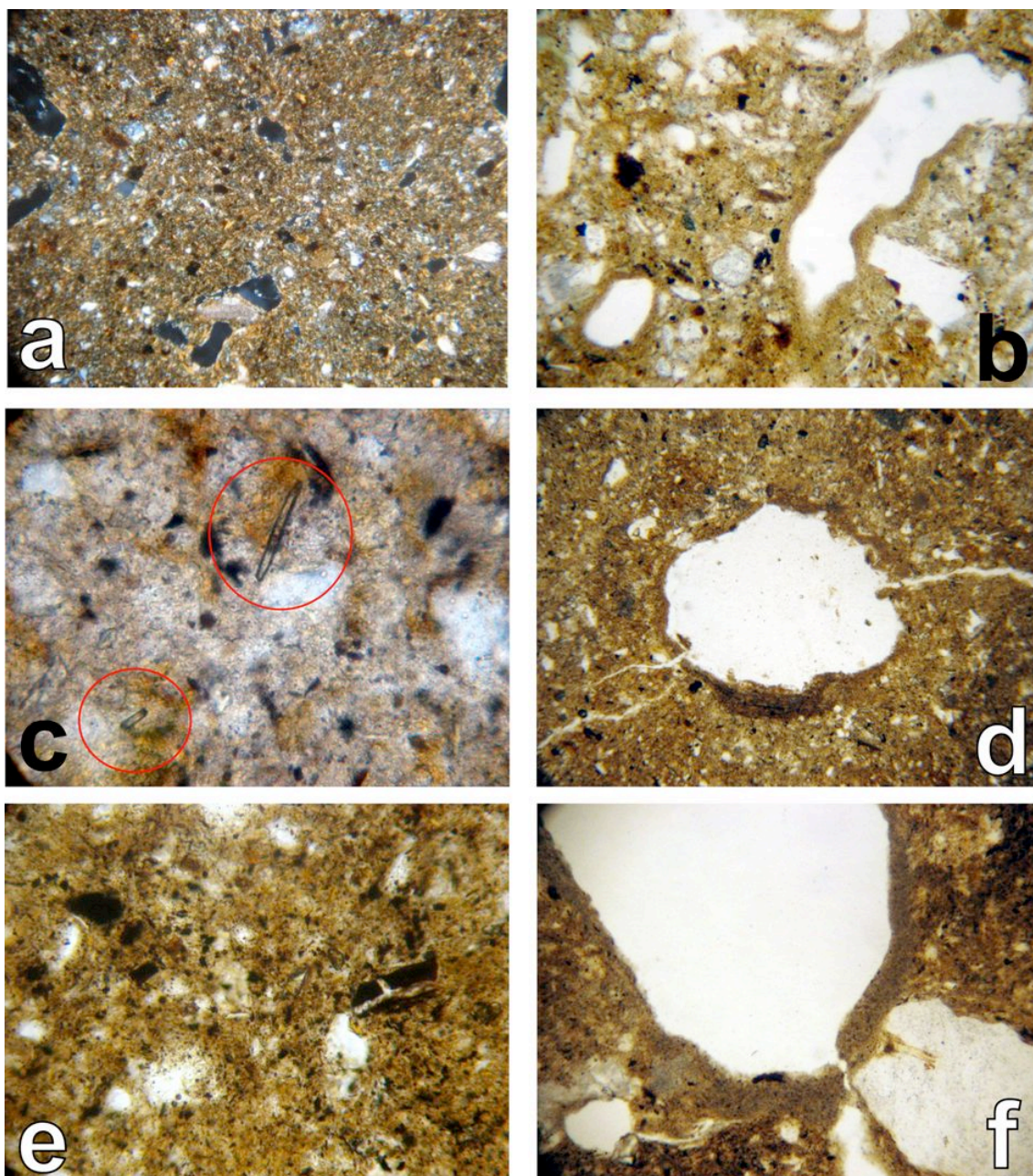
noduli ad aggregati di Fe/Mn). Queste ultime sono particolarmente espresse, probabilmente a causa del maggiore contenuto di sostanza organica del margine del riempimento.

### 3.2.3 Interpretazione

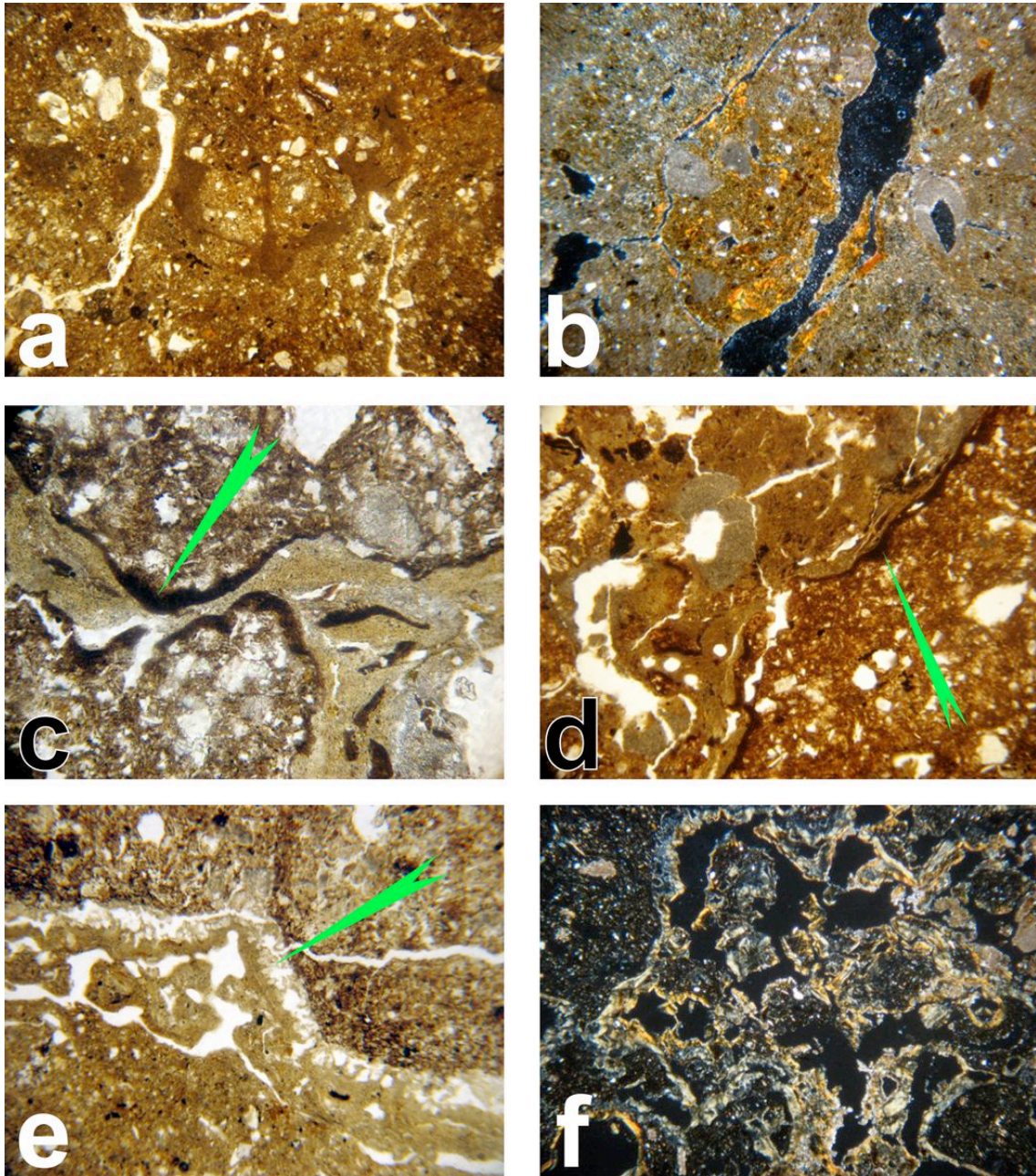
La posizione più prossima all'apice del conoide del sito di Botteghino rispetto alla sequenza esposta a Taneto / S. Ilario d'Enza (v. Cap. 3.1) si riflette nella minore potenza della serie pedo-stratigrafica e nella presenza di suoli sepolti saldati. Alla base della sequenza, al di sopra delle ghiaie tardo-Pleistoceniche del conoide, il lembo eroso del *sol brun fersiallitique* (Cremaschi 1979) è frequentato nel Neolitico medio. Questo è stato analizzato nel solo profilo 2, dove tuttavia i suoli del Neolitico medio e dell'Eneolitico risultano saldati (*welded paleosols*; v. Schaetzl, Anderson 2005) implicando che le tracce dell'impatto antropico dei due periodi sono sovrapposte ed inscindibili. La presenza di inclusi derivanti da combustione, unitamente alle tracce di slaking sulla superficie del suolo suggeriscono che probabilmente sia nel Neolitico che nell'Eneolitico esso è stato oggetto di pratiche di disboscamento mediante incendio.

La frequentazione eneolitica è caratterizzata soprattutto dalle tracce macroscopiche di vera e propria aggressione alla copertura vegetale, che ha riguardato piante con apparati radicali imponenti e dunque di grosse dimensioni. Una serie ben definita di tratti micromorfologici caratterizza la cavità di sradicamento ed il suolo ad essa adiacente, con precisa corrispondenza con quanto riportato in letteratura da contesti simili (v. Cap. 1.5). Innanzitutto, forte disgregazione e rimescolamento del terreno hanno avuto luogo a causa dello sradicamento delle piante. Questi fenomeni sono leggibili nella significativa presenza di aggregati combusti (dominanti nel margine e nel riempimento della cavità) e di pedorelitti strappati dal *Sol brun fersiallitique* sottostante (osservati nel suolo adiacente la cavità). La successiva combustione delle radici e delle parti della pianta non ritenute necessarie hanno fatto sì che il terreno agganciato all'apparato radicale bruciasse in atmosfera ossidante (colore rosso-arancio), ricadendo poi in frammenti angolari all'interno della cavità residua. La morfologia angolare dei frammenti di terreno scottato potrebbe derivare dall'esplosione di materiale di suolo leggermente umido durante la combustione (v. analisi dei resti bruciati della palizzata lignea nel settore Sud del villaggio piccolo di S. Rosa di Poviglio in Cremaschi et al. 2004).

Il terreno compresso contro il margine della cavità è stato invece combusto in condizioni riducenti (colore marrone molto scuro). Questa parte della cavità è inoltre più ricca in sostanza organica in quanto gli originari orizzonti O ed A del suolo alla base della pianta vennero “intrappolati” al margine della cavità durante la caduta del fusto (v. i modelli di Langohr 1993; Schaetzl et al. 1989; Goldberg, Macphail 2006). Le condizioni differenziali di combustione ed i diversi contenuti in sostanza organica hanno dunque dato luogo alle differenti colorazioni del margine e del riempimento della cavità. La sovrapposizione di numerose figure pedologiche tessiturali, ed il dilavamento di sedimenti fini tra gli aggregati combusti, sono un ulteriore indizio della forte disgregazione del terreno in corrispondenza della cavità, disgregazione che ha favorito processi di slaking. La dispersione delle argille potrebbe anche essere stata favorita dalla presenza di cenere nel terreno (fenomeno detto *ash-induced dispersion*; v. Courty et al. 1989), poi dissolta. Il *modus operandi* osservato a Botteghino (ed anche a Taneto / S. Ilario d’Enza anche se lì ha probabilmente riguardato piante di piccole dimensioni) prevede dunque lo sradicamento della pianta e la sua successiva combustione a terra, ivi compresa la ceppaia, mentre nella concavità residua vengono alloggiati i prodotti di combustione. La morfologia irregolare delle cavità di sradicamento è ampiamente documentata nella letteratura che tratta della caduta di piante in condizioni naturali (v. Cap. 1.5). Successivamente allo sradicamento e alla combustione degli alberi, la presenza di carboni fini ed i fitoliti nei suoli eneolitici potrebbe indicare pratiche di gestione del suolo basate sull’incendio di piante erbacee (debbio o secondary clearance), tenuto anche conto dell’assenza di carboni di legna di grosse dimensioni.



**Fig. 3.16** Bottegghino (PR): **(a)** Profilo 2, orizzonte 4ABb (suolo del Neolitico medio saldato al suolo eneolitico). Massa di fondo decarbonatata con b-fabric maculata a puntini. XPL 40x, lato lungo immagine pari a 2.2 mm. **(b)** Profilo 2, orizzonte 4ABb (suolo del Neolitico medio saldato al suolo eneolitico). Rivestimenti di argille pulverulente, esito del disturbo della superficie. PPL, 100x, lato lungo immagine pari a 1 mm. **(c)** Profilo 1, orizzonte 3ABb1 (suolo eneolitico). Fitoliti (cerchiati). PPL, 400x, lato lungo immagine pari a 0.2 mm. **(d)** Profilo 1, orizzonte 3ABb1 (suolo eneolitico). Rivestimento di argilla pulverulenta. PPL 40x, lato lungo immagine pari a 2.2 mm. **(e)** Profilo 1, orizzonte 3ABb2 (suolo eneolitico). Carboni e materiale vegetale combusto parzialmente dispersi nella massa di fondo. PPL, 200x, lato lungo immagine pari a 0.5 mm. **(f)** Profilo 1, orizzonte 3ABb2 (suolo eneolitico). Rivestimento di argilla pulverulenta. PPL, 100x, lato lungo immagine pari a 1 mm.



**Fig. 3.17** Bottegghino (PR): **(a)** Suolo eneolitico adiacente alla cavità di sradicamento (Sezione sottile 3; orizzonte 2ABb nel profilo 3). Riempimenti densi completi ed intercalazioni di argilla, indicatori del disturbo della superficie (micro-erosione e slaking), conseguente alla rimozione della copertura vegetale. PPL 20x, lato lungo immagine pari a 4.5 mm. **(b)** Suolo eneolitico adiacente alla cavità di sradicamento (Sezione sottile 3; orizzonte 2ABb nel profilo 3). Pedorelitta di orizzonte Bt derivante dal sol brun fersiallitique sottostante (orizzonte 3Btb), rimaneggiato durante lo sradicamento. XPL 20x, lato lungo immagine pari a 4.5 mm. **(c)** e **(d)** Margine della cavità di sradicamento (Sezione sottile 1 nel profilo 3). Ricoprimenti di argilla impura (freccia), ricca in sostanza organica, al di fuori di frammenti di terreno combusti in atmosfera riducente. Si noti la presenza di argille dilavate nello spazio tra i frammenti laddove vi sono successive neoformazioni di micrite. In (c): PPL 100x, lato lungo immagine pari a 4.5mm. In (d): PPL 20x, lato lungo immagine pari a 4.5 mm. **(e)** Riempimento della cavità di sradicamento (Sezione sottile 1 nel profilo 3). Dissoluzione di un rivestimento di sparite formatosi all'esterno di un aggregato di terreno combusti in atmosfera ossidante. PPL, 40x, lato lungo immagine pari a 2.2 mm. **(f)** Riempimento della cavità di sradicamento (Sezione sottile 1 nel profilo 3). All'interno di un frammento di terreno scottato si riconoscono due generazioni di rivestimenti argillosi. La prima è legata al processo di dilavamento di argille (inwash) tra gli aggregati; la seconda è composta da argille limpide ben orientate. XPL 20x, lato lungo immagine pari a 4.5 mm.

### 3.3 Parma, Via A. Guidorossi

#### 3.3.1 Introduzione

Presso Via A. Guidorossi, nella periferia Sud-ovest di Parma, uno scavo di emergenza ha permesso di esplorare un'area di 8000 mq (Bernabò Brea et al. 2010b; Bronzoni, Alfieri 2010; Alfieri et al. 2008). Lo scavo ha esposto una sequenza con una serie di suoli sovrapposti datati tra il Neolitico medio (cultura dei Vasi a Bocca Quadrata) e l'età Romana. In particolare, l'intervento ha messo in luce nove edifici a pianta rettangolare, absidati e molto estesi in lunghezza, delimitati da buche di palo e trincee di fondazione. Tali edifici sono riconducibili a più fasi strutturali sovrapposte e sono associati a materiale della facies eneolitica della ceramica a squame (v. Cap. 1.4). Il sito di Via Guidorossi è situato a brevissima distanza da altri due siti che hanno restituito importanti evidenze abitative del pieno Eneolitico: i cantieri di Via La Spezia (Bernabò Brea et al., in stampa) e del Benefizio (Liseno et al. 2003; Basile et al. in stampa) Nell'area del cantiere "Comparto A3" sono stati rilevati tre profili stratigrafici nel 2008 (Fig. 3.18; 3.19; 3.20), mentre una quarta sequenza è stata rilevata nel c.d. "lotto Tirri – Via Farnese", a Sud-est rispetto ai primi, nel 2010 (Fig. 3.21). Nella prima area è particolarmente evidente la morfologia ondulata, con barre ghiaiose (ad andamento SSW-NNE) rilevate ed aree depresse colmate di limi e sabbie, legata all'ambiente deposizionale a canali *braided* della superficie del conoide del torrente Baganza.

Il profilo 1 (Fig. 3.18) non giunge al tetto delle ghiaie, ed ha alla base un'unità alluvionale (3C) a tessitura franco-limosa al di sopra della quale si identifica un orizzonte di passaggio con debole aggregazione strutturale e concentrazione di gasteropodi (3BC). Al di sopra di questo orizzonte vi è quello che sul terreno appariva come un suolo sepolto di 30 cm circa di spessore (3B2), a colore bruno scuro, il quale corrisponde in realtà ad un orizzonte rimaneggiato meccanicamente da pratiche agrarie in antico (v. *infra*). Tale orizzonte contiene materiali datati in base alla tipocronologia al Neolitico medio (fasi piene della Cultura dei Vasi a Bocca Quadrata – v. datazioni *infra* e Bernabò Brea et al. 2010b). Frequenti aggregati prismatici medi e grossolani caratterizzati da una colorazione più chiara (10YR 5/6 – yellowish brown) risaltano nella matrice bruno scuro (10YR 3/3 dark brown) di questo orizzonte, conferendo ad esso una morfologia "a macchia di leopardo" la cui genesi viene discussa di seguito (v. Fig. 3.22; 3.23).

Due datazioni su ossa umane da tombe scavate in questo suolo hanno restituito le seguenti datazioni (da Bernabò Brea et al. in stampa):

5520 ± 45 y BP; 4460–4320 cal BC (90.8%), 4290–4265 cal BC (4.6%) (LTL4573A)

5488 ± 45 y BP; 4450–4255 cal BC (95.4 %) (LTL4570A).

Poggiante su questo orizzonte vi è il suolo 3B1 (US 518), il quale supporta la frequentazione eneolitica (facies della ceramica a squame) caratterizzata dalla presenza dei numerosi edifici a pianta rettangolare descritti più sopra. Una datazione è disponibile per questo suolo dall'edificio IX (Bronzoni, Alfieri 2010):

4390±40 y BP; 3310-2900 cal BC (95.4%) (Poz-27520)

Una discontinuità erosiva, marcata anche dalla presenza di rare ghiaie arrotondate, separa il suolo eneolitico da un deposito alluvionale (orizzonte C) al di sopra del quale si imposta un secondo suolo debolmente sviluppato con rare strutture (fosse) datate genericamente all'Eneolitico (orizzonte Ab). La sequenza – tronca al livello del tetto del suolo eneolitico Ab al momento del rilievo – era completata verso l'alto da uno strato alluvionale inciso da strutture dell'età del Ferro da un suolo d'età Romana e da un altro deposito alluvionale intaccato dallo strato arativo recente.

Il profilo 2 (Fig. 3.19) ha alla base l'orizzonte 2Btb del *Sol brun fersiallitique*, al di sopra del quale vi è un suolo sepolto di 15cm di spessore (2Ab) con rari gasteropodi che ha restituito scarsi materiali di età eneolitica. Esso è eroso da un deposito alluvionale (orizzonte C) recante in testa un suolo sepolto (orizzonte Ab) con materiali di età Romana. Nel Profilo 3 (Fig. 3.20) le ghiaie alterate del conoide (2C) affiorano alla profondità di 65 cm e portano al tetto un lembo residuo di 15 cm del *Sol brun fersiallitique* (2Btb), eroso in testa e coperto da uno strato alluvionale a tessitura argilloso-limosa (orizzonte C). Quest'ultimo è troncato dall'arativo attuale, all'interno del quale vi sono materiali di età Romana.

Alla base del profilo 4 (area di Via Farnese - lotto Tirri; Fig. 3.21), a 3 m di profondità vi è un suolo di 15-20 cm di spessore (5Ab; US 51), formatosi in testa alla

colmatura ricca in sostanza organica di un canale naturale inciso nel substrato alluvionale (5C, US 52). Tale suolo reca in testa rari e frammentari materiali ceramici attribuibili ad una fase avanzata della cultura dei Vasi a bocca Quadrata (VBQ II - L. Bronzoni, comunicazione personale 2010). Procedendo verso l'alto, separato dal sottostante da un limite abrupto planare, è presente l'orizzonte rimaneggiato meccanicamente e contenente materiali del Neolitico medio (VBQ II) già descritto nel profilo 1, qui denominato orizzonte 4B (US 50). Anche in questo profilo esso presenta la caratteristica morfologia "a chiazze" o "a macchie di leopardo" (v. Fig. 3.22; 3.23). Più precisamente gli aggregati poliedrici sub-angolari grossolani di colore più chiaro (10YR 5/8, yellowish brown) sono concentrati in una fascia di 10-12 cm di spessore nella parte centrale dell'orizzonte, mentre quest'ultimo nelle sue parti superiore ed inferiore ha colore bruno scuro (10YR 3/2 very dark grayish brown). L'orizzonte 4B è coperto da un sottile deposito alluvionale (3C; US 49) recante in testa un suolo debolmente sviluppato di circa 10 cm di spessore. Quest'ultimo supporta probabilmente la frequentazione eneolitica ma nella sezione investigata non ha restituito materiali. Procedendo verso l'alto si incontrano due unità alluvionali legate in realtà all'attività di un canale colmato da ghiaie a stratificazione parallela e curva non parallela in matrice sabbiosa che incide la sequenza subito verso Est. La prima unità (2C2) è composta da sabbie limose con discontinui livelli ghiaiosi di spessore centimetrico e si pone in erosione sul suolo sottostante. La seconda (2C1) ha tessitura franco-limosa e supporta al tetto il suolo di età romana 2ABb, di circa 2-5 cm di spessore. Un potente strato alluvionale composto da limi e sabbie di ca. 1.2 m copre il suolo romano e supporta a sua volta l'orizzonte arativo attuale (Ap).

### **3.3.2 Risultati**

La descrizione da campo dei profili 1, 2, 3 (Via Guidorossi) e del profilo 4 (Via Farnese - lotto "Tirri") è presentata in Appendice I. I risultati delle analisi chimico-fisiche dei profili 1 e 4 (tessitura, contenuto di sostanza organica, carbonati, pH) sono riportati in Appendice II. I risultati dell'analisi delle sezioni sottili dal profilo 1 (orizzonti 3BC e 3B1) e dal profilo 4 (orizzonte 4B) sono presentati in Appendice III.

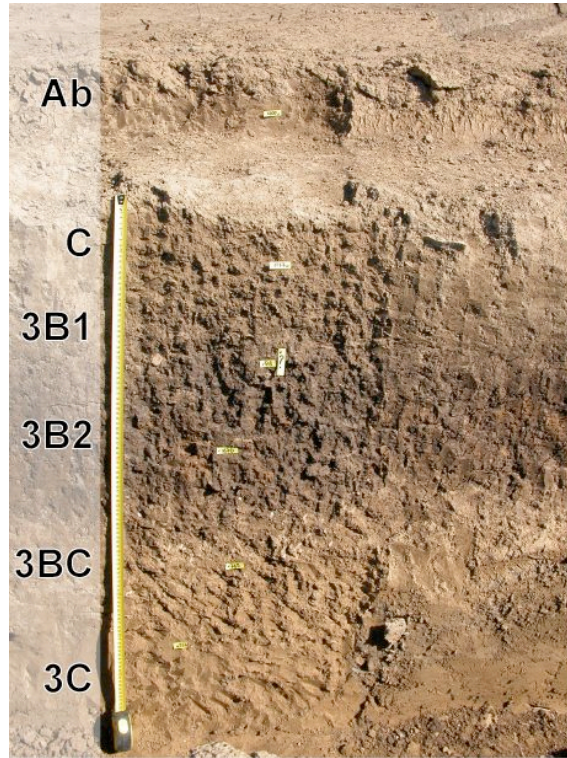
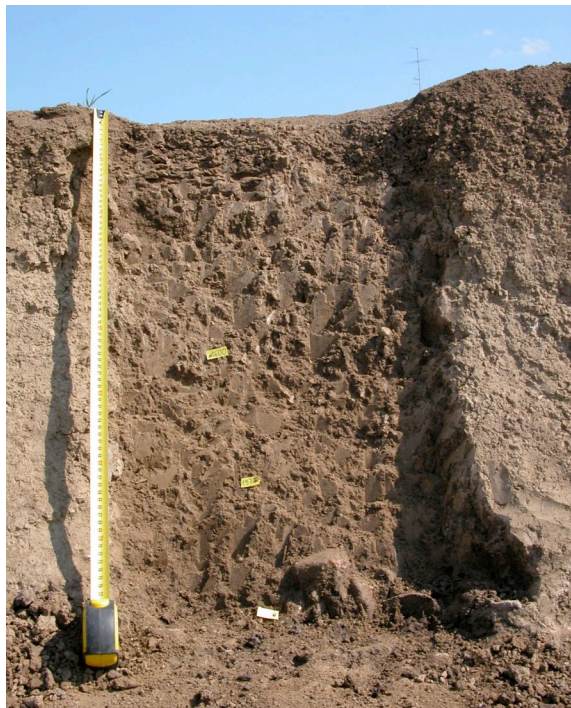


Fig. 3.18 Parma, Via Guidorossi / Comparto A3. Profilo 1.



Parma  
Via Guidorossi - Comparto A3  
Profilo 2

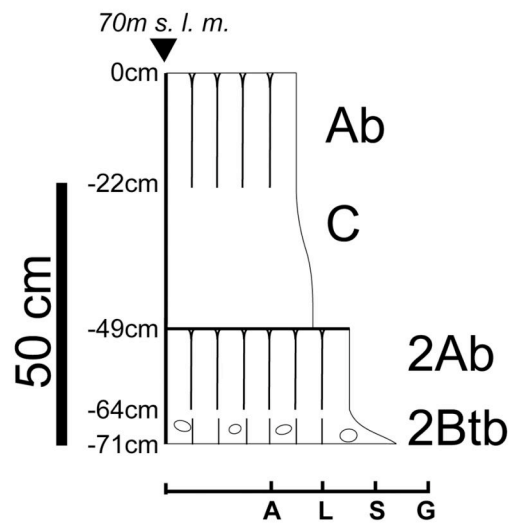
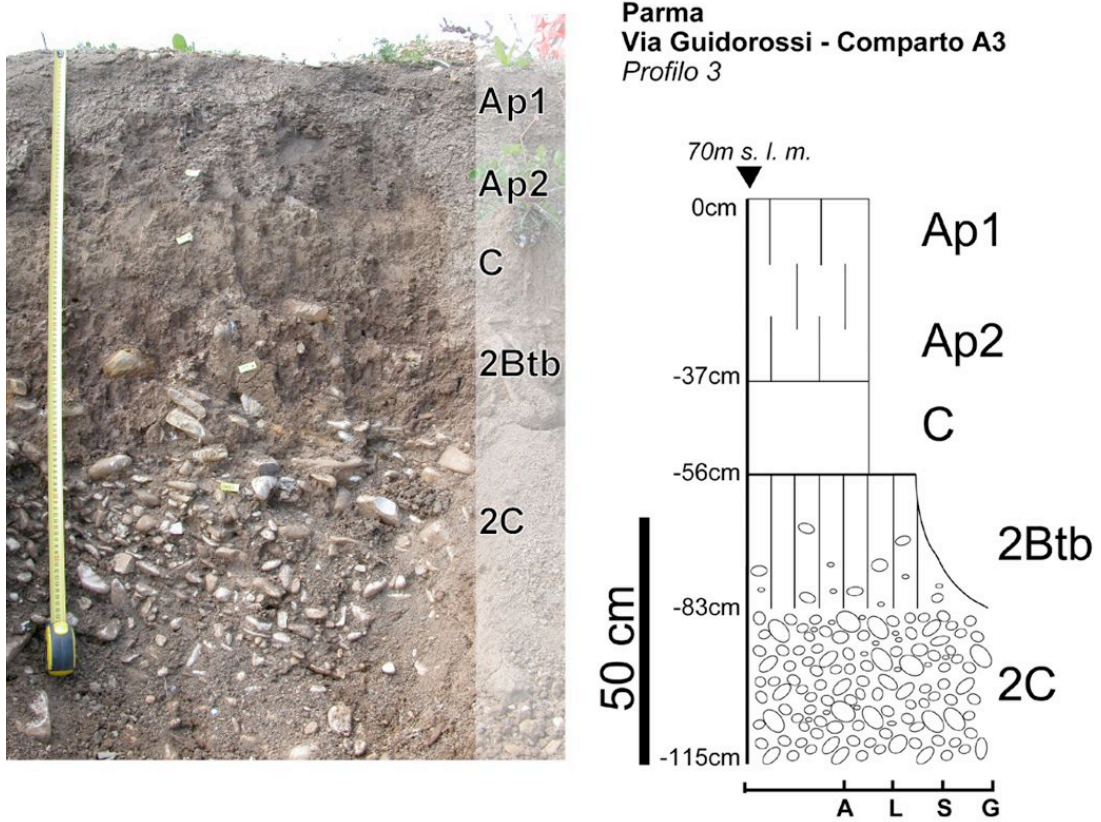
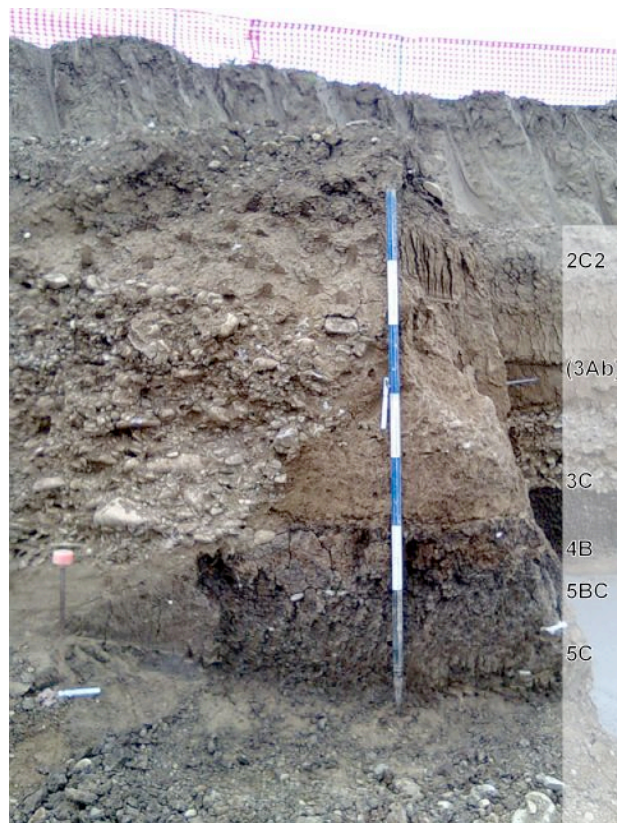


Fig. 3.19 Parma, Via Guidorossi / Comparto A3. Profilo 2.

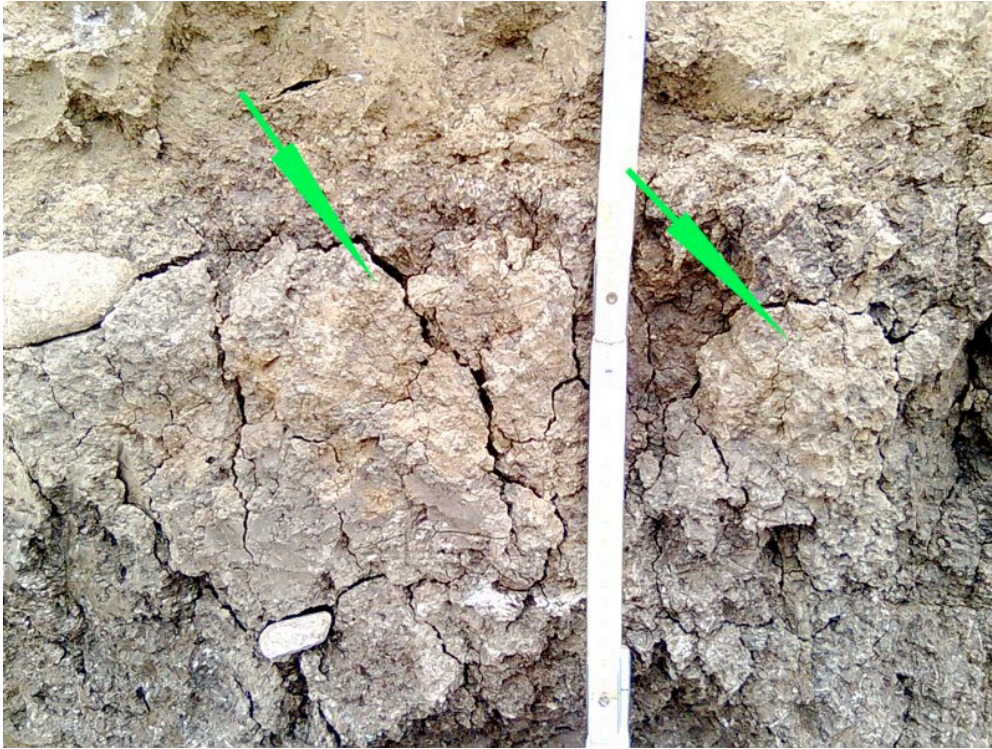




*Fig. 3.20 Parma, Via Guidorossi / Comparto A3. Profilo 3.*



*Fig. 3.20 Parma, lotto Tirri – Via Farnese. Profilo 4.*



**Fig. 3.22** Parma, lotto Tirri – Via Farnese. Profilo 4. Dettaglio dell'orizzonte 4B (suolo sepolto del Neolitico medio). Le frecce indicano gli aggregati poliedrici sub-angolari di colore più chiaro (10YR 5/8) nella fascia mediana dell'orizzonte. Le parti superiori ed inferiori dell'orizzonte presentano invece un colore più scuro (10YR 3/2).



**Fig. 3.23** Parma, lotto Tirri – Via Farnese. Superficie dell'orizzonte 4B (suolo sepolto del Neolitico medio). Si noti la morfologia "a macchia di leopardo".

### 3.3.2.1 Analisi chimico-fisiche

#### *Profilo 1*

La tessitura è molto omogenea lungo la sequenza esaminata (v. Fig. 3.24). Tutti gli orizzonti ricadono nella classe franco-limosa e presentano pertanto percentuali di limo elevate (tra il 58% ed il 68%). Il tenore di sostanza organica ha un picco (15.6 g/Kg) in corrispondenza del suolo sepolto eneolitico (orizzonte 3B1). Esso si mantiene su valori stabili intorno a 8 g/Kg nei restanti orizzonti, ad eccezione dell'orizzonte alluvionale 3C dove esso è il più basso dell'intera sequenza (3.6 g/Kg). L'andamento del contenuto in carbonati mostra la parziale decarbonatazione del suolo eneolitico 3B1 e dell'orizzonte agrario del Neolitico medio 3B2, con tenori attorno al 10%. Il suolo eneolitico in testa alla sequenza (orizzonte Ab) mostra una debolissima diminuzione del contenuto di carbonati (27.7%) rispetto al deposito alluvionale al di sopra del quale si è formato (orizzonte C; 31.8% di carbonati). Le unità alluvionali alla base della sequenza sono fortemente carbonatiche, con valori di carbonati intorno al 30%.

Il pH è basico con variazioni trascurabili lungo l'intera sequenza.

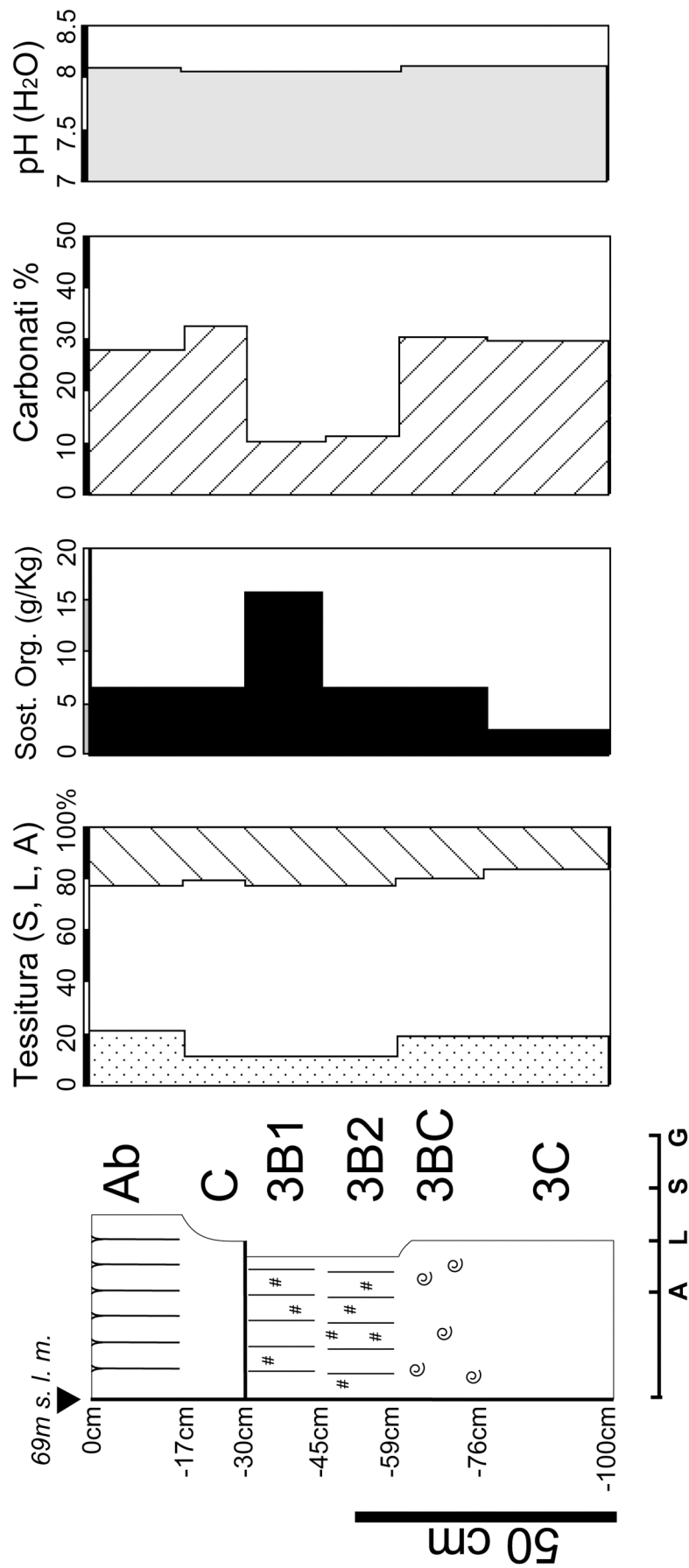
#### **Profilo 4**

Dal punto di vista granulometrico, gli orizzonti della sequenza presentano quasi tutti una tessitura franco-limosa, con contenuti di limo compresi tra il 53 % ed il 67 % (v. Fig. 3.25). Fa eccezione la base del deposito alluvionale legato al canale ghiaioso che incide la sequenza (orizzonte 2C2) in cui le sabbie sono il 42% e la tessitura è franca. Questo deposito alluvionale corrisponde ad una sequenza normale, con tessiture progressivamente più fini verso l'alto: nell'orizzonte 2C1 la tessitura è franco-limosa e nel suolo romano 2ABb essa passa franco-limo-argillosa. L'andamento del tenore in carbonati riflette la presenza di suoli sepolti più o meno decarbonatati intercalati alle unità alluvionali. Il suolo romano 2ABb contiene il 9% di carbonati, rispetto al 35-45% dei depositi alluvionali su cui esso si è formato (orizzonte 2C1 e 2C2). Il suolo eneolitico 3ABb è molto debolmente decarbonatato, con 30% di carbonati rispetto all'orizzonte 3C sottostante, che ne contiene il 35%. Nell'orizzonte 4B la fascia centrale composta da aggregati di colore più chiaro risulta significativamente meno ricca in carbonati (5.2%) rispetto alle parti superiore (14.1 %) ed inferiore (13.2%), di colore più scuro. Il suolo troncato sottostante (5BC) e lo strato di riempimento di

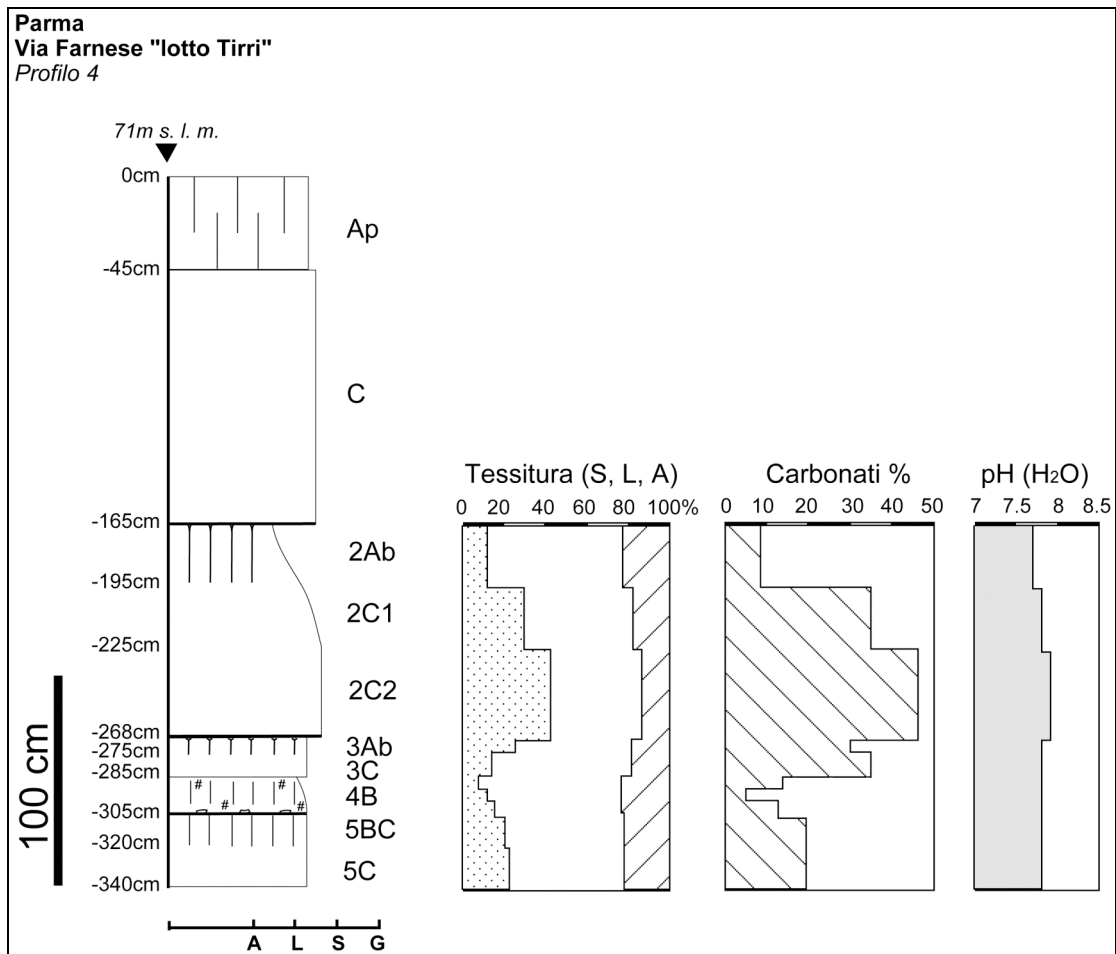
canale sul quale esso si imposta (5C) hanno un tenore uniforme di carbonati nell'ordine de 20%.

Il pH è basico e non presenta significative variazioni lungo la sequenza esaminata.

**Parma**  
**Via Guidorossi - Comparto A3**  
*Profilo 1*



*Fig. 3.24 Parma, Via Guidorossi (Comparto A3) – Profilo 1 con indicati i risultati delle analisi chimico-fisiche.*



*Fig. 3.25 Parma, lotto Tirri – Via Farnese. Profilo 4 con indicati i risultati delle analisi chimico-fisiche.*

### 3.3.2.2 Analisi micromorfologiche

#### Profilo 1

##### *Orizzonte 3BC*

In sezione sottile spicca l'alto contenuto in carbonati dell'orizzonte. Essi sono infatti abbondanti sia nella massa di fondo, con b-fabric cristallitica, sia nella frazione grossolana minerale, che comprende calcite detritica delle dimensioni dei limi e delle sabbie molto fini e fini. Sono inoltre presenti numerosi frammenti di gusci di gasteropodi. La rimozione dei carbonati a seguito della decarbonatazione degli orizzonti soprastanti ha portato alla formazione di comuni iporivestimenti di calcite micritica, talora associati a sparite, attorno a canali e cavità.

La bioturbazione è evidente per la presenza di frequenti riempimenti a crescenti e per

la presenza di domini decarbonatati, contenenti rivestimenti argillosi pulverulenti, carboni fini e occasionali fitoliti. Questi domini sono in realtà pedotubuli verticali colmati da materiali provenienti dagli orizzonti soprastanti (3B1 e 3B2). Ad essere riesumati sono anche materiali dagli orizzonti sottostanti (ad es. 3C), come dimostra la presenza di domini allungati particolarmente ricchi in carbonati nella massa di fondo. La bioturbazione ha comportato anche il rimaneggiamento di alcuni carboni finemente frammentati (50-150  $\mu\text{m}$ ) nell'orizzonte: essi sono gli unici inclusi di origine antropica osservati in 3BC.

### *Orizzonte 3B1*

In sezione sottile la massa di fondo appare decarbonatata e caratterizzata da una b-fabric striata incrociata, con rare porostriature ad indicare deboli processi vertici. La decarbonatazione ha rimosso anche i carbonati (calcite detritica) della frazione grossolana minerale, ma l'orizzonte è tuttavia parzialmente ricarbonatato, come dimostra la presenza di alcuni iporivestimenti di calcite micritica (9.6 % di carbonati – v. Appendice).

Nella massa di fondo sono dispersi abbondanti carboni e frammenti di materiale vegetale parzialmente combusto di dimensioni comprese tra i 10 $\mu\text{m}$  ed i 100 $\mu\text{m}$ . A questi si aggiungono rari frammenti carboniosi di dimensioni maggiori, in rarissimi casi riconoscibili come carboni di caducifoglie (legno eteroxilo) e fitoliti con morfologia allungata. Questi ultimi occupano circa l'1% del campo visivo a 400 ingrandimenti. Tutti questi elementi rimandano all'utilizzo del fuoco, possibilmente per l'eliminazione periodica delle erbe, nella gestione di questo suolo durante l'Eneolitico. A supporto di ciò vanno anche annoverati gli indicatori di esposizione e disturbo della superficie del suolo osservati in 3B1. Innanzitutto, sono presenti dei sottili rivestimenti (40-100 $\mu\text{m}$ ) di argille pulverulente all'interno di cavità e canali (Fig. 3.26a, b). In secondo luogo, sono presenti dei riempimenti densi completi di tipo stratificato composto con alternanza di micro-livelli di argilla pulverulenta, di argille carbonatiche e di limo (Fig. 3.26c, d). Questi sono simili a quelli osservati nel suolo eneolitico immediatamente a ridosso delle cavità di sradicamento nel sito di Botteghino (orizzonte 2Ab – v. Cap. 3.2.2.2), e sono quindi riconducibili a condizioni di forte perturbazione e disgregazione della superficie del suolo.

## Profilo 4

Il suolo del Neolitico medio (orizzonte 4B) possiede come visto una morfologia “a macchia di leopardo”, con una colorazione più scura alla base ed al tetto ed aggregati di colore più chiaro nella parte centrale (v. Fig. 3.22 e 3.23). L’analisi delle sezioni sottili procede pertanto discutendo ciascuna porzione dell’orizzonte separatamente, partendo dalla base.

### *Orizzonte 4B – base (10YR 3/2)*

In questa parte dell’orizzonte 4B la massa di fondo è decarbonatata ma nella frazione grossolana è ancora presente calcite detritica delle dimensioni delle sabbie molto fini e fini. La b-fabric è di tipo striato incrociato ad indicare l’esistenza di fenomeni vertici. Essi sono ulteriormente evidenziati dalla deformazione e dal parziale riassorbimento nella massa di fondo dei rivestimenti argillosi pulverulenti, oltre che dalla presenza di vuoti planari rettilinei o disposti ad angolo retto (v. Kovda, Mermut 2010). I carboni ed i frammenti vegetali parzialmente combusti occupano circa il 5% del campo visivo a 100 ingrandimenti e sono quasi esclusivamente di dimensioni comprese tra 10 µm e 120 µm. Sono inoltre presenti fitoliti non articolati a morfologia allungata e (circa 1% del campo visivo a 400 ingrandimenti). La presenza di sottili (90-120 µm) rivestimenti di argille pulverulente in cavità e canali rimanda a processi di esposizione e disturbo della superficie del suolo (Fig. 3.27a, b).

### *Orizzonte 4B – parte centrale (10YR 5/8)*

Gli aggregati poliedrici angolari grossolani di colore più chiaro che costituiscono la parte centrale dell’orizzonte presentano contorni molto netti rispetto alla matrice scura circostante anche in sezione sottile. Tali aggregati sono completamente decarbonatati sia nella massa di fondo, sia nella frazione grossolana minerale. L’assenza dei clasti di calcite detritica implica un rapporto grossolano/fine più basso rispetto alla base ed al tetto dell’orizzonte (10/90 vs. 30/70), ed una distribuzione relativa maggiormente spaziata, di tipo porfirico aperto. Anche qui la b-fabric riflette processi vertici, essendo di tipo striato incrociato e porostriato; sono inoltre presenti vuoti planari rettilinei o disposti ad angolo retto. Nella matrice sono dispersi carboni e materiale vegetale parzialmente combusto finemente frammentati (10-60 µm), oltre a fitoliti non articolati allungati. Le quantità di tali inclusi aumentano verso l’alto



dell'orizzonte. Nella parte centrale di 4B sono inoltre stati osservati due aggregati fosfatici, giallastri in PPL ed otticamente isotropi, contenenti fitoliti e con vuoti pseudomorfi di fibre vegetali (Fig. 3.27c, d). Si tratta con ogni probabilità di frammenti di escrementi di carnivoro/onnivoro (v. Macphail, Goldberg 2010; Macphail 2000). Uno di questi aggregati si trova nella parte centrale dell'orizzonte 4B, mentre un secondo è giusto al passaggio tra parte centrale e parte superiore. Sono presenti rivestimenti argillosi pulverulenti, con caratteristiche simili a quelli descritti per la base dell'orizzonte, anche qui spesso deformati e parzialmente riassorbiti a causa dei fenomeni vertici.

#### *Orizzonte 4B – parte superiore (10YR 3/2)*

In sezione sottile questa porzione appare decarbonatata nella massa di fondo (con b-fabric di tipo striato incrociato), ma contiene tuttavia ancora rari clasti di calcite detritica delle dimensioni delle sabbie molto fini e fini. Il grado di decarbonatazione appare dunque minore rispetto a quello riscontrato nella parte centrale dell'orizzonte, come confermato anche dalle analisi chimiche. I carboni ed il materiale vegetale finemente frammentati (10-50  $\mu\text{m}$ ) raggiungono qui la maggiore quantità riscontrata, occupando il 5-7.5% del campo visivo a 100 ingrandimenti. Sono inoltre presenti rari frammenti di carbone di dimensioni millimetriche ed ancora fitoliti allungati non articolati, i quali si mantengono attorno all'1-2% del campo visivo a 400 ingrandimenti. Risalta in questa parte dell'orizzonte 4B la presenza di inclusi antropici quali un frammento millimetrico di osso combusto, un frammento di ceramica a contorni smussati (Fig. 3.27e) e numerosi frammenti di escrementi di carnivori/onnivori uguali a quelli descritti precedentemente. Le tracce di disturbo del suolo corrispondono a rari rivestimenti di argilla pulverulenta, parzialmente deformati o riassorbiti nella massa di fondo a causa dei processi vertici.

#### *Caratteristiche comuni*

Tutte e tre le porzioni in cui è stato suddiviso l'orizzonte 4B contengono noduli di Fe e di Fe/Mn di piccole dimensioni (50-150 $\mu\text{m}$ ) a morfologia concentrica, la quale ben si adatta ad un orizzonte soggetto a processi vertici (Kovda, Mermut 2010; Nettleton, Sleeman 1985). Sono inoltre presenti, sebbene più rari, noduli di Mn con morfologia dendritica oltre a materia organica fine sostituita dal ferro (Fig. 3.27f). Tutte queste

figure pedologiche rimandano a condizioni di moderata idromorfia per l'orizzonte in esame (v. Stoops, Eswaran 1985). Il secondo tratto comune all'intero orizzonte è la ricarbonatazione. L'esito di tale processo è osservabile prevalentemente sotto forma di iporivestimenti di micrite alla base dell'orizzonte, e più frequenti riempimenti densi completi di micrite e sparite nelle parti centrale e superiore dello stesso. Inoltre, un'ulteriore fonte di carbonati è data dalle figure di passaggio caratterizzate da un riempimento con b-fabric cristallitica. Esse sono l'esito del trasporto verticale di materiali provenienti dalle unità alluvionali soprastanti, particolarmente ricche in carbonati.

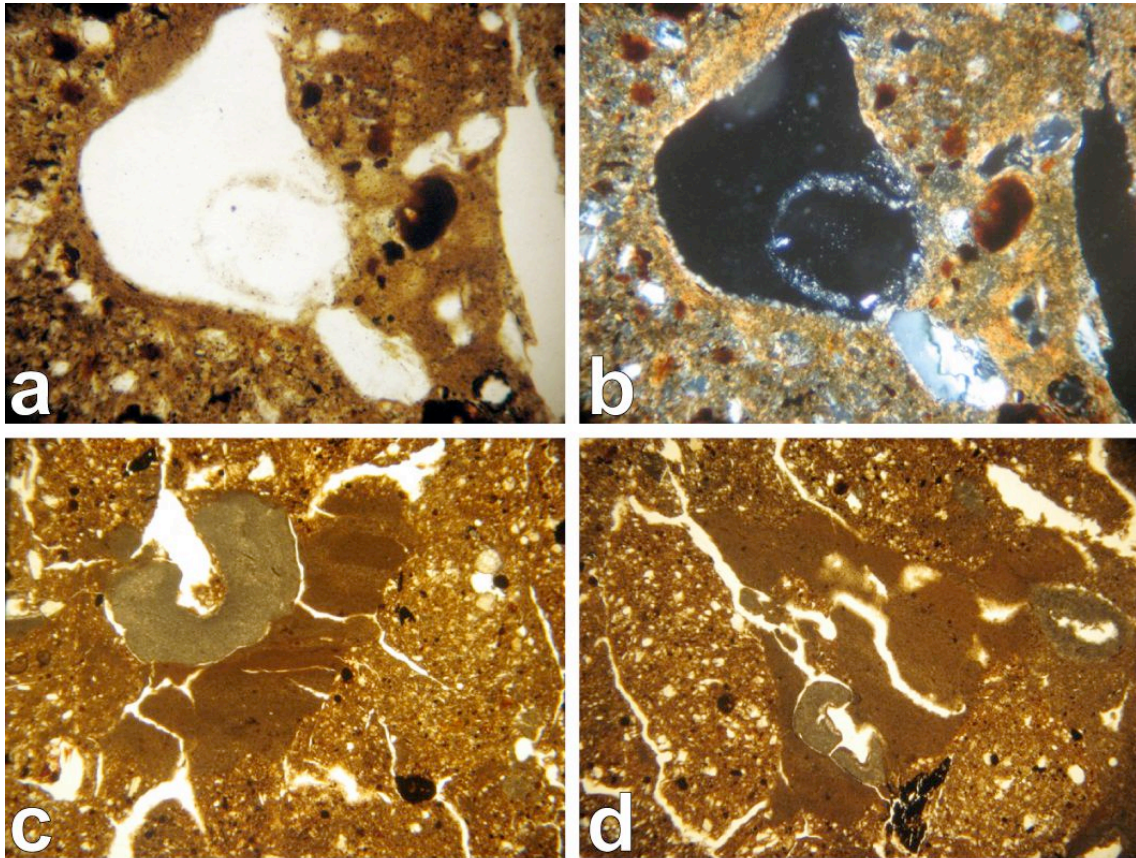
### **3.3.3 Interpretazione**

Il suolo del Neolitico medio (orizzonte 3B2 nel Profilo 1 e 4B nel Profilo 4) è caratterizzato come visto dalla giustapposizione di domini o "chiazze" di diverso colore. I limiti tra le aree di colore chiaro nella parte centrale dell'orizzonte e quelle di colore scuro, alla base ed al tetto, sono netti sia alla scala macroscopica, sia in sezione sottile. Inoltre va sottolineata la natura abrupta e planare del limite inferiore dell'orizzonte 4B nel Profilo 4, limite ribadito dalla presenza di minuti frammenti ceramici. Queste caratteristiche indicano che la particolare morfologia dell'orizzonte deriva da un rimaneggiamento meccanico e non è l'esito di un processo di alterazione chimica post-deposizionale. Le chiazze chiare corrispondono ad aggregati o "pedorelitti" di terreno decarbonatato, caratterizzato da caratteri vertici e moderata idromorfia. Si tratta dunque di frammenti rimaneggiati del locale suolo atlantico, che originariamente dovevano trovarsi in superficie e che sono stati rimescolati con materiali dagli orizzonti inferiori dello stesso suolo, meno fortemente decarbonatati (simili ad es. all'orizzonte 3BC del profilo 1). In questi ultimi infatti sono ancora presenti clasti di calcite detritica nella frazione grossolana, e la massa di fondo appare meno decarbonatata. Tracce di disturbo ed in particolare di dissodamento del suolo sono leggibili nella presenza di rivestimenti argillosi pulverulenti, più frequenti alla base dell'orizzonte ed in diminuzione verso l'alto. Tale dissodamento potrebbe essere associato a pratiche di zappatura, anche in base alla morfologia "a zolle" dell'orizzonte. Gli abbondanti carboni ed i frammenti di materiale vegetale parzialmente combusto finemente frammentati e dispersi nell'orizzonte aumentano verso l'alto, così come i numerosi fitoliti allungati e non articolati. Tali inclusi testimoniano con ogni probabilità l'utilizzo del fuoco non tanto per la deforestazione

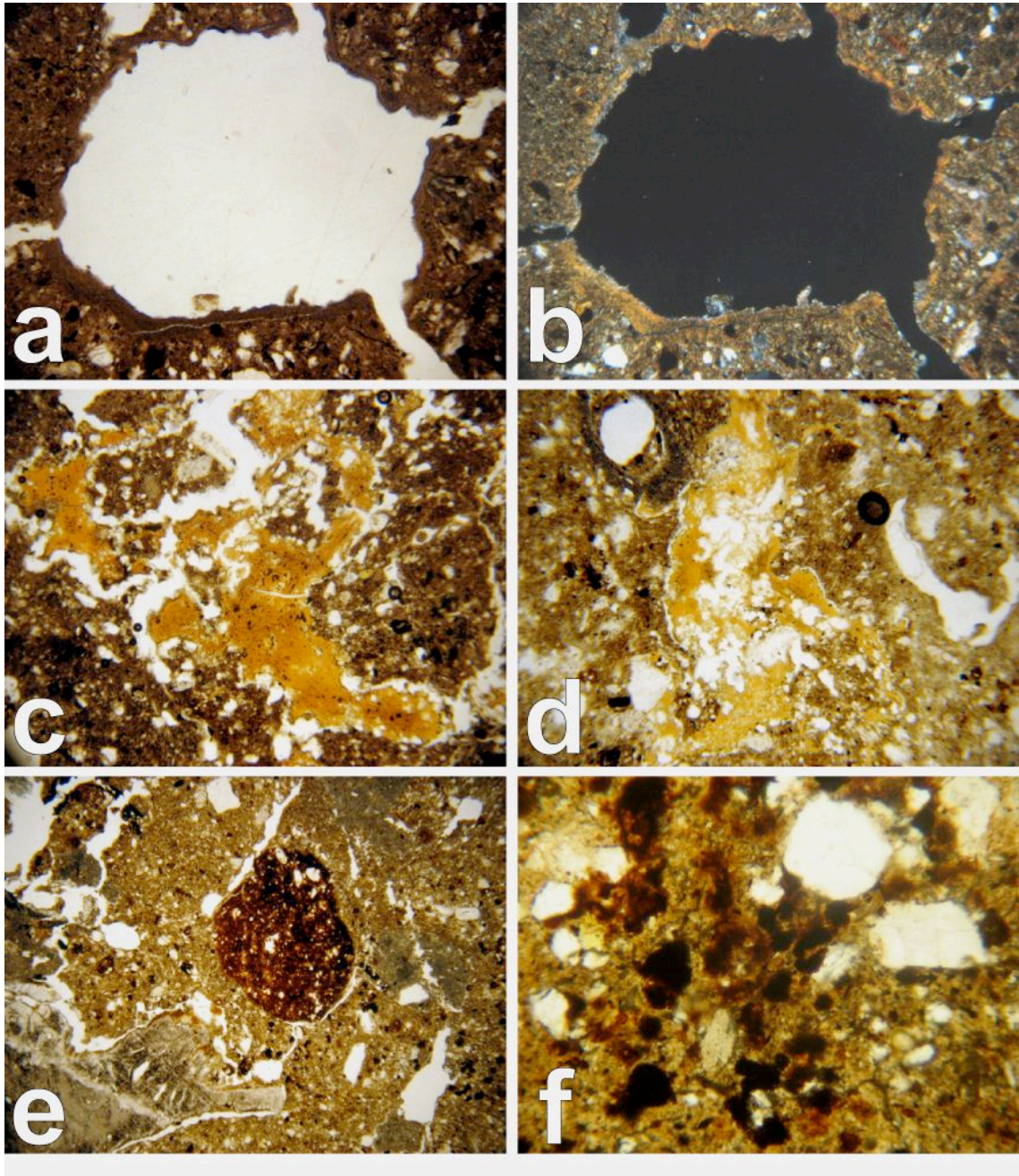
ai danni di piante di grosse dimensioni, quanto piuttosto l'incendio ripetuto di erbacee e piccoli arbusti, nel quadro di pratiche simili al debbio (*secondary clearance* – v. Macphail 1992; Goldberg, Macphail 2006). I dati pollinici preliminari indicano per questo orizzonte un ambiente aperto, con numerose specie di prato e pascolo, con una percentuale di piante erbacee del 78% (I. Gobbo, comunicazione personale, 2011). Tali evidenze ben si inquadrano dunque con superfici adibite alla coltivazione periodicamente diserbate mediante l'incendio delle infestanti.

Di notevole interesse è la presenza nella parte superiore dell'orizzonte di inclusi antropici: singoli esemplari di osso combusto e di terreno scottato o ceramica, ai quali si aggiungono numerosi frammenti di escrementi di carnivori/onnivori. Questi inclusi denunciano l'aggiunta di rifiuti da attività domestiche al terreno come fertilizzanti, oppure rimandano alla coltivazione di aree di accumulo dei rifiuti domestici, tecnica nota come *midden cultivation* (v. Cap. 1.5). Le condizioni del terreno appaiono umide, come testimoniano le figure da ossido-riduzione e la presenza di materia organica sostituita dal ferro. Al rimescolamento che caratterizza l'orizzonte potrebbe dunque aver concorso anche il calpestio di animali, ad esempio di suini, il quale porta ad un forte rimaneggiamento del suolo (Rowley-Conwy 1981; Gebhardt 2007).

Il suolo sepolto eneolitico osservato nel profilo 1 (orizzonte 3B1) si sviluppa in continuità al di sopra dell'orizzonte agrario del Neolitico medio appena discusso, ed è quindi fortemente decarbonatato. Anche questo suolo contiene numerosi frammenti di carbone e di materiale vegetale combusto finemente ripartiti, oltre a fitoliti. Inoltre vi sono anche qui tracce di forte disturbo della superficie del suolo, quali rivestimenti di argille pulverulente e riempimenti argillosi stratificati composti formati da alternanze di argille pulverulente ed argille limose. Questi ultimi sono stati osservati nel suolo eneolitico di Botteghino di Marano, e sono legati alle pratiche di deforestazione mediante sradicamento (e successivo incendio). L'utilizzo del suolo che ne emerge è in parte simile a quello ricostruito per il Neolitico medio, in quanto è attestato il ricorso all'incendio per pulire la superficie del suolo. Nell'Eneolitico tuttavia vi sono più marcati indicatori del disturbo del suolo, determinato dallo sradicamento di piante, mentre mancano tracce macroscopiche di lavorazione del terreno.



**Fig. 3.26** Parma, Via Guidorossi – Comparto A3. **(a), (b)** Profilo 1, orizzonte 3B1 (suolo eneolitico). Rivestimento argilloso pulverulento indicante il denudamento ed il disturbo della superficie del suolo. PPL (a) ed XPL (b), 40x, lato lungo immagini pari a 2.3 mm. **(c)** Profilo 1, orizzonte 3B1 (suolo eneolitico). Riempimento stratificato complesso, composta da alternanze di argille pulverulente ed argille pulverulente. Figure tessiturali di questo tipo possono essere legate al disturbo del suolo causato dallo sradicamento di alberi. PPL, 20x, lato lungo immagine pari a 4.5 mm. **(d)** Profilo 1, orizzonte 3B1 (suolo eneolitico). Riempimento di argille pulverulente. Si noti la presenza frammenti carboniosi nella massa di fondo. PPL, 20x, lato lungo immagine pari a 4.5 mm.



**Fig. 3.27** Parma, lotto Tirri – Via Farnese. Profilo 4 (a), (b) Orizzonte 4B (suolo del Neolitico medio) - parte basale; sezione sottile PR-G 8m/b. Rivestimento argilloso pulverulento. PPL (a) ed XPL (b), 40x, lato lungo immagini pari a 2.3 mm. (c), (d) Orizzonte 4B (suolo del Neolitico medio) - parte centrale; sezione sottile PR-G 8t/m. Aggregati fosfatici, derivanti dall'alterazione di escrementi di carnivori/onnivori. PPL, 40x, lato lungo immagine pari a 2.3 mm. (e) Orizzonte 4B (suolo del Neolitico medio) - parte superiore; sezione sottile PR-G 8t/m. Frammento di ceramica. Si noti la presenza in basso a sinistra di un osso combusto. PPL, 20x, lato lungo immagine pari a 4.5 mm. (f) Orizzonte 4B (suolo del Neolitico medio) - parte basale; sezione sottile PR-G 8m/b. Materia organica puntiforme sostituita dal ferro, indicante condizioni di idromorfia. PPL, 100x, lato lungo immagine pari a 1 mm.



### 3.4 Rubiera (RE)

#### 3.4.1 Introduzione

La sequenza analizzata è stata esposta lungo una sezione nell'alveo del fiume Secchia (Fig. 3.28), in sinistra idrografica (Salvioni 2006), e trova un corrispettivo in una seconda sequenza descritta nelle Cave Corradini (Cremaschi 1997), adiacenti all'alveo del Secchia (Fig. 3.29). Il profilo pedo-stratigrafico ha uno spessore di 6 m ed è composto da sedimenti fini con tre suoli sepolti intercalati. Esso è racchiuso tra le ghiaie del conoide alluvionale del Pleistocene finale / Olocene iniziale alla base e le ghiaie che colmano un ampio alveo presumibilmente di età Romana al tetto. I suoli sepolti intercalati ai sedimenti alluvionali hanno tutti spessore decimetrico, sono strutturati, di colore scuro e presentano tessitura limo argillosa, talora con proprietà vertiche (Entisuoli, Suoli Bruni alluvionali). Tutti questi suoli conservavano ceppaie in posto, venute alla luce non solo durante i lavori di cava, ma anche nel corso dei decenni precedenti lungo l'alveo (Bertolani Marchetti, Forlani 1972). Essi, oltre alle ceppaie di antichi boschi, contengono i resti della frequentazione antropica, nonché carboni inglobati nei loro orizzonti che ne hanno facilitato una datazione puntuale (Cremaschi, Ottomano 1993; Cremaschi 1997).

Il suolo inferiore (3ABb), esposto per un tratto di almeno un centinaio di metri, presentava diverse ceppaie radicate alla base delle quali si estendevano chiazze di carboni per tutto il tratto messo in luce. Tra queste vi era una fovea contenente una macina e diversi frammenti di ceramica a squame (Mazzieri 2003). Le date radiocarboniche di una ceppaia e del carbone ai suoi piedi (Cremaschi 1997) sono relativamente vicine ed indicano una loro contemporaneità:

- Rubiera (carboni ):  $4585 \pm 115$  y BP; 5600-4850 cal y BP (GX-19225).
- Rubiera (ceppaia):  $4725 \pm 95$  y BP; 5700-5250 cal y BP (93.3%); 5200-5050 cal y BP (2.1%) (GX-19220).

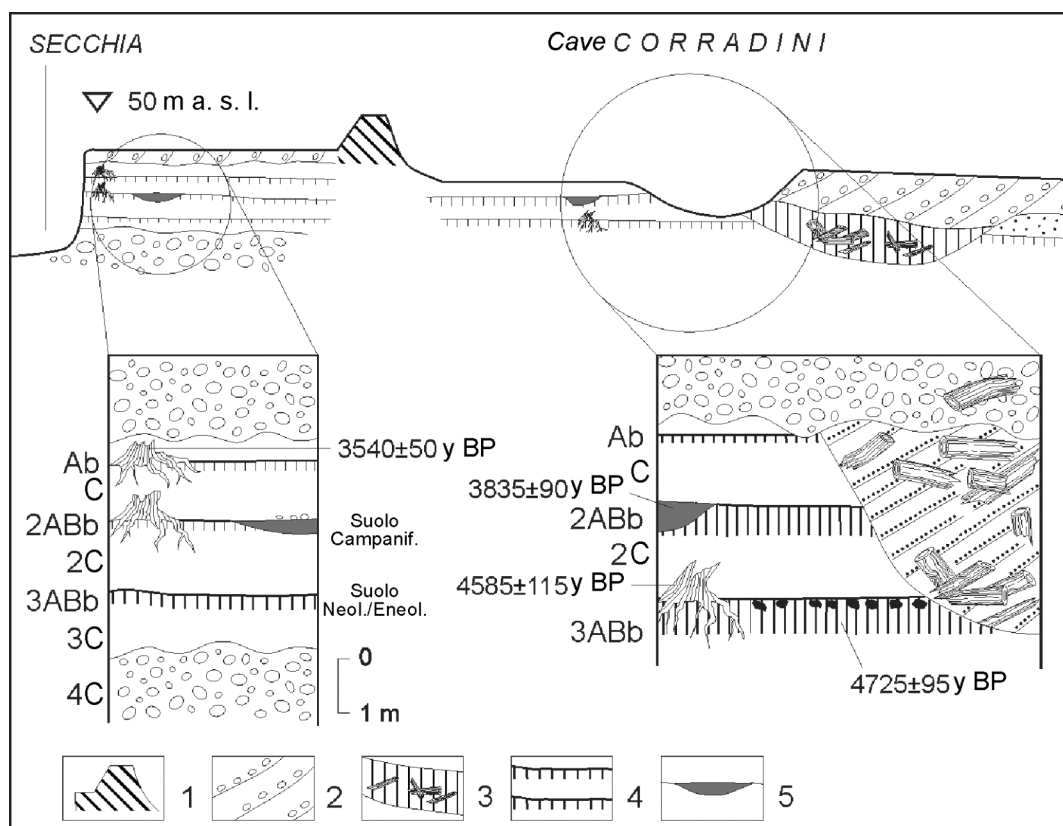
La frequentazione di tale suolo può dunque essere ricondotta al tardo Neolitico / Eneolitico iniziale.

Sul suolo mediano (2ABb) appoggia un sito del Campaniforme (Bermond Montanari et al. 1982) esplorato negli anni Ottanta dello scorso secolo. I carboni in esso raccolti hanno fornito una data radiocarbonica ( $3835 \pm 90$  y BP; 4550-3950 cal y BP), compatibile con l'età il sito del Vaso Campaniforme di S. Ilario - Ponte della Ferrovia (Barfield et al. 1975).

Il suolo superiore (Ab) ha fornito una data su carboni riferibile al Bronzo Antico ( $3540 \pm 50$  y BP; 3980-3690 cal y BP) ed appare in relazione al vicino sito coevo individuato nel perimetro delle cave (Tirabassi 1979).



**Fig. 3.27** Rubiera, alveo del f. Secchia. Si notano nettamente i tre suoli sepolti della sequenza e le ghiaie alla sua base.



**Fig. 3.28** Sezioni pedo-stratigrafiche dell'alveo del Secchia e delle Cave Corradini (modificato da: Cremaschi 1997). 1) argini artificiali; 2) depositi ghiaiosi recenti; 3) depositi ghiaiosi di canale con tronchi alloctoni; 4) depositi di piana alluvionale con suoli intercalati e ceppaie radicate; 5) depositi archeologici.



### **3.4.2 Risultati**

La descrizione di terreno e le analisi chimico-fisiche (tessitura, contenuto di sostanza organica, carbonati, pH) sono state svolte dal dott. M. Salvioni (v. Salvioni 2006) e sono presentate in Appendice I e II. I risultati dell'analisi delle sezioni sottili dagli orizzonti 3C, 3ABb (suolo del tardo Neolitico / Eneolitico iniziale); 2C1, 2ABb (suolo campaniforme); C1, Ab (suolo del Bronzo antico) sono presentati in Appendice III.

#### **3.4.2.1 Analisi chimico-fisiche**

Il profilo è dominato dai limi e dalle argille, mentre le sabbie sono scarse e le ghiaie del tutto assenti (v. Fig. 3.30). L'andamento dei carbonati rispecchia la presenza degli orizzonti superficiali di suoli sepolti più o meno decarbonatati (tenori di  $\text{CaCO}_3$  compresi tra 3.3% e 14.9%) intercalati a depositi alluvionali ricchi in carbonati (tenori tra 17% e 26.3%). La decarbonatazione appare maggiore nell'orizzonte 3ABb (3.3%  $\text{CaCO}_3$ ) in virtù del periodo più lungo di esposizione di questo suolo, il quale si è formato in testa ad una sequenza positiva al di sopra del conoide del Secchia. Molto debolmente alterato è invece il suolo del Bronzo Antico (orizzonte Ab con 14.9% di  $\text{CaCO}_3$ )

Il tenore della sostanza organica riflette la medesima alternanza. Gli orizzonti superficiali dei suoli sepolti sono arricchiti in sostanza organica (con tenori compresi tra 8 e 13.1 g/Kg) rispetto alle alluvioni che li separano.

Il pH non mostra variazioni di rilievo lungo la sequenza e si mantiene attorno ad 8.

#### **3.4.2.2 Analisi micromorfologiche**

##### *Suolo del tardo Neolitico / Eneolitico iniziale (orizzonti 3C, 3ABb)*

Come già evidenziato dalle analisi chimico-fisiche, il passaggio tra l'orizzonte 3C e l'orizzonte 3ABb corrisponde ad una sequenza positiva, da una tessitura franco limosa ad argillosa. L'orizzonte 3C non è decarbonatato, e contiene sia carbonati fini nella massa di fondo (con b-fabric cristallitica) che calcite detritica nella frazione grossolana (prevalentemente granuli delle dimensioni delle sabbie molto fini). Le figure di passaggio con b-fabric a crescenti ed i numerosi canali indicano una forte attività biologica. I processi di ossido-riduzione legati alle condizioni di idromorfia appaiono fortemente espressi in entrambi gli orizzonti. Spesso aree svuotate del ferro si trovano attorno a pori con apparati radicali ancora ben conservati, probabilmente

recenti. A tali aree di riduzione si affiancano domini in cui il ferro è ossidato ed ha formato delle screziature all'interno della matrice. Nell'orizzonte 3C sono presenti numerosi rivestimenti di argille pulverulente collegabili a processi di disturbo e rimaneggiamento della superficie del suolo al di sopra dell'orizzonte 3ABb (Fig. 3.31a). Quest'ultimo è pressoché completamente decarbonatato ed ha una tessitura argillosa / argilloso-limoso. Gli unici carbonati presenti sono rarissimi granuli di calcite detritica delle dimensioni delle sabbie molto fini e rari biosferoidi di calcite (3.31b). Questi sono indicatori di un orizzonte di superficie o "topsoil" ed appaiono alterati e corrosi ai margini a causa dell'avvenuta decarbonatazione. L'impatto antropico è visibile per la presenza di numerosi frammenti carboniosi, sia finemente frammentati (50-200  $\mu\text{m}$ ) che più grossolani (fino a 3.5 mm) e talvolta riconoscibili come carboni di legno di caducifoglie. Sono inoltre presenti rarissimi frammenti rimaneggiati di terreno scottato in condizioni riducenti. I rivestimenti argillosi pulverulenti sono molto rari. Tuttavia, come visto, la percolazione di argilla pulverulenta dalla superficie fino all'orizzonte 3C, in risposta al disturbo del suolo, è ben attestata.

#### *Suolo del Campaniforme (orizzonti 2C; 2ABb)*

Gli orizzonti che compongono questo suolo sepolto sono quasi totalmente decarbonatati: sopravvivono infatti solo rari granuli di calcite detritica nella frazione grossolana. I frammenti di carbone e di materiale vegetale parzialmente combusto di dimensioni inferiori ai 100  $\mu\text{m}$ , dispersi nella massa di fondo, sono frequenti in entrambi gli orizzonti. Nell'orizzonte 2C sono anche stati osservati alcuni frammenti di escremento di carnivori/onnivori (Fig. 3.31e), mentre in 2ABb vi sono frammenti di terreno scottato e d'osso combusto. Gli indicatori di disturbo della superficie del suolo sono poco espressi. Essi consistono in rari rivestimenti argillosi pulverulenti all'interno dei pori (3.31c, d) ed in intercalazioni argillose (queste ultime osservate solo in 2ABb - Fig. 3.31f).

Fortemente espressi sono i tratti legati all'idromorfia, con rivestimenti di (idr)ossidi di Fe in aumento verso l'alto. Tali tratti ben si adattano ad un suolo formatosi in ambiente alluvionale. Nell'orizzonte 2ABb la presenza più cospicua di biosferoidi di calcite rispetto a 2C conferma che si tratta di un orizzonte superficiale.

### *Suolo del Bronzo Antico (orizzonti C; Ab)*

Gli orizzonti C ed Ab sono composti da argille limose non decarbonatate, come dimostrano la b-fabric cristallitica e la presenza di granuli di calcite detritica nella frazione grossolana. Non vi sono indicatori di disturbo della superficie del suolo (ad es. figure tessiturali con argille pulverulente), forse in virtù della presenza di una copertura arborea o della stabilità degli aggregati data dall'alto contenuto in carbonati. Sono tuttavia presenti carboni finemente ripartiti nella massa di fondo di entrambi gli orizzonti, ad indicare comunque la vicinanza di attività antropiche. La bioturbazione è molto fortemente espressa, come testimoniato dai riempimenti con b-fabric a crescenti che spesso appaiono più ricchi in limo e sabbia molto fine rispetto alla matrice circostante. Questa caratteristica testimonia il trasporto di materiali da altri orizzonti. Marcate appaiono anche in questo suolo sepolto le figure pedologiche da idromorfia, simili a quelle osservate nel suolo del Campaniforme sottostante e più numerose nell'orizzonte Ab rispetto a C.

### **3.4.3 Interpretazione**

La sequenza esposta è caratterizzata da un'alternanza tra ghiaie di canale *braided* alla base, peliti con suoli intercalati e nuovamente ghiaie con depositi fini intercalati al tetto. Essa testimonia l'allontanamento per avulsione del Secchia dal suo alveo, ed il successivo suo ritorno nell'alveo attuale, avvenuto probabilmente in epoca Romana. Tra i tre suoli intercalati alle peliti, quello inferiore (tardo Neolitico / Eneolitico iniziale) è il maggiormente alterato, in virtù della più lunga durata della pedogenesi rispetto agli altri suoli della sequenza, pedogenesi protrattasi dall'Olocene inferiore fino a parte del medio. In tale suolo sono anche più marcate le tracce del disturbo e del rimaneggiamento della superficie, le quali ben si inquadrano con le estese tracce di apertura del bosco per taglio ed incendio esposte in area (Cremaschi 1997). L'entisuolo del Campaniforme reca nelle sezioni sottili studiate scarse tracce di disturbo antropico. Va tuttavia sottolineato che indicatori di deforestazione e dissodamento, probabilmente legati alla messa a coltura, sono stati evidenziati dallo studio di sezioni sottili dal medesimo suolo in un profilo nelle cave Corradini (Cremaschi, Ottomano 1993; Cremaschi 1997). Inoltre frammenti di ceramica e piccoli insiemi di manufatti sono stati rinvenuti su aree distanti anche alcune centinaia di metri dal sito campaniforme adiacente all'alveo del Secchia (Bermond Montanari et al. 1982) e sono stati interpretati come indizi di aree coltivate. La presenza di

materiali antropici caoticamente ripartiti nel suolo (escrementi, osso, terreno combusto) è inoltre simile a quanto osservato nel sito del Bronzo antico di S. Pancrazio (Cremaschi et al., *in stampa*; Bernabò Brea et al., *in stampa*). Qui tracce di aratura sono state identificate grazie alla distribuzione spaziale ed al *refitting* di frammenti ceramici dispersi in un suolo fortemente antropizzato, in un contesto con ceppaie in posto e tracce di combustione.

Scarse sono le indicazioni che ci derivano dallo studio del suolo più alto della sequenza, datato come visto al Bronzo Antico. La forte idromorfia di questo suolo molto debolmente sviluppato, la sua tessitura fine e debolissima decarbonatazione e l'assenza di tracce di disturbo antropico della superficie potrebbero ricollegarsi all'ipotesi di una frequentazione umana su palafitta in ambiente umido emerse all'estremità occidentale delle Cave Corradini (Lasagna, Patrocini 1990; Cremaschi 1997).

## Rubiera (RE) - Alveo f. Secchia

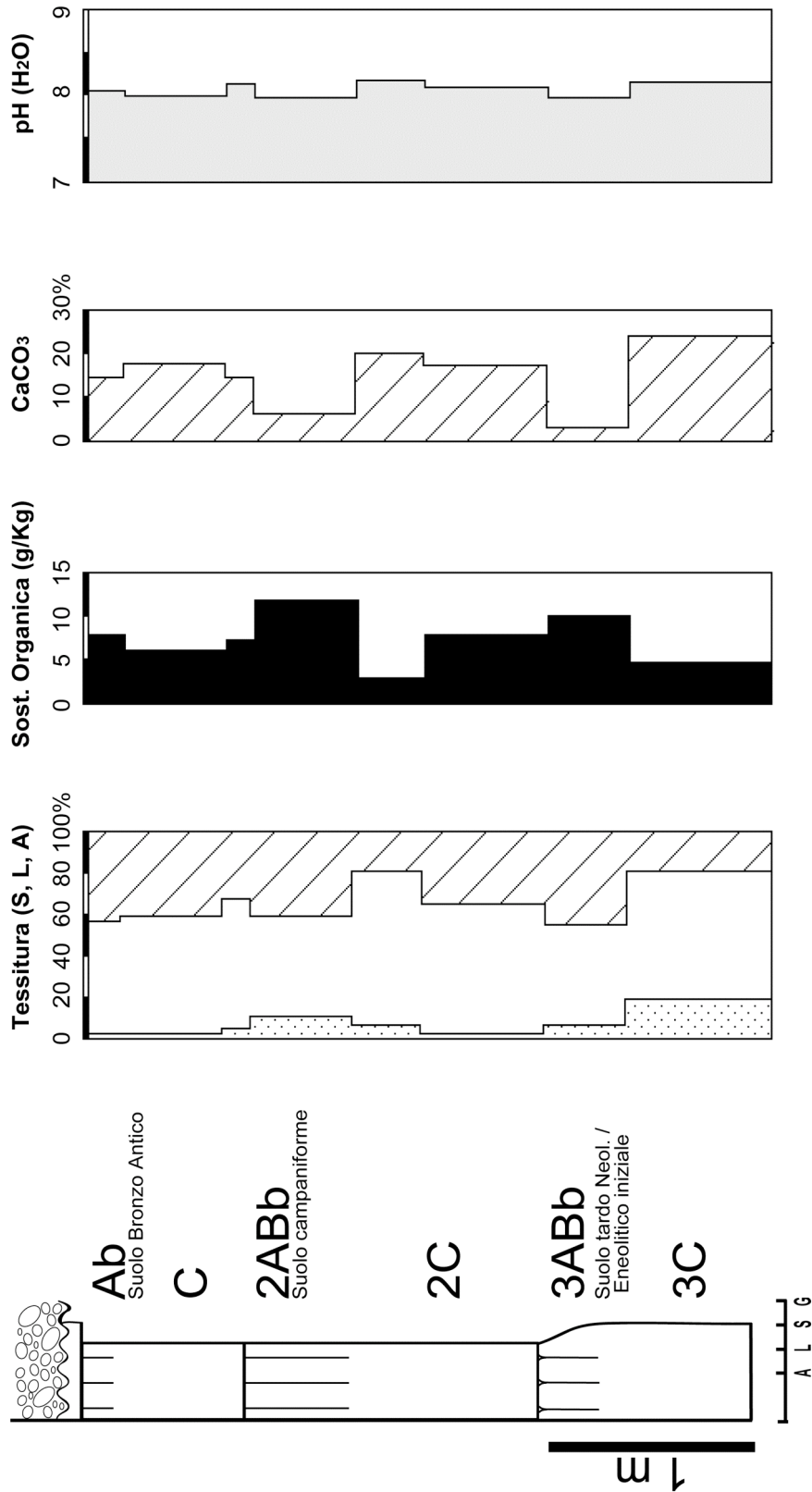
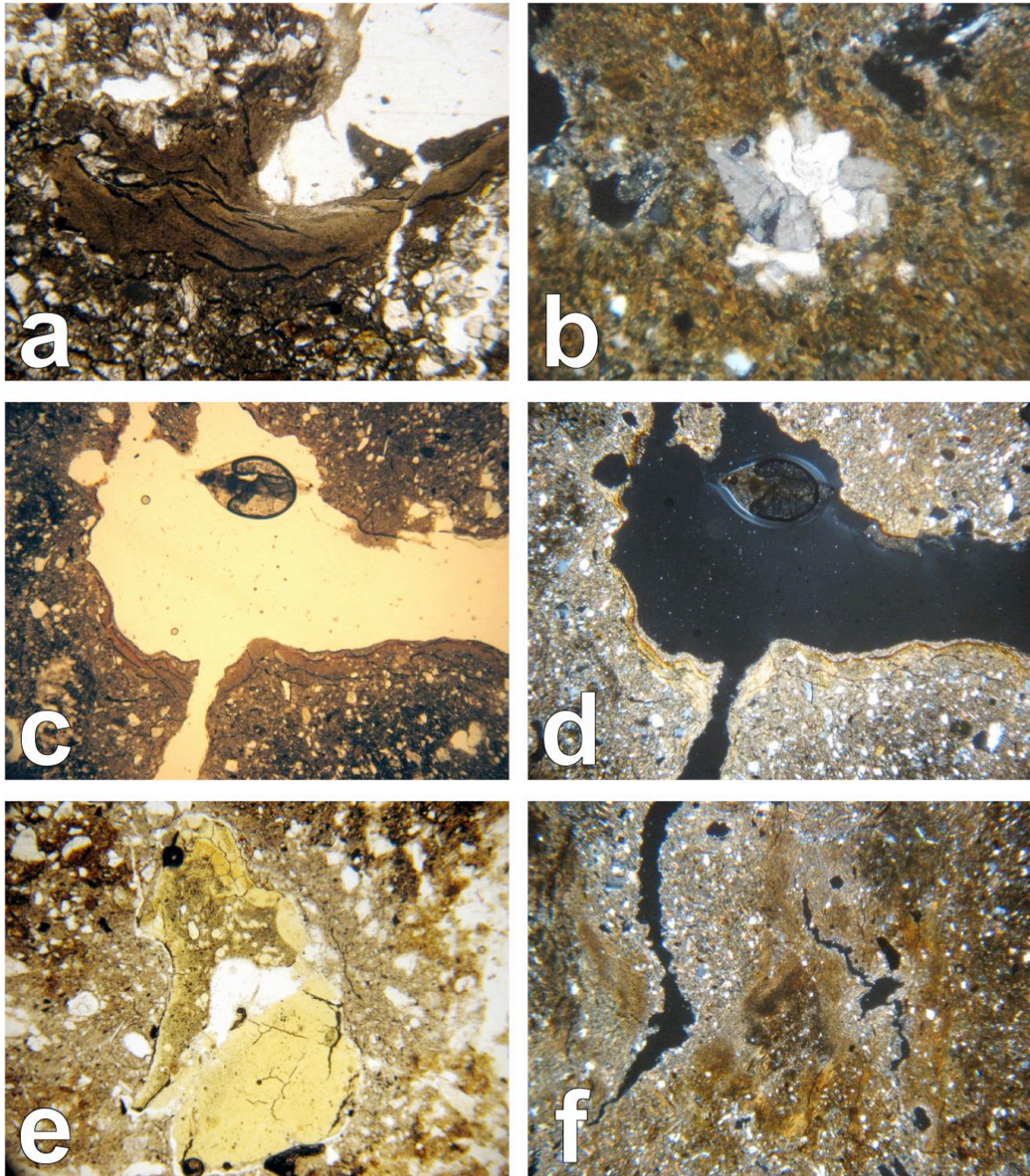


Fig 3.29 Rubiera, alveo del Secchia – Profilo pedo-stratigrafico e risultati delle analisi chimico-fisiche (modificato da: Salvioni 2006).



**Fig. 3.30** Rubiera (RE), alveo del f. Secchia: **(a)** Orizzonte 3C, suolo del Neolitico finale / Eneolitico iniziale. Rivestimento argilloso pulverulento. PPL 40x, lato lungo immagine pari a 2.3 mm.

**(b)** Orizzonte 3ABb, suolo del Neolitico finale / Eneolitico iniziale. Biosferoidi di calcite con contorni usurati, indice di decarbonatazione di un orizzonte superficiale. XPL 100x, lato lungo immagine pari a 1 mm.

**(c), (d)** Orizzonte 2C, suolo del Campaniforme. Rivestimento di argille pulverulente con sovrapposto un rivestimento di (idr)ossidi di ferro, più evidente nell'immagine a nichols incrociati.

PPL (c) ed XPL (d) 20x, lato lungo immagine pari a 4.5 mm. **(e)** Orizzonte 2C, suolo del Campaniforme. Frammento di escremento di carnivoro/onnivoro. PPL 40x, lato lungo immagine pari a 2.3 mm.

**(f)** Orizzonte 2ABb, suolo del Campaniforme. Intercalazioni di argille pulverulente. XPL 20x, lato lungo immagine pari a 4.5 mm.

### 3.5 Buco del Signore (RE), Via Manenti

#### 3.5.1 Introduzione

La località Buco del Signore si trova a Sud di Reggio Emilia, al di sopra del conoide olocenico del Crostolo. La sequenza pedo-stratigrafica qui esposta (Fig. 3.32; 3.33) è spessa 2.6 m e comprende due suoli sepolti intercalati a depositi alluvionali (facies di *overbank*). Essa è stata descritta ed analizzata dal dott. M. Salvioni (v. Salvioni 2006) in occasione di scavi archeologici d'emergenza.

Il caso di studio di Buco del Signore è interessante in quanto si tratta di un'area di *offsite*, probabilmente dedita a pratiche agrarie e non utilizzata per insediamento vero e proprio. La superficie del suolo inferiore, rinvenuto a ca. 2 m di profondità, presentava buche di palo, chiazze carboniose circolari e due aree ellittiche con ciottoli, terreno scottato e carboni. Il materiale archeologico rinvenuto era scarso e comprendeva un anellone litico e *debitage* di selce. Sulla base di tali materiali e della correlazione con vicini siti neolitici (Tirabassi 1987) è stato possibile ascrivere al Neolitico sia il suolo inferiore che quello superiore. Quest'ultimo presenta uno spessore ridotto (15-20 cm) e conteneva frequenti frammenti carboniosi.



**Fig. 3.32** Buco del Signore (RE), Via Manenti. Nella foto risalta il suolo sepolto neolitico stratigraficamente più basso, rinvenuto a ca. 2 m di profondità.

### 3.5.2 Risultati

La descrizione di terreno e le analisi chimico-fisiche (tessitura, contenuto di sostanza organica, carbonati, pH) sono state svolte dal dott. M. Salvioni (v. Salvioni 2006): i risultati sono presentati in Appendice I e II. I risultati dell'analisi delle sezioni sottili dagli orizzonti 3ABb e 2Ab (suoli ascritti al Neolitico) sono riportati in Appendice III.

#### 3.5.2.1 Analisi chimico-fisiche

La sequenza è composta prevalentemente da limi ed argille di facies di esondazione distale o *overbank*, da ricondursi al torrente Crostolo (v. Fig. 3.33). Il contenuto di argilla negli orizzonti del suolo inferiore è particolarmente elevato (35.2% in 3ABb e 32.4% in 3C), e spiega i marcati caratteri vertici osservati nelle sezioni sottili (v. *infra*). L'andamento dei carbonati mostra una forte flessione in corrispondenza del suolo sepolto, che è dunque completamente decarbonatato (il 2.6% di carbonati è da ricondursi interamente a ri-carbonatazione, come indicano le sezioni sottili). Il suolo superiore risulta invece soggetto ad una decarbonatazione appena incipiente (22.6% di carbonati). Sempre in corrispondenza del suolo inferiore si osserva un netto picco del contenuto della sostanza organica (15 g/Kg in 3ABb), mentre per il suolo superiore l'incremento relativo è meno marcato (7.8 g/Kg in 2Ab). I dati mostrano dunque che il suolo inferiore è maggiormente sviluppato, probabilmente in virtù di una più lunga ed intensa pedogenesi nel periodo Atlantico, mentre il suolo superiore è molto debolmente sviluppato.

#### 3.5.2.2 Analisi micromorfologiche

##### *Orizzonte 3ABb (suolo neolitico stratigraficamente inferiore)*

L'orizzonte appare completamente decarbonatato nella massa di fondo e nella frazione grossolana minerale, ed è stato successivamente ri-carbonatato come dimostra la formazione di iporivestimenti di calcite. La tessitura è molto fine, con scarsi granuli delle dimensioni delle sabbie (rapporto g/f 15/85). Dalla ricchezza in argilla discendono i marcati fenomeni vertici leggibili nell'orizzonte, come la massa di fondo con b-fabric striata incrociata con comuni porostriature e la microstruttura poliedrica angolare fortemente separata (v. Kovda Mermud 2010; Nettleton, Sleeman 1985). L'orizzonte presenta abbondante materia organica sostituita del ferro, indicante



condizioni di idromorfia. La ricchezza in sostanza organica potrebbe rimandare ad un originario orizzonte di superficie o “topsoil”. Tale interpretazione appare più plausibile nella sezione sottile IIA in quanto in essa sono presenti anche dei biosferoidi di calcite. La bioturbazione è marcatamente espressa dalle comuni figure di passaggio, ed in alcuni casi nei riempimenti con b-fabric a crescenti sono rimaneggiati dei frammenti di rivestimenti argillosi pulverulenti.

Carboni e materia vegetale combusta parzialmente, finemente ripartiti (<100 µm) e dispersi nella massa di fondo sono i primi indicatori dell’impatto antropico sul suolo durante il Neolitico. Ad essi si associano rari fitoliti allungati, frammenti di terreno scottato con contorni smussati (Fig. 3.34f) e figure tessiturali con argille pulverulente (Fig. 3.34d, e). Queste consistono in rivestimenti e soprattutto riempimenti sia stratificati (con alternanze di argille pulverulente ed argille limose) che non laminati (sole argille pulverulente). Tali indicatori rimandano a fenomeni di disturbo della superficie del suolo e ben si inquadrano con quanto osservato in *open area* sulla superficie di questo suolo: chiazze di carboni e terreno antropizzato con aree circolari di terreno combusto, interpretati come legati a pratiche di deforestazione mediante incendio e di messa a coltura nel Neolitico.

#### *Orizzonte 2Ab (Suolo neolitico stratigraficamente superiore)*

L’orizzonte in esame è leggermente più ricco in sabbie rispetto a 3ABb ed ha una tessitura franco-limo-argillosa. Esso è ancora fortemente calcareo sia nella massa di fondo (b-fabric cristallitica) sia nella frazione grossolana, per la presenza di calcite detritica delle dimensioni dei limi e delle sabbie molto fini/fini. L’orizzonte è inoltre ri-carbonatato, come attestano i numerosi iporivestimenti di calcite micritica. Diversi indicatori permettono di identificare 2Ab come un originario orizzonte superficiale. Essi sono innanzitutto i numerosi biosferoidi di calcite, seguiti dalla presenza di materia organica sostituita dal ferro e dai frequenti gusci di gasteropodi, sia interi che frammentati.

L’impatto antropico è particolarmente evidente, soprattutto per la ricchezza in carboni di varie dimensioni (da sotto i 100µm a centimetrici) dispersi nell’orizzonte. In alcuni casi i frammenti più grossolani sono identificabili come carboni di caducifoglie (Fig. 3.33a). Sono inoltre presenti frammenti di terreno scottato con contorni smussati e rivestimenti di argille pulverulente e fitoliti (Fig. 3.33c). Nella sezione sottile II tali rivestimenti si riscontrano con maggiore frequenza all’interno del lume cellulare dei

frammenti carboniosi (Fig. 3.33b), forse ad indicare che la dispersione delle argille fu favorita dalla presenza di cenere (ash-induced dispersion; v. Courty et al. 1989). Nel campione IIA i rivestimenti sono esclusivamente all'interno di canali ed aumentano verso il basso.

In questo suolo le tracce di disturbo del topsoil sono più marcate che in quello inferiore, nonostante sia calcareo fino in superficie e dunque più resistente all'impatto delle gocce di pioggia o slaking superficiale (v. Jongerius 1970, 1983; Limbrey 1992; Usai 2001). Tali indicatori rimandano dunque a significativi fenomeni di disturbo della superficie del suolo.

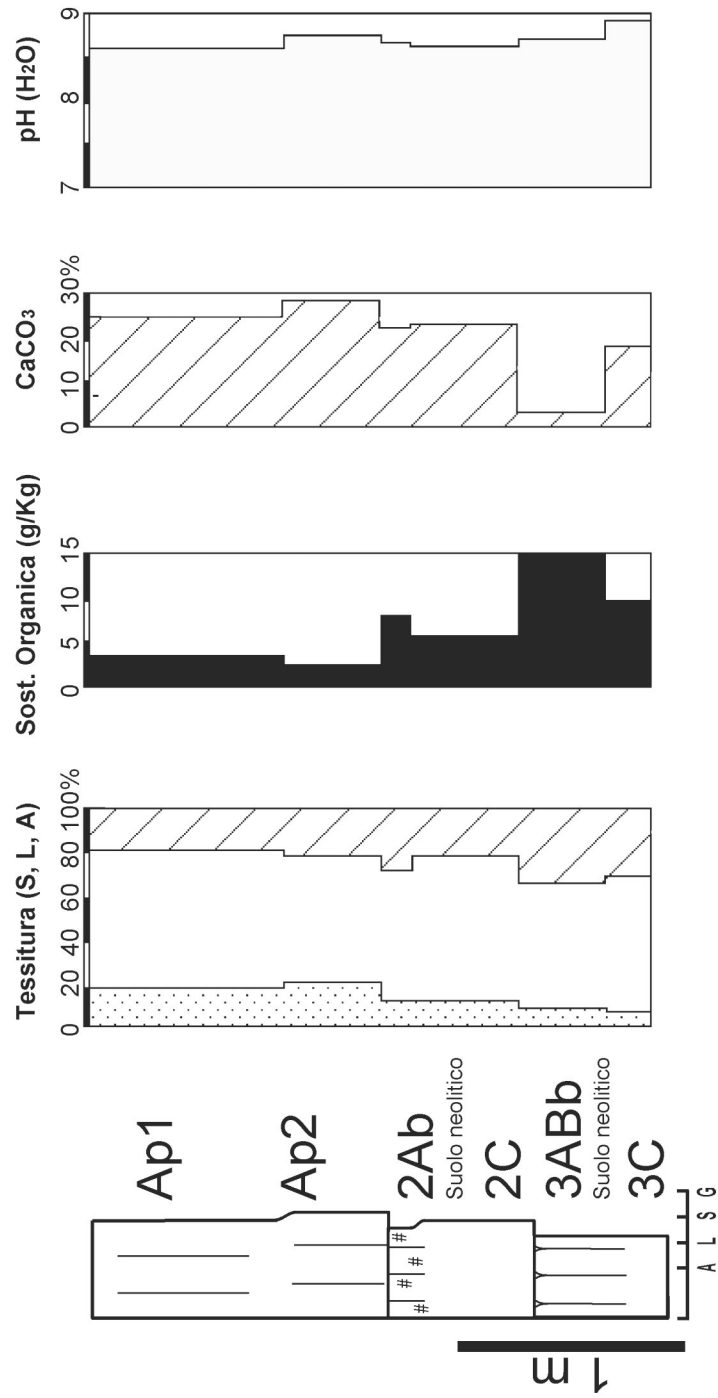
### 3.5.3 Interpretazione

La sequenza è composta da depositi di alluvione distale o *overbank* intercalati a due momenti di biostasia marcati da altrettanti suoli sepolti. I depositi di alluvione distale sono riconducibili al torrente Crostolo, il cui alveo attuale è posto a poche centinaia di metri ad Ovest del sito. Il suolo inferiore (3ABb) appare moderatamente sviluppato. Esso è completamente decarbonatato, era originariamente ricco in materia organica ed interessato da forti fenomeni vertici. Tale suolo testimonia dunque un clima di tipo *leaching* con un regime idraulico contrastato, tale cioè da permettere l'alternanza di espansione e contrazione delle argille. Su tale suolo si imposta la frequentazione del Neolitico che, come denunciato da evidenze di scavo ed analitiche, implica pratiche di deforestazione mediante incendio e di probabile messa a coltura in un'area di fuori-sito. Le evidenze appena esposte per 3ABb sono molto simili a quanto osservato nel suolo del Neolitico medio (VBQ II) esposto nella sequenza di Taneto – S. Ilario d'Enza (v. Cap. 3.1). Anch'esso infatti è stato interpretato come un *topsoil* ricco in sostanza organica decarbonatato, vertico e sottoposto a deforestazione mediante incendio.

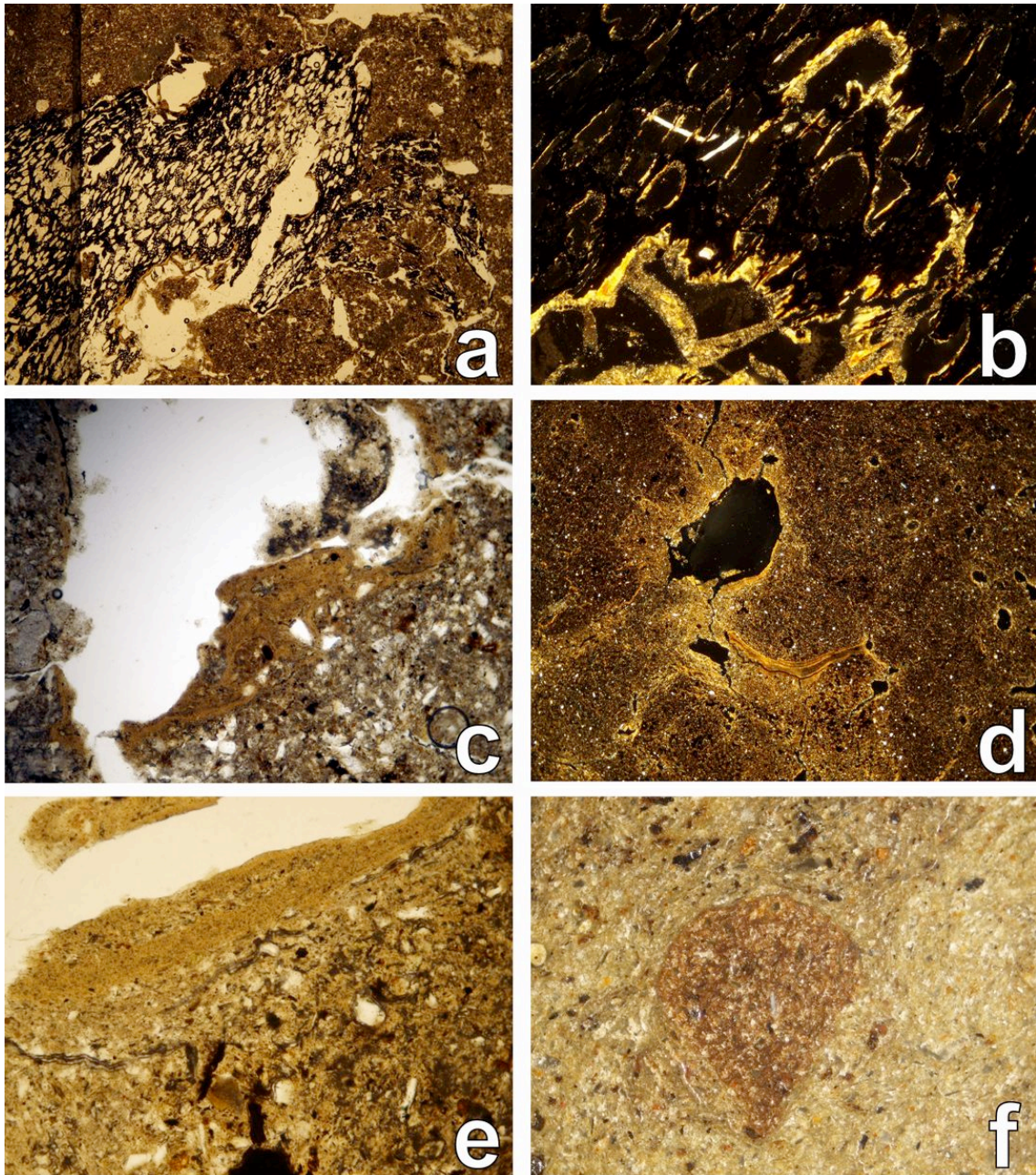
La seconda fase di pedogenesi osservabile nella sequenza di Buco del Signore appare meno intensa e con ogni probabilità più breve rispetto alla prima. Essa porta alla formazione di un orizzonte superficiale (2Ab) non decarbonatato, se non in maniera incipiente, con forti tracce di incendio (carboni, terreno scottato) e di disturbo della superficie del suolo (figure tessiturali con argille pulverulente). Tra tutti i suoli neolitici – o atlantici – osservati nel presente studio, 2Ab appare quello meno fortemente evoluto, e presenta maggiori similitudini con suoli del Sub-boreale, quali ad esempio quelli della sequenze di Taneto – S. Ilario d'Enza (orizzonte 3Ab; US 2) e

di Rubiera (orizzonte 3ABb). Non si esclude dunque che la datazione al radiocarbonio o lo studio degli scarsi materiali archeologici da questo suolo sepolto potranno permettere un'attribuzione dello stesso al tardo Neolitico o al primo Eneolitico.

**Buco del Signore (RE)**  
Via Manenti



**Fig . 3.33** Buco del Signore , Via Manenti– Profilo pedo-stratigrafico e risultati delle analisi chimico-fisiche (modificato da: Salvioni 2006).



**Fig. 3.34** Buco del Signore (RE), Via Manenti. **(a)** Sezione sottile I; Orizzonte 2Ab, suolo Neolitico. Frammenti di carbone dispersi nell'orizzonte. A sinistra si osserva un grosso frammento di legno di caducifoglie. A destra l'andamento "a crescenti" dei carboni indica che la bioturbazione è responsabile della loro frammentazione e dispersione. PPL 20x, lato lungo immagine pari a 4,5 mm. **(b)** Dettaglio di (a): rivestimenti argillosi all'interno del lume cellulare dei carboni. PPL 100x, lato lungo immagine pari a 1 mm. **(c)** Sezione sottile IA; Orizzonte 2Ab, suolo Neolitico. Rivestimento di argille pulverulente all'interno di un canale. PPL 100x, lato lungo immagine pari a 1 mm. **(d)** Sezione sottile II; Orizzonte 3ABb, suolo Neolitico. Riempimento stratificato di argille pulverulente alternate ad argille limose. XPL 20x, lato lungo immagine pari a 4,5 mm. **(e)** Sezione sottile II; Orizzonte 3ABb, suolo Neolitico. Dettaglio di un rivestimento stratificato con livelli di argille pulverulente a differente contenuto di limo. PPL 200x, lato lungo immagine pari a 0,5 mm. **(f)** Sezione sottile IIA; Orizzonte 3ABb, suolo Neolitico. Frammento di terreno scottato. OIL 100x, lato lungo immagine pari a 1 mm.



## 3.6 Il Ghiardo (Quattro Castella, RE)

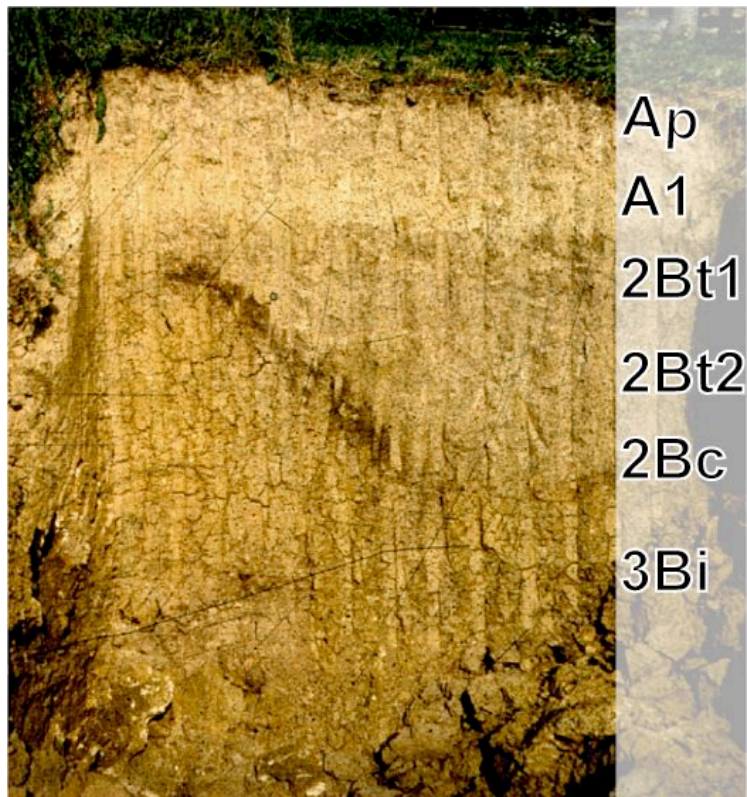
### 3.6.1 Introduzione

Due profili pedo-stratigrafici sono stati descritti nell'area del Ghiardo (Quattro Castella, RE), a 120 m s. l. m, sulla superficie di un terrazzo del Pleistocene medio (v. Cap. 1.2). Alla base della sequenza vi sono argille fluviali del Pleistocene medio-inferiore, sollevate e deformate ad anticlinale per l'attività di una struttura sepolta (Cremaschi 1987; Carnicelli et al. 2004). Tali argille sono localmente pedogenizzate, e sono talora troncate da una superficie di erosione o *glacis* pedemontano (Cremaschi 2000). A partire di tale superficie di erosione ha avuto luogo la formazione di un Vertisuolo, al di sopra del quale sono stati rinvenuti numerosi manufatti litici del Paleolitico, raccolti e posizionati durante lo scavo archeologico che ha avuto luogo tra il 1981 ed il 1984 (Cremaschi, Cristopher 1984; Cremaschi, a cura di 1990). Due date di termoluminescenza sono disponibili da manufatti con tracce di esposizione al fuoco. Esse sono  $61.000 \pm 9000$  y BP e  $73.000 \pm 11.000$  y BP (Cremaschi 2000). Visto l'ampio margine di errore le due datazioni sono da ritenersi coincidenti e rimandano l'età dell'industria litica al musteriano (inizio Pleistocene superiore).

La superficie di frequentazione paleolitica è coperta da una coltre di circa 1.5 m di loess, la cui deposizione ebbe inizio all'inizio del primo Pleniglaciale e continuò durante il Pleistocene superiore. Il limite tra le argille fluviali ed il loess ha un andamento fortemente ondulato, contrastante con la morfologia piana della superficie attuale. Esso è l'esito del processo di espansione e contrazione delle argille fluviali, ricche in vermiculite (v. Cremaschi, a cura di 1990), il quale ha dato luogo ad una forma di micro-rilievo nota come *gilgai* o *mukkara* (v. Schatezl, Anderson 2005).

Le due sequenze esaminate sono simili dal punto di vista dell'articolazione in orizzonti (Fig. 3.35; 3.36). Esse presentano alla base il vertisuolo (orizzonte 3Bi), caratterizzato dalla tessitura fortemente argillosa e dalle numerose facce di scivolamento. Un limite fortemente ondulato separa il vertisuolo dalla coltre di loess soprastante nel quale vi sono un orizzonte ricco in concrezioni ferro-manganesifere dure (2Bc) e due orizzonti illuviali (2Bt2 e 2Bt1). Un limite abrupto planare separa il più alto degli orizzonti illuviali (2Bt1) dall'orizzonte E, il quale si trova immediatamente al di sotto dell'arativo moderno (Ap). Entrambi questi orizzonti contengono frammenti ceramici molto usurati e corrosi, ascrivibili all'Eneolitico. I

suoli dell'area del Ghiardo sono stati classificati come *Haplic Luvisol* (FAO 1998) o come *Aquic Haplustalf* (Soil Survey Staff 1999) (Carnicelli et al. 2004).



*Fig. 3.35 Ghiardo (Quattro Castella, RE), profilo 1.*



*Fig. 3.36. Ghiardo (Quattro Castella, RE), profilo 2.*



### 3.6.2 Risultati

Le descrizioni di terreno e le analisi chimico-fisiche per i due profili esaminati (tessitura, contenuto di sostanza organica, carbonati, pH, capacità di scambio cationico e saturazioni in basi) sono presentate in Appendice I e II. Le sezioni sottili sono state studiate accostando alla descrizione standard (secondo la terminologia di Stoops 2003) un conteggio per intervalli di 1 cm di spessore (v. Kemp 1997). Questo è stato fatto per evidenziare le variazioni di alcuni inclusi (ad es. i carboni) e figure pedologiche (noduli, rivestimenti argillosi ecc.) con la profondità. Pertanto, diversamente dalle sezioni sottili degli altri casi di studio, i risultati vengono presentati in Appendice III mediante tabelle schematiche.

#### 3.6.2.1 Analisi chimico-fisiche

##### *Profilo 1*

Dal punto di vista tessiturale i limi sono dominanti (66-77%) nell'intervallo Ap-2Bc, a confermare che la parte superiore del profilo corrisponde ad una coltre di loess alterata. Un lieve incremento del contenuto di argilla è riscontrabile negli orizzonti 2Bt1 e 2Bt2 (30% e 26% rispettivamente) in conseguenza del processo di illuviazione. L'orizzonte 3Bi, sviluppatosi su argille fluviali del Pleistocene medio inferiore, ha invece una tessitura argillosa (53% di argille). Il pH si mantiene su livelli leggermente acidi o neutri e mostra una tendenza alla diminuzione verso l'alto del profilo, così come la saturazione in basi e la capacità di scambio cationico. Tali parametri sono più bassi negli orizzonti Ap ed E rispetto agli orizzonti sottostanti in conseguenza di processi di degrado delle argille (ad es. ferrolisi,– v. *infra*). Il carbonio organico è presente in quantità modeste (0.7%) nel solo orizzonte Ap, probabilmente anche in virtù di concimazioni moderne.

##### *Profilo 2*

Anche nel Profilo 2 le analisi tessiturali mettono in luce la differenza litologica tra le argille fluviali di base ed il loess soprastante. Nella parte superiore (orizzonti Ap-2Bc) dominano infatti i limi (61.4-67.1%) e la tessitura è franco limoso argillosa. L'orizzonte basale (3Bi) è invece più ricco in argille (39.5%) ed ha una tessitura argilloso-limoso. Il profilo appare interamente decarbonatato, ma il complesso di scambio è ancora quasi completamente saturato da cationi basici sia nel loess (92.1%-

95.5%) che, in maniera minore, nelle argille fluviali sottostanti (89.3%). Il pH va da alcalino a leggermente basico e tende a diminuire verso l'alto del profilo. Anche la capacità di scambio cationico mostra a tendenza diminuire verso l'alto, in virtù dei già citati processi di degradazione delle argille (ferrolisi) nella parte superiore del profilo. Il carbonio organico è presente nei soli orizzonti E, 2Bt1 e 2Bt2 in quantità molto modeste (0.37-0.13%) e decresce procedendo verso il basso.

### 3.6.2.2 Analisi micromorfologiche

#### *Orizzonte 3Bi*

Il campione presenta una tessitura molto fine, con un rapporto g/f pari a 20/80. Esso mostra diverse caratteristiche riconducibili ai marcati fenomeni vertici che hanno interessato le argille fluviali su cui esso si è sviluppato (v. Kovda, Mermut 2010; Nettleton, Sleeman 1985). La porosità è infatti costituita prevalentemente da vuoti planari, spesso accomodati e talvolta con andamento “a zig-zag”, i quali descrivono degli aggregati poliedrici angolari. In secondo luogo, la b-fabric è di tipo striata incrociata, con frequenti granostriature attorno agli elementi più grossolani ed occasionali porostriature in associazione ai vuoti planari. Il campione contiene inoltre degli aggregati rimaneggiati di colore marrone rossastro (PPL) delle dimensioni delle sabbie grossolane, più abbondanti nella parte inferiore. Essi sono interpretabili come frammenti di rivestimenti argillosi o *papulae* (*sensu* Brewer 1964), rimaneggiati dall'espansione-contrazione delle argille.

Tra le figure pedologiche di ossido-riduzione vanno annoverati noduli ortici di Fe/Mn ed iporivestimenti di Fe/Mn attorno a vuoti planari. Tali iporivestimenti sono presenti anche in corrispondenza delle papule e talvolta sono deformati dai processi vertici. Le figure di ossido-riduzione *in situ* (noduli ortici) indicano un moderato grado di idromorfia dell'orizzonte.

#### *Orizzonte 2Bc*

L'orizzonte è caratterizzato da una matrice ancora molto ricca in argille con scarsa frazione limosa all'interno della quale sono dispersi comuni noduli di Fe e di Fe/Mn. Tra di essi è possibile distinguere tre tipi ricorrenti. Il primo corrisponde a noduli di Fe e Fe/Mn ortici, ben arrotondati, tipici e concentrici (Fig. 3.38b). Il secondo tipo

consiste in noduli anortici, cioè rimaneggiati e derivanti da orizzonti diversi da quelli in cui si rinvenivano (Fig. 3.38a). Tali noduli presentano infatti una tessitura limosa e contengono spesso volte rivestimenti e riempimenti di argilla limpida microlaminata. Essi inoltre hanno limiti abrupti con la massa di fondo circostante e morfologia ben arrotondata. Questi noduli si sono dunque formati originariamente nei soprastanti orizzonti illuviali in loess (2Bt1 e 2Bt2) e sono stati rimaneggiati nell'orizzonte 2Bc dai fenomeni vertici. Un terzo tipo è costituito da rari noduli di ferro di tipo nucleico (Fig. 3.38c), cioè noduli formatisi attorno ad un elemento grossolano centrale, i quali presentano al loro interno frammenti di carbone (da 0.2 a 1.5 mm). Tali carboni derivano dalla superficie di frequentazione antropica musteriana, poi sepolta dalla coltre di loess. Essi sono stati impregnati dagli (idr)ossidi di ferro connessi alla presenza di una falda idrica sospesa al passaggio tra argille fluviali e coltre di loess (v. *infra*).

#### *Orizzonti 2Bt2, 2Bt1*

L'orizzonte 2Bt2 possiede una microstruttura poliedrica angolare, localmente lamellare (Fig. 3.38d). La dimensione degli aggregati tende diminuire verso l'alto, caratteristica rilevata anche sul terreno. La porosità intrapedale è composta da canali e cavità, i quali testimoniano l'attività della fauna del suolo in questa parte del profilo. In sezione sottile risalta la presenza di particelle opache finemente frammentate (10-40 µm) composte da carboni e materia vegetale parzialmente combusta (Fig. 3.38e). Tale identificazione è basata sulla morfologia di tali particelle, che è quella dei tessuti vegetali, differente da quella di granuli minerali opachi. Essa è inoltre corroborata dall'osservazione in luce obliqua incidente (OIL), che ha permesso di distinguere le particelle carboniose dagli (idr)ossidi di manganese, non essendo presente la lucentezza metallica che caratterizza questi ultimi. L'orizzonte 2Bt2 è caratterizzato dalla giustapposizione di domini svuotati dal ferro (con colore grigio-marrone chiaro in PPL) ed aree invece fortemente impregnate da quest'ultimo, spesso attraversate da vuoti planari. In tali aree si osservano rivestimenti e riempimenti argillosi limpidi *in situ* o debolmente rimaneggiati. Essi sono microlaminati ed esibiscono colori di interferenza che vanno dal rosso del 1° ordine al blu del 2° ordine. Nei domini svuotati del ferro, i rivestimenti argillosi sono invece unicamente frammentati e rimaneggiati, spesso come *papulae* con contorni smussati o forma allungata. Tali

rivestimenti esibiscono inoltre colori di interferenza molto più bassi rispetto a quelli nelle aree ferruginose, prevalentemente grigio-giallo del 1° ordine.

Il contrasto tra aree svuotate ed aree arricchite in ferro tende a diminuire nella parte inferiore orizzonte 2Bt1, in quanto il grado di impregnazione di queste ultime è più basso. Nella parte inferiore dell'orizzonte 2Bt1 i rivestimenti argillosi sono anche molto meno rimaneggiati o frammentati rispetto all'orizzonte sottostante, e a differenza di quest'ultimo presentano sempre colori di interferenza alti (rosso 1° ordine - blu 2° ordine). Il miglior grado di conservazione delle figure pedologiche tessiturali è da ricondursi al fatto che la parte superiore della coltre di loess è stata meno rimaneggiata dall'attività del gilgai legato alle argille del vertisuolo sottostante. Inoltre, anche i fenomeni di idromorfia appaiono essere stati più marcati nella zona di contatto tra argille fluviali (le quali favorivano la presenza di una falda idrica sospesa in conseguenza della loro impermeabilità) e loess, per diminuire di intensità verso l'alto. Anche nell'orizzonte 2Bt1 il conteggio ha messo in luce la presenza di frequenti carboni finemente frammentati dispersi nell'orizzonte. Essi mostrano una tendenza a diminuire verso l'alto, per poi aumentare di nuovo nell'orizzonte E.

#### *Orizzonte E*

Nell'orizzonte E, e già a partire dalla parte superiore dell'orizzonte 2Bt1, la microstruttura è determinata dai canali, ad indicare una modesta attività biologica verso l'alto della sequenza. La bioturbazione non è stata abbastanza intensa per obliterare la particolare morfologia data dalle aree ossidate e da quelle svuotate del ferro, nell'intervallo che comprende l'orizzonte E e la parte superiore di 2Bt1. Tale intervallo è infatti caratterizzato da un'alternanza di bande orizzontali di 3-5 mm di spessore in cui il ferro è ossidato ed impregna fortemente il terreno e bande di medesimo spessore svuotate dal ferro di colore grigiastro (Fig. 3.37). Tali figure post-deposizionali ricalcano probabilmente delle originarie laminazioni e sono riconducibili a condizioni di forte saturazione idrica nella parte superiore del profilo, al di sopra degli orizzonti illuviali. Nell'orizzonte in esame sono ravvisabili tracce dei processi pedogenetici di ferrolisi e planosolizzazione, i quali occorrono spesso congiuntamente (Schaetzl, Anderson 2005). La ferrolisi è un processo di alterazione degli orizzonti E (o Eg). Essa deriva dai ripetuti cicli di ossidazione e riduzione determinati in genere da una falda sospesa sopra l'orizzonte Bt, formatasi quando i pori di quest'ultimo sono completamente occlusi da argille illuviali (v. Brinkman

1970; Schaetzl, Anderson 2005). Nell'orizzonte E del suolo del Ghiardo la ferrolisi è denunciata non solo dalla giustapposizione di aree fortemente svuotate del ferro ed aree screziate, ma anche dalla diminuzione verso l'alto della capacità di scambio cationico e della saturazione in basi e dalla presenza di clorite derivante dall'alterazione dei minerali argillosi (v. Cremaschi, a cura di 1990). Il passaggio abrupto e planare tra l'orizzonte eluviale E ed il sottostante orizzonte argilloso Bt1, sia a livello di colore che di struttura, determinato dai processi sopra descritti, è caratteristico dei *Planosols* (v. Duchaufour 1983).

L'attività biologica non ha inoltre obliterato del tutto le strutture sedimentarie che caratterizzano l'orizzonte: in esso sono infatti presenti laminazioni piano-parallele e croste interne (ingl.: *micropans*) composte da alternanze di limi ed argille (Fig. 3.39a). All'interno di tali croste sono riconoscibili frammenti carboniosi o di materiale vegetale parzialmente combusto, oltre a *papulae* la cui morfologia arrotondata denota un forte rimaneggiamento. Nell'orizzonte vi sono inoltre pedorelitti e noduli di ferro anortici derivanti dall'erosione di originari orizzonti Bt, come dimostra la presenza, sia in tali noduli che nei pedorelitti, di frammenti di rivestimenti argillosi o *papulae* (Fig. 3.39c, d). Questi indicatori rimandano a processi di dilavamento, colluvio e ruscellamento superficiale (v. Bertrand, Texier 1999 e Cap. 1.5). Due generazioni di figure tessiturali sono riconoscibili in sezione sottile. Da un lato vi sono rivestimenti di argille limpide e laminate. Dall'altro sono molto frequenti rivestimenti e riempimenti stratificati composti da alternanze di argille pulverulente ed argille limose (Fig. 3.39b). Queste ultime figure sono riconducibili a condizioni di denudamento e disturbo della superficie del suolo. Non è stato possibile stabilire quale delle due tipologie di figure tessiturali si sia formata per prima. Tuttavia entrambe sono pre-esistenti all'instaurarsi delle condizioni di idromorfia in questa parte del profilo, e si osservano sia in corrispondenza delle bande svuotate del ferro che in quelle in cui esso è ossidato.

Frammenti carboniosi sono presenti nell'orizzonte E sia sotto forma di particelle finemente frammentate disperse nella massa di fondo (oltre che all'interno di figure pedologiche tessiturali e in lamine) sia come frammenti più grossolani (0.2-0.8 mm). Alcuni frammenti carboniosi sono intrappolati all'interno di noduli di ferro nucleici disortici. Si tratta cioè di noduli nei quali i frammenti carboniosi costituiscono il nucleo centrale, e che sono rimaneggiati all'interno dell'orizzonte dove si erano originariamente formati (Fig. 3.39e). Tali noduli testimoniano che i processi erosivi e

le condizioni di idromorfia sono successive all'ingresso del carbone nel suolo, e dunque all'impatto antropico. La presenza antropica è testimoniata anche da alcuni frammenti ceramici a contorni molto usurati visibili in sezione sottile (Fig. 3.39f).

### 3.6.3 Interpretazione

La frequentazione musteriana è inquadrabile nello *stage* isotopico 4, in un ambiente freddo e secco nella fase ascendente del primo Pleniglaciale (Cremaschi 2000). La sedimentazione del loess è attiva già in questa fase, come dimostrano le tracce dell'impatto dei granuli di quarzo sui manufatti (Cremaschi, a cura di 1990), e continuerà per tutto il Pleistocene superiore. Indicatori micromorfologici di suolo congelato sono rilevabili alla base del loess, nell'orizzonte 2Bt2, dove la struttura lamellare può essere ricondotta a fenomeni di congelamento (*freezing*) oppure *ice lensing* a carattere stagionale/periodico (Van Vliet-Lanöe 1998). La presenza di manufatti affetti da crioclastismo è stata inoltre osservata nell'orizzonte 2Bc (Cremaschi, Van Vliet-Lanöe 1991), e ben si inquadra con condizioni periglaciali. I carboni e la materia vegetale combusta parzialmente, finemente frammentati e dispersi nel loess sono identificabili come esito della combustione di erbacee o arbusti, probabilmente derivanti da incendi naturali che avevano luogo in un ambiente di steppa arida. Essi sono stati trasportati dal vento e sono conservati all'interno dell'intero spessore di loess, ad indicare condizioni glaciali fredde e aride (Wang et al. 2005; Huang et al. 2006). I carboni sopra menzionati sono ascritti ad incendi naturali e non ad attività antropiche sulla base della particolare antichità dei sedimenti all'interno dei quali si trovano, essendosi la coltre di loess del Ghiardo deposta nell'arco del tardo Pleistocene (come confermano recenti datazioni mediante luminescenza otticamente stimolata; Cremaschi, comunicazione personale).

La pedogenesi dell'Olocene, ed in particolare del periodo Atlantico, ha comportato la decarbonatazione del loess e la formazione di due orizzonti illuviali, legati ad una copertura con foresta di latifoglie in clima a stagioni contrastate (v. Duchaufour 1983). L'aumento delle precipitazioni nell'Olocene ha portato anche alla formazione di una falda al passaggio tra il loess e le argille fluviali di base. L'attività di tale falda è riconoscibile nei numerosi noduli ferro-manganesiferi dell'orizzonte 2Bc. I processi di illuviazione di argilla, di ossido-riduzione (formazione dei noduli) e di espansione e contrazione delle argille (che portarono all'attivazione del gilgai) appaiono essere almeno in parte attivi contemporaneamente. Ciò è dimostrato dai rivestimenti argillosi

intrappolati nei noduli di Fe/Mn dell'orizzonte 2Bc. Tali processi sono tutti probabilmente riconducibili all'istaurarsi di un clima a stagioni contrastate durante l'Olocene iniziale e medio.

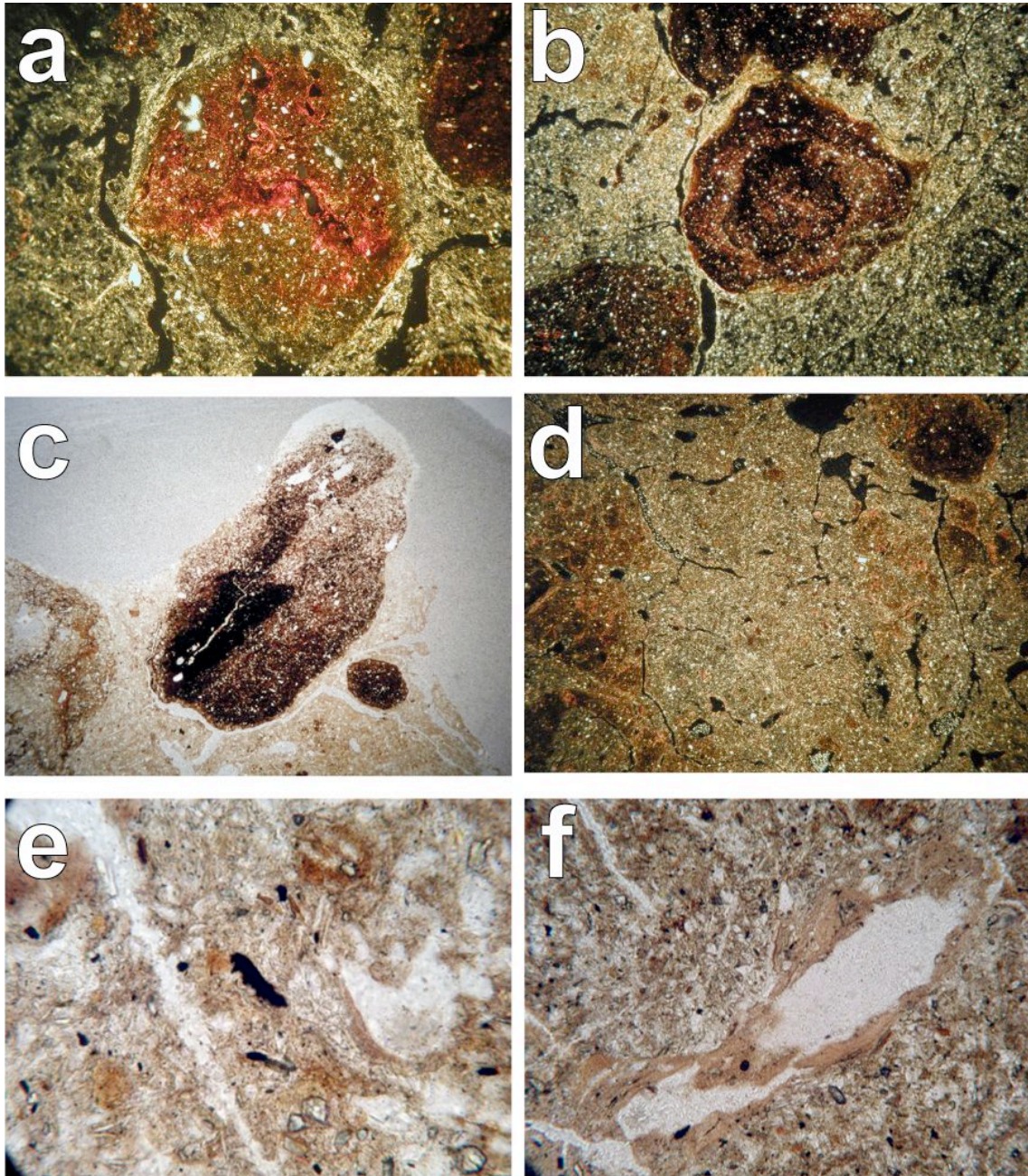
La parte superiore del profilo del Ghiardo è, come visto, caratterizzata da fenomeni di degrado del suolo (ferrolisi e planosolizzazione) legati alla presenza di una falda sospesa sopra gli orizzonti illuviali. Da un lato questa falda deriva – come visto – dal fatto che essi sono resi impermeabili dall'occlusione dei pori da parte delle argille illuviali. Dall'altro, anche la deforestazione eneolitica, testimoniata dai numerosi rivestimenti pulverulenti e dalla presenza di carboni e ceramica nel suolo, ha sicuramente diminuito ulteriormente la possibilità di infiltrazione delle acque nel terreno. Eliminando la copertura vegetale viene infatti meno l'effetto drenante degli apparati radicali, aumenta fortemente la quantità d'acqua che, non più assorbita dalla biomassa, ristagna nel suolo e diminuisce l'attività biologica che assicura la porosità del *topsoil* (v. Cap. 1.5). Tali condizioni hanno agevolato l'innescò dei processi di dilavamento e colluvio che sono ampiamente registrati nell'orizzonte E dalla presenza di croste interne, laminazioni e pedorelitti. Questi ultimi in particolare indicano che i processi erosivi che furono favoriti dalla deforestazione eneolitica portarono allo smantellamento dei suoli con orizzonti illuviali nelle aree circostanti.

L'impatto antropico nell'area del Ghiardo testimonia l'espansione delle comunità eneolitiche in aree con suoli profondi, acidi e poco permeabili, precedentemente evitate dagli agricoltori del Neolitico (v. Cremaschi 1990; Biagi et al. 1993). Nei profili del Ghiardo la deforestazione, probabilmente messa in atto mediante incendio, innescò una duplice forma di forte degrado del suolo, con un'entità non riscontrata negli altri siti analizzati. Da un lato infatti essa favorisce fenomeni di degrado chimico quali la ferrolisi e la planosolizzazione. Dall'altro, determina fenomeni di degrado fisico del suolo quali ruscellamenti superficiali ed erosione del *topsoil*.

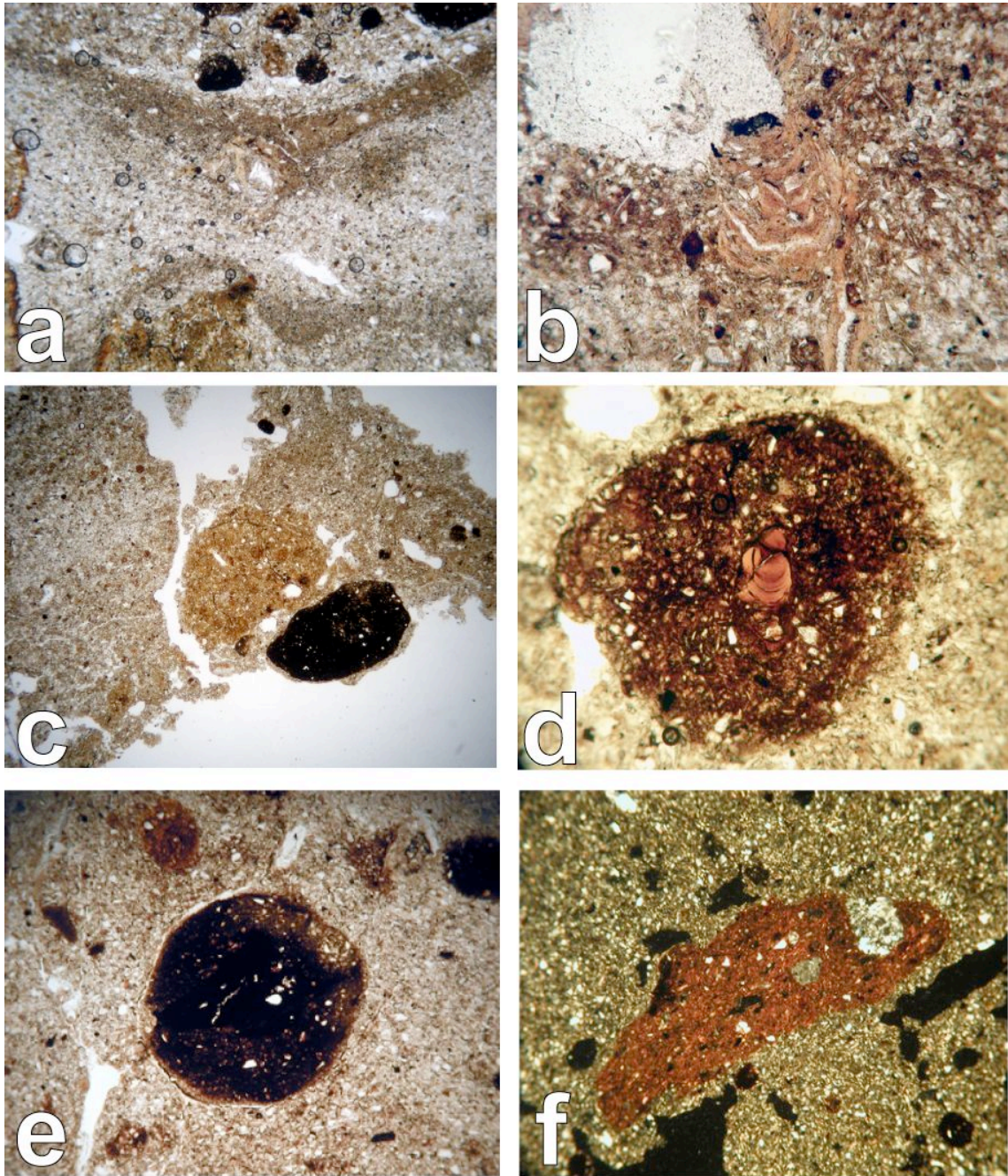


**Fig. 3.37** Sezione sottile dall'orizzonte E scannerizzata. Si noti la disposizione delle aree con screziature di ferro in relazione alle aree svuotate. Dimensioni reali 60x90 mm.





**Fig. 3.38** Il Ghiardo (Quattro Castella, RE): **(a)** Orizzonte 2Bc. Nodulo anortico di Fe. Si notino la tessitura limo-argillosa e la presenza di riempimenti di argilla limpida microlaminata. Noduli di questo tipo si sono formati originariamente nei soprastanti orizzonti illuviali in loess (2Bt1 e 2Bt2) e sono stati rimaneggiati nell'orizzonte 2Bc dai fenomeni vertici. XPL 40x, lato lungo immagine pari a 2.3 mm. **(b)** Orizzonte 2Bc. Noduli di Fe e Fe/Mn ortici di tipo concentrico. PPL 20x, lato lungo immagine pari a 4.5 mm. **(c)** Orizzonte 2Bc. Nodulo di ferro di tipo nucleico, formatosi attorno ad un frammento di carbone originariamente presente sulla superficie di frequentazione musteriana. PPL 20x, lato lungo immagine pari a 4.5 mm. **(d)** Orizzonte 2Bt2, base. Microstruttura lamellare, riconducibile a fenomeni di congelamento del suolo e di formazione di lenti di ghiaccio (ice lensing). PPL 20x, lato lungo immagine pari a 4.5 mm. **(e)** Orizzonte 2Bt1. Frammenti di carbone e di materiale vegetale parzialmente combusto. PPL 200x, lato lungo immagine pari a 0.5 mm. **(f)** Orizzonte 2Bt2. Rivestimento argilloso contenente micro-particelle nerastre (frammenti di carbone e di materiale vegetale parzialmente combusto). PPL 100x, lato lungo immagine pari a 1 mm.



**Fig. 3.39** Il Ghiardo (Quattro Castella, RE): **(a)** Orizzonte E. Laminazioni con alternanze di limi ed argille. Si noti la presenza di un pedorelito di orizzonte Bt con contorni smussati al centro dell'immagine. PPL 20x, lato lungo immagine pari a 4.5 mm. **(b)** Orizzonte E. Rivestimento di argille pulverulente ed argille limose, indicante processi di disturbo della superficie del suolo connessi all'impatto antropico dell'Eneolitico. PPL 100x, lato lungo immagine pari a 1 mm. **(c)** Orizzonte E. Pedorelito derivante dallo smantellamento di suoli con orizzonti Bt. Si noti la morfologia arrotondata. PPL 20x, lato lungo immagine pari a 4.5 mm. **(d)** Orizzonte E. Nodulo di Fe anortico nucleico contenente un frammento di rivestimento argilloso. PPL 100x, lato lungo immagine pari a 1 mm. **(e)** Orizzonte E, nodulo di Fe anortico nucleico contenente un frammento di carbone. PPL 40x, lato lungo immagine pari a 2.3 mm. **(f)** Orizzonte E. Frammento di ceramica: si notino i contorni smussati a causa del rimaneggiamento e dell'acidità del terreno. XPL 40x, lato lungo immagine pari a 2.3 mm.

#### 4. CONCLUSIONI

Le sequenze pedo-sedimentarie studiate presso il margine appenninico centro-padano hanno fornito evidenze di un significativo cambiamento paleoambientale iniziato attorno a 5000 y BP, al passaggio tra il periodo Atlantico ed il Sub-boreale. Esse hanno anche permesso di osservare il concomitante cambiamento nelle modalità di gestione del suolo da parte delle comunità antropiche tra Neolitico ed Eneolitico.

La fase di biostasia della prima parte dell'Olocene (Boreale ed Atlantico, tra 9000 e 5000 y BP) ha portato nell'area di studio alla formazione di suoli profondi e rubefatti (*Sols bruns fersiallitiques; Haploxeralfs*) sulle porzioni prossimali dei conoidi pede-appenninici. Spostandosi verso le porzioni distali dei conoidi questi suoli passano in catena prima a fasi erose (Botteghino; barre ghiaiose a Parma – Via Guidorossi), poi nella piana alluvionale a suoli bruni spesso con spiccati caratteri vertici (Taneto / S. Ilario d'Enza; Buco del Signore; Parma – Via Guidorossi) o forte idromorfia (Rubiera). I processi che hanno portato alla formazione di questi suoli (decarbonatazione, ossidazione del ferro, illuviazione di argilla; espansione e contrazione delle argille) testimoniano il pedoclima xerico con stagioni contrastate ed accentuata stagione secca della cronozona atlantica. Questi sono i suoli sui quali ha luogo la frequentazione antropica del Neolitico. Tra di essi, quelli studiati nel presente lavoro recano tutti tracce di disturbo e denudamento della superficie del suolo e di incendio. Da una comparazione con i suoli dell'Eneolitico (v. *infra*), si desume tuttavia un impatto di più debole entità: numerosi sono inoltre i siti neolitici nei quali è attestata la rigenerazione del suolo forestale dopo fasi di deforestazione.

Con l'inizio del Sub-boreale (5000-2500 y BP), ed in particolare nella sua parte centrale (ca. 4500-3000 y BP), si osserva un importante cambiamento nei processi pedo-sedimentari al margine distale dei conoidi alluvionali e nella piana alluvionale (v. Cremaschi, Nicosia *in stampa*). Ha infatti luogo in tali aree una ripresa della sedimentazione, con deposizione di sedimenti fini, principalmente di facies di esondazione distale, intercalati a suoli di limitato spessore e debolmente evoluti. Questi ultimi indicano fasi di breve stabilità della superficie intervallate a riprese della sedimentazione alluvionale, e sono documentati lungo tutto il margine appenninico emiliano grazie alle datazioni sui suoli sepolti svolte dalla Regione Emilia Romagna. Questa sequenza pedo-sedimentaria mette in evidenza gli effetti sul sistema idrografico del mutamento climatico abrupto in senso freddo-umido del Sub-boreale.

Si aggiunge a questo quadro di accentuata instabilità geomorfologica anche la riattivazione sia sull'Appennino emiliano che sulle Dolomiti di movimenti di versante quiescenti sin dall'Ultimo Massimo Glaciale.

L'inizio del periodo Sub-boreale coincide anche con l'inizio della fase archeologica dell'Eneolitico. Con essa riprende la frequentazione antropica delle quote montane e delle vallate appenniniche, volta allo sfruttamento minerario ma soprattutto all'apertura di pascoli in quota. Questa comportava l'abbattimento e l'incendio della foresta (*slash and burn*), e portò alla riduzione dell'abetina e a fenomeni di erosione del suolo ampiamente riscontrati sia sull'Appennino emiliano che nel finitimo Appennino ligure. L'espansione delle genti eneolitiche in aree precedentemente non frequentate come i terrazzi medio-pleistocenici, probabilmente inadatti alla coltivazione dei cereali che costituiva il fulcro dell'economia neolitica, è testimoniata nel sito del Ghiardo, dove essa si espleta con pratiche di deforestazione mediante incendio.

Le zone distali dei conoidi pede-appenninici e la pianura emiliana, fino a pochi anni ritenute scarsamente popolate durante l'Eneolitico, si sono recentemente rivelate ricche di insediamenti. Questi presentano spesso tracce di deforestazione mediante incendio, quali cavità di sradicamento, ceppaie bruciate, vaste chiazze di terreno combusto e carboni. I suoli di alcuni dei siti studiati testimoniano che fin dalle fasi iniziali dell'Eneolitico i suoli sono fortissimamente disturbati e rimaneggiati dallo slash and burn (v. Cremaschi et al. *in stampa*). A Rubiera nel suolo del tardo Neolitico / Eneolitico iniziale (3ABb) ci sono tracce di forte disturbo della superficie del suolo, le quali ben si inquadrano con evidenze di estesa apertura del bosco per taglio ed incendio esposte in area (Cremaschi 1997). Esse sono correlabili a quanto osservato nel coevo suolo di Taneto/S. Ilario d'Enza (5Ab; US 73), che reca ceppaie combuste in superficie, e per il suolo fortemente disturbato e probabilmente della stessa età di Buco del Signore (2Ab). Tali tracce sono presenti anche nei suoli delle fasi più avanzate dell'Eneolitico, come dimostrato ad esempio dalle cavità di sradicamento ed incendio di piante di grandi dimensioni di Botteghino e da quelle relative a piante più modeste di Taneto/S. Ilario d'Enza (suolo 3Ab; US2). Inoltre, i suoli eneolitici di Botteghino (3ABb1) e di Parma – Via Guidorossi (3B1) sono suoli deforestati mediante incendio nei quali grandi quantità di fitoliti e carboni finissimi suggeriscono la presenza di probabili prati/pascoli. Questi ultimi erano sicuramente necessari negli insediamenti di pianura nel quadro dell'economia eneolitica, fondata come visto sul

pastoralismo transumante. Coesistono tuttavia in pianura siti ancora collocati in un contesto di foresta planiziaria, come ad esempio l'insediamento del Vaso Campaniforme di S. Ilario d'Enza (Barfield et al. 1975).

Dal punto di vista micromorfologico, nei suoli eneolitici le figure tessiturali con argille pulverulente – derivanti dal denudamento e dall'esposizione della superficie del suolo – sono molto più abbondanti rispetto ai suoli del Neolitico. Tuttavia, i suoli eneolitici sono tutti suoli fortemente calcarei ed esposti per un tempo notevolmente inferiore rispetto a quelli neolitici. Essi dovrebbero quindi essere meno soggetti a fenomeni di micro-erosione o *slaking* superficiale. Questa contraddizione rivela come l'impatto antropico eneolitico fu più marcato rispetto a quello neolitico, tenuto anche conto che in contesti neolitici sono rarissime le tracce macroscopiche da disboscamenti a mezzo di incendi. Ciò può confermare quel modello di *land management* neolitico basato su una più intensiva coltivazione di aree ristrette (si veda ad esempio il suolo dissodato del Neolitico medio di Parma – Via Guidorossi), cambiate di frequente in modo da permettere una rapida rigenerazione del suolo. Tale modello sarebbe alla base dei *flat extended sites* che caratterizzano questo periodo nell'Italia settentrionale.

Nell'Eneolitico invece, ed almeno in parte nel Bronzo Antico, le evidenze qui esaminate indicano una vera aggressione al manto vegetale con la pratica di deforestazione per slash and burn, che colpisce la fitta foresta sviluppatasi a partire dall'Optimum climatico oloenico e precedentemente mai messa in crisi. Dal punto di vista della genesi del suolo, è stato possibile osservare come la deforestazione eneolitica abbia causato cambiamenti poco marcati nell'evoluzione dei suoli della pianura alluvionale, esposti per brevi periodi prima di essere rapidamente seppelliti da alluvioni. Nei suoli di lunga durata come i suoli su loess del terrazzo del Ghiardo, nei quali invece la pedogenesi perdurava dall'inizio dell'Olocene, la deforestazione eneolitica ha marcatamente modificato l'evoluzione del suolo. In tale contesto, come visto, l'impatto antropico ha portato processi di forte degrado chimico e fisico degli originari Alfisuoli, causando fenomeni di forte idromorfia, ferrolisi, planosolizzazione ed erosione.

Il cambiamento delle modalità dell'uso del suolo nell'Eneolitico si staglia sullo sfondo dei forti cambiamenti climatico-ambientali innestatisi con la transizione dall'Atlantico al Sub-boreale. I due cambiamenti, quello climatico, legato a fattori esogeni quali la diminuzione dell'attività solare, e quello antropico, latore di una

sensibile riduzione della copertura vegetale in tutte le fasce altimetriche, devono essere considerati complementari. Questo potrebbe implicare che l'impatto antropico abbia amplificato, per lo meno alla scala regionale, fenomeni geomorfologici di aumento delle portate e di erosione già innescati dal cambiamento climatico (Cremaschi, Nicosia *in stampa*).

Le pratiche di gestione del territorio delle comunità eneolitiche corrispondono ad un nuovo modello di modificazione antropica dell'ambiente. Esse costituiscono il preambolo ai fenomeni ambientali che accompagneranno la capillare diffusione delle Terramare nella pianura padana tra la media età del Bronzo e l'età del Bronzo recente (XVII-XIII sec. BC). La cultura delle Terramare sarà infatti portatrice di un impatto antropico di magnitudine ancora maggiore, con massicce deforestazioni e modificazioni della rete idrica naturale, alle quali si accompagnano fenomeni di forte erosione dei suoli (Cremaschi 2009).

## 5. BIBLIOGRAFIA

**Accorsi C.A., Bandini Mazzanti M., Forlani L., Mercuri A. M., Trevisan Grandi G.** (1999) - An overview of Holocene forest pollen flora/vegetation of the Emilia Romagna Region – Northern Italy. *Archivio Geobotanico* 5, 3-27.

**Alessio M., Allegrì L., Bella E., Calderoni G., Cortesi C., Cremaschi M., Improta S., Papani G., Petrone V.** (1981) - Le datazioni  $^{14}\text{C}$  della pianura tardowurmiana ed olocenica dell'Emilia occidentale. *Contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia*. CNR, Progetto Finalizzato Geodinamica, Pubbl. 356, Rome, 1411-1435.

**Alfieri M. Bernabò Brea M., Bronzoni L., Mazzieri P.** (2008) - L'insediamento eneolitico di via Guidorossi a Parma. Poster presentato alla XLIII Riunione Scientifica IIPP "L'età del Rame in Italia" - Bologna, 26-29 novembre 2008.

**Allen J.R.L.** (1965) - A review of the origin and characteristics of recent alluvial sediments. *Sedimentology* 5, 89-191.

**Antonioli F., Vai G.B. (Eds.)** (2004) - *Litho-Palaeoenvironmental maps of Italy during the last two climatic extremes. Explanatory notes*. IGC Publication 32.

**Bagolini B., Barker G.W., Biagi P., Castelletti L., Cremaschi M.** (1987) - Scavi nell'insediamento neolitico di Campo Ceresole (Vhò di Piadena Cremona) 1974-1979. *Atti della XXVI Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Firenze 1985*, 455-466.

**Bakels C.C.** (1997) - The beginnings of manuring in Western Europe. *Antiquity* 71, 442-5.

**Barbacini G., Bernini M., Papani G., Rogledi S.** (2002) - Le strutture embriate del margine appenninico emiliano fra il T. Enza ed il F. Secchia – Prov. Di Reggio Emilia. *Atti del terzo seminario sulla cartografia geologica Regione Emilia Romagna*, Bologna, 64-69.

**Barfield L.** (2002) - L'Europa nel 3500 a.C.: una congiuntura tra diffusione e crisi ambientale? In A. Ferrari, P. Visentini (Eds.): *Il declino del mondo neolitico. Ricerche in Italia settentrionale fra aspetti peninsulari, occidentali e nord-alpini. Atti del Convegno, Pordenone, 5-7 Aprile 2001*. Quaderni del Museo Archeologico del Friuli Occidentale 4, 11-18.

**Barfield L., Cremaschi M., Castelletti L.** (1975) – Stanziamento del Vaso Campaniforme a Sant'Ilario d'Enza (Reggio Emilia). *Preistoria Alpina* XI, 155-199.

- Barker G.** (2006) - *The agricultural revolution in prehistory: Why did foragers become farmers?* Oxford University Press.
- Baroni C., Orombelli G.** (1996) - The Alpine “Iceman” and Holocene climatic change. *Quaternary Research* 46, 78– 83.
- Bartolini C., Bernini M., Carloni G.C., Costantini A., Federici P.R., Gasperi G., Lazzarotto A., Marchetti G., Mazzanti R., Papani G., Pranzini G., Rau A., Sandrelli F., Vercesi P.L., Castaldini D. & Francavilla F.** (1982) - Carta neotettonica dell’Appennino settentrionale, note illustrative. *Bollettino Società Geologica Italiana* 101, 523-549.
- Basile C., Bianchi P.A.E., Bigliardi G., Cogliati C., Ferrari P., Gasparini S.** (in stampa) - Benefizio, Via La Spezia (Pr): La Fase Dell’età Del Rame. Intervento presentato alla XLIII Riunione Scientifica IIPP “L’età del Rame in Italia” - Bologna, 26-29 novembre 2008.
- Berger J.F.** (2011) - Hydrological and post-depositional impacts on the distribution of Holocene archaeological sites: the case of the Holocene middle Rhone river basin, France. *Geomorphology* 129, 167-182.
- Bermond Montanari G.** (2001) – Forme insediative e aspetti sepolcrali nel Campaniforme dell’Italia settentrionale. In: Nicolis F. (Ed.): *Bell Beakers today: pottery, people, culture, symbols in prehistoric Europe. Proceedings of the international colloquium, Riva del Garda (Trento, Italy), 11-16 May 1998*. Provincia Autonoma di Trento – Servizio Beni Culturali, Ufficio Beni Archeologici, Trento, 199-206.
- Bermond Montanari G., Cremaschi M., Sala B.** (1982) - Rubiera: insediamento del vaso Campaniforme. *Preistoria Alpina* 19, 79-109.
- Bernabò Brea M., Carini A.** (a cura di) (2003) - *6500 anni fa. La necropoli neolitica di Le Mose, quaderno della mostra*. Piacenza.
- Bernabò Brea M., Ghiretti A., Polglase C., Visconti V.** (1988) - I siti Neolitici lungo il torrente Cinghio. *Preistoria Alpina* 24, 103-164.
- Bernabò Brea M., Battiston C., Mazzieri P., Ottomano C.** (2000) - Un gruppo di figure fittili dal sito di Ponte Ghiara (Parma). In Pessina A., Muscio G. (Eds.): *La neolitizzazione tra Oriente e Occidente, Atti del Convegno (Udine, 23-24 Aprile 1999)*. Edizioni del Museo Friulano di Storia Naturale, Udine, 269-288.
- Bernabò Brea M., Bronzoni L., Cremaschi M., Mazzieri P., Salvadei L., Trombino L., Valsecchi V., Bruni S., Costa G., Guglielmi V.** (2009) - Lo scavo



estensivo nel sito neolitico di Razza di Campegine (Reggio Emilia). In Bernabò Brea M., Valloni R. (Eds.): *Archeologia ad Alta Velocità in Emilia Romagna. Indagini archeologiche e geologiche lungo il tracciato dell'Alta Velocità*. Quaderni di archeologia dell'Emilia Romagna 22, Firenze, 41-86.

**Bernabò Brea et al. 2010a = Bernabò Brea M., Miari M., Steffè G.** (2010) - Il Neolitico dell'Emilia Romagna. Intervento presentato alla XLV Riunione Scientifica IIPP "Preistoria e protostoria dell'Emilia-Romagna" - Modena 26-31 Ottobre 2010.

**Bernabò Brea et al. 2010b = Bernabò Brea M., Miari M., Steffè G.** (2010) - L'Eneolitico dell'Emilia Romagna. Intervento presentato alla XLV Riunione Scientifica IIPP "Preistoria e protostoria dell'Emilia-Romagna" - Modena 26-31 Ottobre 2010.

**Bernabò Brea M., Bianchi P., Bronzoni L., Mazzieri P.** (in stampa) - Abitati dell'età del Rame nel Parmense.

**Bernabò Brea M., Cremaschi M., Bronzoni L., Pavia F., Rovesta C.** (in stampa) – Soil use from late Chalcolithic to the early middle Bronze Age. New data from buried soils of the middle Po plain (Northern Italy). Proceedings of the workshop "Hidden Landscapes" - Dipartimento di Archeologia, 2008, Siena.

**Bertolani Marchetti D.** (1963) - Analisi polliniche in relazione a reperti paleontologici al Monte Cimone (Appennino Tosco-Emiliano). *Giornale Botanico Italiano* 70 (5-6), 578- 586.

**Bertolani Marchetti D., Forlani L.** (1972) - Il bosco Sub-boreale di Rubiera (Reggio Emilia). *Giornale Botanico Italiano* 106 (5), 270.

**Bertolini G.** (2007) - Radiocarbon dating on landslides in the Northern Apennines (Italy). In: McInnes, Jakeways, Fairbank, Mathie (Eds.): *Landslides and Climate Change*, Taylor & Francis Group, London, 73-80.

**Bertolini G., Casagli N., Ermini L., Malaguti C.** (2004) - Radiocarbon data on Late Glacial and Holocene Landslides in the Northern Apennines (Italy). *Natural Hazards* 31, 645–662.

**Bertolini G., Guida M., Pizziolo M.** (2005) - Landslides in Emilia-Romagna region (Italy): strategies for hazard assessment and risk management. *Landslides* 2, 302-312.

**Bertrand P., Texier J.** (1999) - Facies and microfacies of slope deposits. *Catena* 35, 99-121.

**Biagi P., Nisbet R.** (1987) - Urprung der Landwirtschaft In Norditalien. *Zeitschrift fur Archaologie* 21, 11-24.

- Biagi P., Cremaschi M., Barker W.** (1983) - *La stazione di Casatico di Marcaria (Mantova) nel quadro paleoambientale ed archeologico dell'Olocene antico della val padana centrale*. Studi Archeologici dell'Istituto Universitario di Bergamo, Vol. II, 7-132.
- Biagi P., Cremaschi M., Nisbet R.** (1993) - Soil exploitation and early agriculture in Northern Italy. *The Holocene* 3 (2), 164-168.
- Blaauw M.** (2010) - Methods and code for “classical” age-modeling of radiocarbon sequences. *Quaternary Geochronology* 5, 512-518.
- Blunier T., Chappellaz J., Schwander J., Stauffer B., and Raynaud D.** (1995) - Variations in atmospheric methane concentration during the Holocene epoch. *Nature* 374, 46–49.
- Bogaard A.** (2004) - *Neolithic Farming in Central Europe*. Routledge, London.
- Bogaard A.** (2005) - Garden agriculture and the nature of early farming in Europe and the Near East. *World Archaeology* 37 (2), 177-196.
- Boiffin J., Bresson L.M.** (1987) - Dynamique et formation des croutes superficielles: apport de l'analyse microscopique. In: Fedoroff N, Bresson L.M., Courty M.A. (Eds.): *Micromorphologie des sols*. Association Française pour l'Étude du Sol, Plaisir, 393-399.
- Boretti G., Cremaschi M., Mazza G.** (1988) - Caratteri geomorfologici della pianura reggiana. In: Alessandrini A. et al. (Eds.): *Caratteri ed evoluzione dell'ambiente naturale della pianura Reggiana*. Amministrazione Provinciale di Reggio Emilia. 11-22.
- Borgatti L., Soldati M.** (2010) - Landslides as a geomorphological proxy for climate change: A record from the Dolomites (northern Italy). *Geomorphology* 120, 56–64.
- Branucci G.** (2001) - Breve inquadramento climatico della pianura. In: Castiglioni G.B., Pellegrini G. B. (Eds.): Note illustrative della Carta Geomorfologica della pianura padana. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, Supplemento IV, Torino, 13-15.
- Bravard J.P., Salvador P.G.** (2009) - Géoarchéologie des plaines alluviales. In: Bravard J.P., Cammas C., Nehlig P., Poupet P., Salvador P.G., Wattez J. (Eds.): *La géologie. Les sciences de la Terre appliquées à l'archéologie*, Editions Errance, Paris, 91-126.
- Brewer R.** (1964) - *Fabric and mineral analysis of soils*. John Wiley & Sons, New York.

- Brinkman R.** (1970) - Ferrollysis, a hydromorphic soil forming process. *Geoderma* 3, 199- 206.
- Bronk Ramsey C.** (2001) - Development of the radiocarbon calibration program. *Radiocarbon* 43, 355-363.
- Bronk Ramsey C.** (2005) - OxCal program v3.10.  
<http://c14.arch.ox.ac.uk/embed.php?File=oxcal.html>.
- Bronzoni L., Alfieri M.** (2010) – Nuovi dati sugli edifici dell’età del Rame di Via Guidorossi a Parma. Poster presentato alla XLV Riunione Scientifica IIPP “Preistoria e protostoria dell’Emilia-Romagna” - Modena 26-31 Ottobre 2010.
- Brown A.G.** (1997) - *Alluvial Geoarchaeology*. Cambridge University Press.
- Bullock P., Murphy C.P.** (1979) - Evolution of a paleo-argillic Brown Earth (Paleudalf) from Oxfordshire, England. *Geoderma* 22, 225-252.
- Bullock P., Fedoroff N., Jongerijs A., Stoops G., Tursina T.** (1985) - *Handbook for soil thin section description*. Waine Research Publications, Wolverhampton.
- Busacca A., Cremaschi M.** (1998) - The role of time versus climate in the formation of deep soils of the Apennine Fringe of the Po valley, Italy. *Quaternary International* 51/52, 95–107.
- Butzer K.W.** (1982) - *Archaeology as human ecology: method and theory for a contextual approach*. University of Chicago Press.
- Butzer K.W.** (2008) - Challenge for a cross-disciplinary geoarchaeology: the intersection between environmental history and geomorphology. *Geomorphology* 101, 402 - 411
- Campana N., Maggi R.** (Eds.) (2002) - *Archeologia in Valle Lagorara*. Origines, Firenze.
- Canti M.G.** (1997) - An investigation of microscopic calcareous spherulites from herbivore dung. *Journal of Archaeological Science* 24, 219-231.
- Canti M.G.** (2003) - Earthworm activity and archaeological stratigraphy: a review of products and processes. *Journal of Archaeological Science* 30, 135-148.
- Carnicelli S., Caporale L., Marchi N., Iasio C., Ferrari G.A., Guermandi M., Tarocco P.** (2004) – *Paleosoils of the Apennine margin. A case study in the Reggio-Emilia province*. Regione Emilia Romagna – Servizio geologico sismico e dei suoli.
- Carter S.P., Davidson D.A.** (1998) - An evaluation of the contribution of soil micromorphology to the study of ancient arable agriculture. *Geoarchaeology* 13, 535-547.

- Castelletti L., Rottoli M.** (1998) - L'agricoltura neolitica italiana, una sintesi delle conoscenze attuali. In: Pessina A. & Muscio G. (Eds.): *Settemila anni fa il primo pane. Ambienti e culture delle società neolitiche. Catalogo della mostra*. Edizioni del Museo Friulano di Storia Naturale. Udine, 15-24.
- Castiglioni G.B.** (1991) - *Geomorfologia*. UTET, Torino.
- Castiglioni G.B., Pellegrini G. B.** (Eds.) (2001) - Note illustrative della Carta Geomorfologica della pianura padana. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, Supplemento IV, Torino.
- Chierici G.** (1881) - L'idrografia e la paleontologia nella provincia di Reggio Emilia. *Bullettino di Paleontologia Italiana* VII, 156-166.
- Courty M.A. Goldberg P. Macphail R.I.** (1989) - *Soils and micromorphology in archaeology*. Cambridge University Press.
- Cremaschi M.** (1978) - L'evoluzione di un tratto di pianura padana (prov. di Reggio e Parma) in relazione agli insediamenti ed alla struttura geologica tra il XV sec. a.C. ed il sec. XI d.C. *Archeologia Medievale* 5, 542-558.
- Cremaschi M.** (1979) - Alcune osservazioni sul paleosuolo delle conoidi "wurmiane", poste al piede dell'Appennino emiliano. *Geografia Fisica Dinamica del Quaternario* 2, 187-195.
- Cremaschi M.** (1983) - Strutture Neolitiche e suoli olocenici nella pianura mantovana e cremonese. In Biagi P., Barker P., Cremaschi M. (Eds.): *La Stazione di Casatico di Marcaria nel quadro paleoambientale ed archeologico dell'Olocene antico nella Valle Padana centrale*. Studi Archeologici dell'Istituto Universitario di Bergamo Vol. II, 7-19.
- Cremaschi M.** (1987) - *Paleosols and vetusols in the central Po Plain (northern Italy). A study in Quaternary geology and soil development*. Unicopli, Milano.
- Cremaschi M.** (1990) - Pedogenesi medio-olocenica ed uso dei suoli durante il Neolitico in Italia settentrionale. In Biagi P. (Ed.): *The neolitisation of the Alpine region*, Monografie di Natura Bresciana 13, 71-89.
- Cremaschi M.** (1997) - Terramare e paesaggio padano. In Bernabò Brea M., Cardarelli A., Cremaschi M. (Eds.): *Le terramare, la più antica civiltà padana*. Electa, Milano, 107-125.
- Cremaschi M.** (2000) - *Manuale di Geoarcheologia*. Laterza, Bari.

- Cremaschi M.** (2009) - Foreste, terre coltivate ed acque. L'originalità del progetto terramaricolo. In Bernabò Brea M., Cremaschi M. (Eds.): *Acqua e civiltà nelle Terramare - La vasca votiva di Noceto*. Skira editore, Milano, 34-45.
- Cremaschi M.**, a cura di (1990) - The loess in Northern Italy: a loess basin between the Alps and the Mediterranean region. *Quaderni di geografia fisica e dinamica quaternaria* 1.
- Cremaschi M.** (in stampa) - *L'uso del suolo nel Neolitico in ambito padano. Lo stato dell'arte*. Atti del workshop "Il pieno sviluppo del Neolitico in Italia" 2009, Finale Ligure.
- Cremaschi M., Papani G.** (1975) - Contributo preliminare alla neotettonica del margine padano dell'Appennino: le forme terrazzate comprese tra Cavriago e Quattro Castella. *Ateneo Parmense* 11, 336-372.
- Cremaschi M., Cristopher C.** (1984) - Environment and Palaeolithic settlements in Northern Italy during Middle Pleistocene: the Ghiardo site. In Malone C., Stoddart S. (Eds.): *Papers in Italian archaeology IV, the Cambridge conference, part 1: The human landscape*. BAR International series 234, 87-104.
- Cremaschi M., Van Vliet Lanoë B.** (1991) - Traces of frost activities and ice segregation in Pleistocene loess deposits and till of Northern Italy: deep seasonal freezing or permafrost? In Cremaschi M. (Ed.): *Loess aeolian deposits and related palaeosols in the Mediterranean region*. Quaternary International 5 (1990), 39-48.
- Cremaschi M., Ottomano C.** (1993) - *Valutazione del rischio archeologico nelle Cave Corradini presso Rubiera, Reggio Emilia*. Rapporto alla Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia Romagna, inedito.
- Cremaschi M., Marchetti M.** (1995) - Changes in fluvial dynamics in the central Po Plain, Italy, between Late Glacial and Early Holocene. In Frenzel B. (Ed.): *Paleoclimate Research Paläoklimaforschung* 14, 173-190.
- Cremaschi M., Biagi P., Castelletti L., Leoni L., Accorsi C., Mazzanti M., Rodolfi G.** (1984) - Il sito mesolitico di Monte Bagioletto, nel quadro delle variazioni ambientali oloceniche dell'Appennino Tosco - Emiliano. *Emilia Preromana* 9, 11-46.
- Cremaschi M., Ottomano C., Trombino L.** (2004) - Aspetti micromorfologici e pedologici nei processi di formazione della stratigrafia archeologica. In Bernabò Brea M., Cremaschi M. (Eds.): *Il villaggio piccolo della terramara di Santa Rosa di Poviglio - Scavi 1987-1992*. Origines, Firenze, 117-150.

- Crevaschi M., Nicosia C.** (in stampa). Sub-Boreal aggradation along the Apennine margin of the central Po plain: geomorphological and geoarchaeological aspects. *Géomorphologie: relief, processus, environnement* 2 (2012).
- Crevaschi M., Nicosia C., Salvioni M.** (in stampa) - L'uso del suolo in età eneolitica e del Bronzo Antico, nuovi dati dalla pianura padana centrale. Atti della XLIII Riunione Scientifica IIPP "L'età del Rame in Italia" - Bologna, 26-29 novembre 2008.
- Cruise G.M.** (1990) - Holocene peat initiation in the Ligurian Apennines, northern Italy. *Review of Palaeobotany and Palynology* 63, 173-82.
- Cruise G.M., Macphail R.I., Linderholm J., Maggi R., Marshall P.D.** (2009) - Lago di Bargone, Liguria, N. Italy: a reconstruction of Holocene environmental and land-use history. *The Holocene* 19, 7 (2009), 987–1003.
- Crutzen P. J.** (2002) - The "Anthropocene". *Journal De Physique*, 12, 1-5
- Crutzen P. I., Stoermer, E. F.** (2000) - The "Anthropocene". *IGBP Newsletter* 41, p. 12.
- Dearing J.A.** (2006) - Climate-human-environment interactions: resolving our past. *Climate of the Past* 2, 187-203.
- De Marinis R. C.** (1994) – L'età del Rame in Europa: un'epoca di grandi trasformazioni. In Casini S. (Ed.): *Le pietre degli Dei. Menhir e stele del letà del Rame in Valcamonica e Valtellina*. Centro Culturale N. Rezzara – Civico Museo Archeologico, Bergamo, 21-30.
- De Marinis R., Pedrotti A.** (1997) – L'età del Rame nel versante italiano delle Alpi centro-occidentali. *Atti della XXXI Riunione Scientifica IIPP "La Valle d'Aosta nel quadro della Preistoria e Protostoria dell'arco alpino centro-occidentale"*. Courmayeur, 2-5 giugno 1994, p. 247-300.
- De Pascale A., Maggi R., Montanari C., Moreno D.** (2006) – Pollen, herds, jasper and copper mines: economic and environmental changes during the 4<sup>th</sup> and 3<sup>rd</sup> millennia BC in Liguria (NW Italy). *Environmental Archaeology* 11 (1), 115-124.
- De Pascale A., Fazzi S., Rossi S., Smaldone A., Tremari M., Maggi R.** (2009) - The excavation at Mogge di Ertola (Eastern Liguria, NW Italy): the stratigraphy. Poster presentato al convegno "Wetlands as archives of the cultural landscapes: from research to management", Genova, 29-30 Gennaio 2009.
- De Ploey J., Mucher H.J.** (1981) - A consistency index and rainwash mechanisms on Belgian loamy soils. *Earth Surface Processes and Landforms* 6, 319-330.

- Devos Y., Vrydaghs L., Laurent C., Degraeve A., Modrie S.** (2007) - L'anthropisation du paysage bruxellois au 10<sup>e</sup>-13<sup>e</sup> siècle. Résultats d'une approche interdisciplinaire. *Proceedings Medieval Europe Paris 2007*, 1-12.
- Diamond J.** (2005) – *Collapse. How societies choose to fail or succeed*. Viking Press, New York.
- Di Dio G., Valloni R.** (1997) - Unità di crescita nei sistemi di conoide alluvionale del tardo Quaternario: la risposta dei corsi d'acqua ai cicli climatici e ai movimenti tettonici. *Abstracts Convegno AIQUA: Tettonica quaternaria del territorio italiano - conoscenze, problemi ed applicazioni, Parma (Febbraio 1997)*, 159-160.
- Duchaufour P.** (1983) - *Pédologie. 1. Pédogenèse et classification*. 2<sup>nd</sup> Edition. Masson, Paris.
- FAO** (1998) - *World Reference Base for Soil Resources*. World Soil Resources Report 84. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAO** (2006) - *Guidelines for Soil Description*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Ferrari A., Pessina A.** (Eds.) (1999) - *Sammardenchia – Cueis. Contributi per la conoscenza di una comunità del primo Neolitico*. Edizioni del Museo Friulano di Storia Naturale 41, Udine.
- Ferrari A., Delpino C., Petrucci G., Rottoli M., Visentini P.** (2002) - Introduzione all'ultimo Neolitico dell'Italia padano-alpina e nordadriatica. In: Ferrari A., Visentini P. (Eds.): *Il declino del mondo neolitico, Ricerche in Italia centro-settentrionale fra aspetti peninsulari, occidentali e nord-alpini, Atti del Convegno (Pordenone, 2001)*. Quaderni del Museo Archeologico del Friuli Occidentale 4, 101-121.
- Ferrari A., Steffè G., Fontana F., Mazzieri P.** (Eds.) (2006) - Il comprensorio montano fra Paleolitico superiore ed età del Rame: il caso modenese. In: VV.AA *Atlante dei Beni Archeologici della Provincia di Modena, Vol II, Montagna*. All'Insegna del Giglio, Firenze, 17-34.
- Forni G.** (2000) - L'agricoltura: coltivazione ed allevamento. Genesi, evoluzione, contesto. In Forni G., Marcone A. (Eds.): *Storia dell'agricoltura italiana, Vol. I - L'età antica*. Edizioni Polistampa, Firenze, 7-156.
- French C.A.I.** (2003) - *Geoarchaeology in Action*. Routledge, London.
- Gàbris G., Nagy B.** (2005) - Climate and tectonically controlled river style changes on the Sajò-Hernád alluvial fan (Hungary). In Harvey A.M., Mather A.E., Stokes M.

(Eds.): *Alluvial fans: geomorphology, sedimentology, dynamics*. Geological Society Special Publications 251, London, 61-67.

**Gasperi G. et alii** (1989) - Evoluzione plio-quadernaria del margine appenninico modenese e dell'antistante pianura. Note illustrative alla carta geologica. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 39, Modena, 375-431.

**Gebhardt A.** (1992) - Micromorphological analysis of soil structural modifications caused by cultivation implements. In Anderson P.C. (Ed.): *Prehistoire de la agriculture: nouvelles approches experimentales et ethnographiques*. Monographie du CRA No. 6. Centre Nationale de la Recherche Scientifique, Paris, 373-392.

**Gebhardt A.** (1994) - Micromorphological evidence of soil deterioration since the mid-Holocene at archaeological sites in Brittany, France. *The Holocene* 3, 333-341.

**Gebhardt A.** (1995) - Soil micromorphological data from traditional and experimental agriculture. Barham A.J., Macphail R.I. (Eds.): *Archaeological sediments and soils: analysis, interpretation and management*. Archetype Books, London, 25-39.

**Gebhardt A.** (2000) - Le rôle de la micromorphologie des sols dans la formation des paysages. *Études rurales*, janvier-juin 2000 (153-154), 139-149.

**Gebhardt A.** (2007) - Impacts anthropiques anciens sur les sols forestiers. Quelques études de cas en contexte archéologique et expérimental. In Dupouey J-L., Dambrine E., Dardignac C., Georges-Leroy M. (Eds.): *La mémoire des forêts – Actes du colloque “Forêt, archéologie et environnement”, 16-14 Décembre 2004*. ONF-INRA-Direction régionale des affaires culturelles de Lorraine, 211-218.

**Ghiretti A., Negrino F., Tozzi C.** (2002) - Estrazione del diaspro e produzione di strumenti a ritocco bifacciale in località Ronco del Gatto (Bardi, Parma): modificazioni economiche e tecnologiche tra la fine del Neolitico e l'età del rame nell'Appennino ligure-emiliano. In Ferrari A., Visentini P., (Eds.): *Il declino del mondo neolitico. Ricerche in Italia centro-settentrionale fra aspetti peninsulari, occidentali e nord-alpini, Atti del Convegno, Pordenone 5-7 Aprile 2001*. Quaderni del Museo Archeologico del Friuli Occidentale 4, 403-408.

**Goldberg P., Macphail R. I.** (2006) - *Practical and theoretical geoarchaeology*. Blackwell publishing, Oxford.

**Guttmann E.B.A.** (2005) - Midden cultivation in prehistoric Britain: arable crops in gardens. *World Archaeology* 37 (2), 224-239.



- Haas J.N., Richoz I., Tinner W., Wick L.** (1998) - Synchronous Holocene climatic oscillations recorded on the Swiss Plateau and at timberline in the Alps. *The Holocene* 8, 301-304.
- Harvey A.M., Mather A.E., Stokes M.** (2005) - Alluvial fans: geomorphology, sedimentology, dynamics – introduction. A review of alluvial fan research. In Harvey A.M., Mather A.E., Stokes M. (Eds.): *Alluvial fans: geomorphology, sedimentology, dynamics*. Geological Society Special Publications 251, London, 1-7.
- Hayward M., Fenwick I.** (1983) - Soils and hydrological change. In Gregory K.J. (Ed.): *Background to palaeohydrology*. John Wiley & Sons, 167-187.
- Hoffmann T., Erkens G., Gerlach R., Klostermann J., Lang A.** (2009) - Trends and controls of Holocene floodplain sedimentation in the Rhine catchment. *Catena* 77, 96-106.
- Holzhauser H.** (2007) - Holocene glacier fluctuations in the Swiss Alps. In Mordant C., Richard H., Magny M. (Eds.): *Environnements et cultures à l'Age du Bronze en Europe occidentale*. Comité des travaux historiques et scientifiques (CTHS), Paris, 29-43.
- Houben P., Wunderlich J., Schrott L.** (2009) - Climate and longterm human impact on sediment fluxes in watershed systems. *Geomorphology* 108, 1-7.
- Huang C.C., Pang J., Chen S., Su H., Han J., Cao Y., Zhao W., Tan Z.** (2006) - Charcoal records of fire history in the Holocene loess–soil sequences over the southern Loess Plateau of China. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 239, 28-44.
- Istituto di Geologia dell'Università di Parma** (1966) - Carta geologica 1:100.000 della provincia di Parma. Stampa Litografica Artistica Cartografica, Firenze.
- Jongerijs A.** (1970) - Some morphological aspects of regrouping phenomena in Dutch soils. *Geoderma* 4, 311-331.
- Jongerijs A.** (1983) - The role of micromorphology in agricultural research. In Bullock P., Murphy C.P. (Eds.): *Soil micromorphology. Volume 1*. AB Academic Press, Berkhamsted, 111-138.
- Kemp R.A.** (1997) - Soil micromorphology as a technique for reconstructing palaeoenvironmental change. In Singhvi A.K., Derbyshire E. (Eds.): *Paleoenvironmental reconstruction in arid land*. Oxford & IBH Publishing Co., New Dehli-Calcutta, 41-71.

- Kovda I., Mermut A.H.** (2010) - Vertic features. *In* Stoops G., Marcelino V., Mees F. (Eds.): *Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths*. Elsevier, Amsterdam, 109-127.
- Krasilnikov P., Calderón N.F.G.** (2006) - A WRB-based buried paleosol classification. *Quaternary International* 156 (157), 176-188.
- Kühn P., Aguilar J., Miedema R.** (2010) - Textural pedofeatures and related horizons. *In* Stoops G., Marcelino V., Mees F. (Eds.): *Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths*. Elsevier, Amsterdam, 217-250.
- Kutzbach J.E., Rudiman W. F., Vavrus S.J., Philippon G.** (2010) - Climate model simulation of anthropogenic influence on greenhouse-induced climate change (early agriculture to modern): the role of ocean feedbacks. *Climatic Change* 99, 351-381.
- Kwaad F.J.P.M., Mucher H.J.** (1979) - The formation and evolution of colluvium on arable land in northern Luxembourg. *Geoderma* 22, 173-192.
- Langohr R.** (1993) - Types of tree windthrow, their impact on the environment and their importance for the understanding of archaeological excavation data. *Helinium* 33, 36-49.
- Langohr R.** (2001) - L'anthropisation du paysage pédologique agricole de la Belgique depuis le Néolithique ancien – apports de l'archéopédologie. *Étude et Gestion des Sols* 8 (2), 103-118.
- Larsen E., Sejrup H.P., Johnsen S.J., and Knudsen K.L.** (1995) - Do Greenland ice cores reflect NW European interglacial climate variations? *Quaternary Research* 43, 125-132.
- Lasagna C., Patroncini L.** (1990) - Tracce della civiltà del Bronzo Antico nel paleovalle del Secchia di Rubiera. *Quaderni di Archeologia Reggiana* 5, 46-63.
- Lewis H.** (1999) - The characterization and interpretation of ancient tillage practices through soil micromorphology: a methodological study, Tesi di dottorato non pubblicata, University of Cambridge.
- Limbrey S.** (1993) - Micromorphological studies of buried soils and alluvial deposits in a Wiltshire river valley. *In* Needham S. (Ed.): *Alluvial archaeology in Britain: Proceedings of a conference sponsored by the Rmc Group Plc., 3-5<sup>th</sup> January 1991*, Oxbow Monograph 27, Oxbow, Oxford, 53-64.
- Liseno M.G., Mazzieri P., Mutti A.** (2002) - L'abitato eneolitico di Benefizio (PR). *Acta Naturalia de "L'Ateneo Parmense"* 38 (4), 165-177.

- Lowe J.J., Davite C., Moreno D., Maggi R.** (1994) - Holocene pollen stratigraphy and human interference in the woodlands of the Northern Apennines, Italy. *The Holocene* 4, 153-164.
- Macphail R.I.** (1987) - The soil micromorphology of tree subsoil hollows. *CIRCAEA* I (1987), 14-17.
- Macphail R.I.** (1990) - Soil history and micromorphology. In Bell M. (Ed.): *Brean Down Excavations 1983-1987*, Archaeological Report no. 15. English Heritage, London, 187-196.
- Macphail R.I.** (1992) - Soil micromorphological evidence of ancient soil erosion. In Bell M., Boardman J. (Eds.), *Past and present soil erosion*. Oxbow, Oxford, 197-216.
- Macphail R.I.** (1998) - A reply to Carter and Davidson's "An evaluation of the contribution of soil micromorphology to the study of ancient arable agriculture". *Geoarchaeology* 13 (6), 549-564.
- Macphail, R. I.** (2000) - Soils and microstratigraphy: a soil micromorphological and microchemical approach. In Lawson A.J. (Ed.): *Potterne 1982-5: animal husbandry in later prehistoric Wiltshire*. Wessex Archaeology Report No. 17, 47-71.
- Macphail R.I., Courty M. A., Gebhardt A.** (1990) - Soil micromorphological evidence of early agriculture in North-West Europe. *World Archaeology*, Vol. 22, No. 1 - Soils and early agriculture, 53-69.
- Maggi R.** (1997) - Aspetti di archeologia e territorio in Liguria: la formazione del paesaggio dal Neolitico all'Età del Bronzo. *Annali dell'Istituto "Alcide Cervi"* 19 (1997), 143-161.
- Maggi R.** (2004) - Pratiche agro-pastorali e paesaggio fra Alpi Marittime e Aennino settentrionale: dal Neolitico all'età del bronzo. *Bulletin d'Etudes Préhistoriques et Archéologiques Alpines* XV, 161-174.
- Magny M.** (2004) - Holocene climatic variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations, and its probable impact on prehistoric human settlements. *Quaternary International* 113, 65-79.
- Magny M., Haas J.N.** (2004) - A major widespread climatic change around 5300 cal. yr BP at the time of the Alpine Iceman. *Journal of Quaternary Science* 19, 423-430.
- Magny M., Bégeot C., Guiot J., Peyron O.** (2003) - Contrasting patterns of hydrological changes in Europe in response to Holocene climate cooling phases. *Quaternary Science Reviews* 22, 1589-1596.

- Magny M., Leuzinger U., Bortenschlager S., Haas J.N.** (2006) - Tripartite climate reversal in Central Europe 5600–5300 years ago. *Quaternary Research* 65, 3-19.
- Magny M., De Beaulieu J.L., Drescher-Schneider R., Vanni re B., Walter-Simonnet A.V., Miras Y., Bossuet G., Peyron O., Brugiapaglia E., Leroux A.** (2007) - Holocene climate changes in the central Mediterranean as recorded by lake-level fluctuations at Lake Accesa (Tuscany, Italy). *Quaternary Science Reviews* 26, 1736-1758.
- Mandel R.D., Bettis III E.A.** (2001) - Use and analysis of soils by archaeologists and geoscientists – A North American perspective. In Goldberg P., Holliday V.T., Reid Ferring C. (Eds): *Earth Sciences and Archaeology*. Associated Press, New York, 174-237.
- Mangerud J., Andersen S.T., Berglund B.E., Donner J.J.** (1974) - Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. *Boreas* 3, 109-128.
- Marchetti M.** (2002) - Environmental changes in the central Po Plain (northern Italy) due to fluvial modifications and anthropogenic activities. *Geomorphology* 44, 361-373.
- Marchetti M. et alii** (2001) – Forme e depositi fluviali, fluvioglaciali, lacustri - Fluvial, fluvioglacial and lacustrine forms and deposits. In Castiglioni G.B., Pellegrini G.B. (Eds): *Note illustrative della Carta Geomorfologica della pianura padana*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, Supplemento IV, Torino, 73-104.
- Mayewski P.A., Rohling E., Stager C., Karl n K., Maasch K., Meeker L.D., Meyerson E., Gasse F., Van Kreveld S., Holmgren K., Lee-Thorp J., Rosqvist G., Rack F., Staubwasser M., Schneider R.** (2004) - Holocene climate variability. *Quaternary Research* 62, 243–255.
- Mazzieri P.** (2003) - Testimonianze dell’et  del Rame nel Parmense. *Padusa* XXXIX, 7-43.
- Mazzieri P., Dal Santo N.** (2007) – Il sito del Neolitico recente di Botteghino (Parma). *Rivista di Scienze Preistoriche* LVII, 113-138.
- Mazzoni C., Bazzocchi M., Milantoni C.** (2010) - Tracce di paesaggio agrario: le arature preistoriche e il sistema di canalizzazioni del villaggio della fine del III millennio a.C. di Provezza (FC). Poster presentato alla XLV Riunione Scientifica IIPP “Preistoria e protostoria dell’Emilia-Romagna” - Modena 26-31 Ottobre 2010.

- Mikkelsen J.H., Langohr R., Macphail R.I.** (2007) - Soilscape and land-use evolution related to drift sand movements since the Bronze Age in eastern Jutland, Denmark. *Geoarchaeology* 22 (2), 155-179.
- Ministero per le risorse agricole, alimentari e forestali** (1994) - *Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo*. Roma.
- Mohl J., Vandenberghe J., Kasse C.** (2000) - River responses to variations in periglacial climate in mid-latitude Europe. *Geomorphology* 33, 131-148.
- Montgomery D.R.** (2007) - *Dirt: The erosion of civilizations*. University of California Press, Berkeley & Los Angeles.
- Murphy C.P.** (1986) - *Thin Section Preparation of Soils and Sediments*. AB Academic, Berkhamsted.
- Nettleton W.D., Sleeman J.R.** (1985) - Micromorphology of Vertisols. In Douglas L.A., Thompson M.L. (Eds.): *Soil micromorphology and soil classification*. Soil Science Society of America Special Publication 15, Madison, WI, 165-197.
- Nicosia C., Necco A., Vanzetti A.** (2007) - Le arature preistoriche di Gricignano/US Navy (Caserta): micromorfologia del suolo dagli scavi della Soprintendenza Speciale al Mus. Naz. Preistorico Etnografico “Luigi Pigorini”. *Atti della XL Riunione Scientifica IIPP "Strategie di insediamento fra Lazio meridionale e Campania centro-settentrionale in età preistorica e protostorica"*, Vol. II, 574-578.
- Nicosia C.** (2010) - *Micromorfologia di alcune tracce di aratura*. In: Arvanitis N. (Ed.): *Il santuario di Vesta. La casa delle vestali e il tempio di Vesta, VIII sec. a.C.-64 d.C. Rapporto preliminare*. Workshop di Archeologia Classica – Quaderni 3, F. Serra Editore, Pisa, 101-102.
- Nicosia C., Trombino L., Stoops G.** (2010) - Traduzione italiana della terminologia presente in “Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections” (Stoops, 2003). *Il Quaternario* 23 (1), 15-20.
- Nussbaumer S.U., Steinhilber F., Trachsel M., Breitenmoser P., Beer J., Blass A., Grosjean M., Hafner A., Holzhauser H., Wanner H., Zumbuhl H.J.** (2011) - Alpine climate during the Holocene: a comparison between records of glaciers, lake sediments and solar activity. *Journal of Quaternary Science* 26 (7), 703-713.
- O'Brien S.R., Mayewski P.A., Meeker L.D., Meese D.A., Twickler M.S., Whitlow S.I.** (1995) - Complexity of Holocene climate as reconstructed from a Greenland Ice core. *Science* 270, 1962-64.

- Ori G.G.** (1982) - Braided to meandering channel patterns in humid region alluvial fan deposit, river Reno, Po plain (Northern Italy). *Sedimentary Geology* 31, 231-248.
- Ori G.G.** (1993) - Continental deposition systems of the Quaternary of the Po plain (northern Italy). *Sedimentary Geology* 83, 1-14.
- Orombelli G., Ravazzi C.** (1996) - The late glacial and early Holocene: chronology and paleoclimate. *Il Quaternario* 9 (2), 439-444.
- Ottomano C.** (1998) - Suoli e uso del suolo nel neolitico dell'Italia nord-orientale. il contributo della micromorfologia. In Pessina A., Muscio G. (Eds.): *Settemila anni fa il primo pane. Ambienti e culture delle società neolitiche. Catalogo della mostra*. Edizioni del Museo Friulano di Storia Naturale, Udine, 147-157.
- Ottomano C.** (2000) - Modalità di uso del suolo e conseguenze dell'impatto antropico sul territorio nel Neolitico della pianura padana: l'esempio di Sammardenchia. In Pessina A., Muscio G. (Eds.): *La neolitizzazione tra Oriente e Occidente, Atti del Convegno (Udine, 23-24 Aprile 1999)*. Edizioni del Museo Friulano di Storia Naturale, Udine, 199-211.
- Pagliai M., Stoops G.** (2010) - Physical and biological surface crusts and seals. In Stoops G., Marcelino V., & Mees F. (Eds.): *Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths*. Elsevier, Amsterdam, 589-622.
- Panizza M., Papani G.** (1979) - The neotectonics of the Reggio Emilia Apennines. In: Panizza M., Carton A. (Eds.): *Proceedings of the 15<sup>th</sup> meeting "geomorphological survey and mapping"*. Coop. Libreria, Modena, 129-138.
- Pellegrini M., Tellini C.** (2000) - L'origine della pianura padana. In Ferrari C., Gambi L. (Eds.): *Un Po di terra – Guida all'ambiente della bassa pianura padana e della sua storia*. Edizioni Diabasis, Reggio Emilia, 5-25.
- Pessina A., Tiné V.** (2008) - *Archeologia del Neolitico*. Carocci Editore, Rome.
- Petrucci F.** (1968)- Studio geomorfologico dei terrazzi pleistocenici tra il F. Taro e il T. Baganza (Prov. Parma). *Acta Naturalia de "L'Ateneo Parmense"* IV, 93-113.
- Petrucci F., Careggio M., Conti A.** (1996) - Dinamica dei versanti e della pianura della provincia di Parma. *Acta Naturalia de "L'Ateneo Parmense"* 32 (1/2), 1-44.
- Pieri M., Groppi G.** (1981) - Subsurface geological structure of the Po plain, Italy. C.N.R., Progetto Finanziato Geodinamica, Pubbl. 414, Milano.
- Porter S.C., Denton G.H.** (1967) - Chronology of Neoglaciation in the North American Cordillera. *American Journal of Science* 265, 177-210.

- Porter S.C., Orombelli G.** (1985) - Glacier contraction during the middle Holocene in the western Italian Alps: evidence and implications. *Geology* 13, 296–298.
- Price T.D.** (2000) - Europe's first farmers: an introduction. In Price T.D. (Ed.): *Europe's First Farmers*. Cambridge University Press, 1-19.
- Ravazzi C.** (2003) - An overview of the quaternary continental stratigraphic units based on biological and climatic events in Italy. *Il Quaternario* 17 (1Bis), 11-18.
- Reid Ferring C.** (1992) - Alluvial pedology and geoarchaeological research. In Holliday V.T. (Ed.): *Soils in Archaeology*. Smithsonian Institution Press, Washington, 1-39.
- Reimer P.J., Baillie M.G.L., Bard E., Bayliss A., Beck, J.W., Bertrand C.J.H., Blackwell P.G., Buck C.E., Burr G.S., Cutler K.B., Damon P.E., Edwards R.L., Fairbanks R.G., Friedrich M., Guilderson, T.P., Hogg A.G., Hughen K.A., Kromer B., McCormac G., Manning S., Bronk Ramsey C., Reimer R.W., Remmele S., Southon J.R., Stuiver M., Talamo S., Taylor F.W., Van der Plicht J., Weyhenmeyer C.E.** (2004) - IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0–26 cal kyr BP. *Radiocarbon* 46, 1029–1058.
- Ritter D.F., Kochel C.R., Miller J.** (2002) - *Process Geomorphology*. McGraw Hill, New York.
- Rottoli M.** (2000) - Nascita e sviluppo dell'agricoltura in Italia settentrionale. I nuovi dati archeobotanici. In Pessina A., Muscio G. (Eds.): *La neolitizzazione tra Oriente e Occidente, Atti del Convegno (Udine, 23-24 Aprile 1999)* Edizioni del Museo Friulano di Storia Naturale, Udine, 91-98.
- Rottoli M, Castiglioni E.** (2009) - Prehistory of plant growing and collecting in northern Italy, based on seed remains from the early Neolithic to the Chalcolithic (c. 5600–2100 cal B.C.). *Vegetation History and Archaeobotany* 18 (1), 91-103.
- Rösch M., Ehrmann O., Goldammer G.J., Herrmann L., Page H., Schulz E., Hubland A., Hall M.** (2004) - Slash-and-burn experiments to reconstruct late Neolithic shifting cultivation. *International Forest Fire News (IFFN)* 30 (January - June 2004), 70-74.
- Rowley-Conwy P.** (1981) - Slash and burn in the temperate European Neolithic. In Mercer R. (Ed.): *Farming Practice in British Prehistory*. Edinburgh University Press, 85-96.
- Ruddiman W.F.** (2003) - The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago. *Climatic Change* 61, 261-293.

- Ruddiman W.F** (2004) - Early anthropogenic overprints on Holocene climate. *Pages* 12 (1), 18-19.
- Salvioni M.** (2006) - Suoli, sedimenti e attività antropiche in età olocenica antica (8000-3000BP): il caso di studio della media pianura padana tra Piacenza e Modena. Tesi di laurea non pubblicata, Università degli Studi di Milano.
- Schaetzl R., Anderson S.** (2005) - *Soils. Genesis and geomorphology*. Cambridge University Press.
- Schaetzl R., Johnson D.L., Burns S.F., Small T.W.** (1989) - Tree uprooting: review of terminology, process and environmental implications. *Canadian Journal of Forest Research* 19, 1-11.
- Sherratt A.** (1981) – Plough and pastoralism. In Hodder I., Isaac G., Hammond N. (Eds.): *Pattern of the past*. Cambridge University Press, 261-305.
- Sigaut F.** (1975) - *L'agriculture et le feu, rôle et place du feu dans les techniques de préparation du champ de l'ancienne agriculture Européenne*. EHESS, Mouton & Co.
- Soil Survey Staff** (1999) - Soil Taxonomy, 2<sup>nd</sup> Ed. Agriculture Handbook 436, USDA, Washington, DC.
- Soil Survey Staff** (2003) - Keys to Soil Taxonomy, 9<sup>th</sup> Ed. USDA-NRCS, Washington, DC.
- Soldati M., Corsini A., Pasuto A.** (2004) - Landslide and climate change in the Italian Dolomites since the Late Glacial. *Catena* 55 (2004), 141-161.
- Steig E.** (1999) - Mid-Holocene climate change. *Science* 286, 1485-1486.
- Stoops G.** (2003) - *Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections*. Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Stoops, G., & Eswaran, H.** (1985) - Morphological characteristics of wet soils. *Wetland soils: characterization, classification and utilization*. IRRI, Los Baños, Philippines, 177-189.
- Thorntwaite C.W.** (1948) - An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review* 38, 55-94.
- Tirabassi J.** (1987) - I siti neolitici. *Catasto Archeologico della Provincia di Reggio Emilia*, Vol. 2. Musei Civici di Reggio Emilia.
- Tirabassi J.** (1989) - Topografia storica della Val d'Enza. In Ambrosetti G., Macellari R., Malnati L. (Eds.): *S. Ilario d'Enza. L'età della colonizzazione etrusca. Strade, villaggi, sepolcreti*, 37-47.



- Usai M.R.** (2001) - Textural pedofeatures and pre-Hadrian's wall ploughed paleosols at Stanwix, Carlisle, Cumbria, UK. *Journal of Archaeological Science* 28, 541-553.
- Valloni R., Baio M.** (2009) - Sedimentazione altoquaternaria nel tratto emiliano del tracciato Alta Velocità. In Bernabò Brea M., Valloni R. (Eds.): *Archeologia ad Alta Velocità in Emilia Romagna. Indagini archeologiche e geologiche lungo il tracciato dell'Alta Velocità*. Quaderni di archeologia dell'Emilia Romagna, 22. All'insegna del giglio, Firenze, 21-39.
- Van Vliet-Lanöe B.** (1998) - Frost and soils: implications for paleosols, paleoclimates and stratigraphy. *Catena* 34, 157-183.
- Vavrus S., Ruddiman W. F., Kutzbach J. E.** (2008) - Climate model tests of the anthropogenic influence on greenhouse-induced climate change: the role of early human agriculture, industrialization, and vegetation feedbacks. *Quaternary Science Reviews* 27, 1410-1425.
- Vescovi et al. 2010a = Vescovi E., Kaltenrieder P., Tinner W.** (2010) - Late-Glacial and Holocene vegetation history of Pavullo nel Frignano (Northern Apennines, Italy). *Review of Palaeobotany and Palynology* 160, 32-45.
- Vescovi et al. 2010b = Vescovi E., Ammann B., Ravazzi C., Tinner W.** (2010) - A new Late-glacial and Holocene record of vegetation and fire history from Lago del Greppo, northern Apennines, Italy. *Vegetation History and Archaeobotany* 19, 219-233.
- Wang X., Peng P.A., Ding Z.L.** (2005) - Black carbon records in Chinese Loess Plateau over the last two glacial cycles and implications for paleofires. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 223, 9-19.
- Watson C.** (1996) - The vegetational history of the northern Apennines, Italy: information from three new sequences and a review of regional vegetational change. *Journal of Biogeography* 23, 805-841.
- Wick L., Möhl A.** (2006) - The mid-Holocene extinction of silver fir (*Abies alba*) in the Southern Alps: a consequence of forest fires? Palaeobotanical records and forest simulations. *Vegetation History and Archaeobotany* 15, 435-444.
- Zerboni A., Trombino L., Cremaschi M.** (2011) - Micromorphological approach to polycyclic pedogenesis on the Messak Settafet plateau (central Sahara): Formative processes and palaeoenvironmental significance. *Geomorphology* 125, 319-335.
- Zoller H.** (1977) - Les oscillations du climat et des glaciers pendant le Tardi- et le Postglaciaire dans les Alpes de la Suisse. In Laville H., Renault- Miskovsky J (Eds.):

*Approche écologique de l'homme fossile.* Supplément du Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire 1977, 297-301.

## APPENDICE I –Descrizione di campagna dei profili esaminati

*Taneto/S. Ilario d'Enza. Profilo 1, parete Nord (22/02/2008)*

*S. Ilario d'Enza (RE); F 73 SW; 50m s. l. m.; Coord. 44° 45' 52" N; 10° 27' 25" E*

<b>Orizz.</b>	<b>Descrizione</b>
<b>Ap</b>	0-25cm; 10YR 4/3 (brown, umido); franco-limo argilloso; struttura poliedrica angolare moderata, fine; pori molto fini, molto rari; riempimenti di carbonati nei pori, rimaneggiati, molto fini, rari; eff. HCl molto forte; limite inferiore chiaro, planare.
<b>A1</b> <b>(Strutt. età del Ferro)</b>	25-162cm; 10YR 4/2 (dark grayish brown, umido); franco-limo argilloso; struttura a grumi, debole, fine; pori molto fini, comuni; riempimenti di pori di carbonati, molto fini, molto rari; eff. HCl medio-forte; limite inferiore abrupto, in risalita verso W (taglio antropico).
<b>2 Bw</b>	162-200cm; 10YR 6/3 (pale brown, umido); franco-limo argilloso; struttura poliedrica angolare, debole, fine; pori molto fini, comuni; riempimenti di pori di carbonati, molto fini, rari; eff. HCl medio-forte; di gusci di gasteropodi interi e frammentati, 2-5%, limite inferiore chiaro.
<b>2 C</b>	200-244cm; 10YR 5/4 (yellowish brown, umido); franco limoso; struttura poliedrica angolare, moderata, fine; pori molto fini, comuni; riempimenti di pori di carbonati, molto fini, comuni; eff. HCl forte; limite inferiore chiaro, planare.
<b>3 Ab</b> <b>(US2)</b>	244-270cm; 10YR 5/3 (brown, umido); argilla limosa; struttura poliedrica angolare, debole, fine e media; pori molto fini, comuni; riempimenti di pori di carbonati, molto fini e fini, frequenti; eff. HCl forte; limite inferiore chiaro, planare.
<b>3 C</b>	270-290cm; matrice 10YR 4/3 (brown, umido); svuotamenti 10YR 6/3 (pale brown, umido), 3-5%, fini; screziature 10YR 5/8 (yellowish brown, umido), molto fini; franco-limo argilloso; struttura poliedrica angolare, molto debole, fine; pori molto fini, comuni; riempimenti di pori di carbonati, comuni, molto fini; eff. HCl forte; limite inferiore planare, chiaro.
<b>4 C</b>	290-330cm; matrice 10YR 3/4 (dark yellowish brown, umido); svuotamenti 10YR 6/3 (pale brown, umido), 40%, fini; screziature 10YR 5/8 (yellowish brown, umido); franco-limoso; struttura massiva; pori molto fini, comuni; riempimenti di pori di carbonati, comuni, molto fini; eff. HCl forte; limite inferiore abrupto, in risalita verso E. Note: tra -330 e -355cm presenza frammenti di carbone di 2-5mm, 2-5%.
<b>5 Ab</b> <b>(US73)</b>	330-350cm; matrice 10YR 4/6 (dark yellowish brown, umido); svuotamenti 10YR 5/2 (grayish brown, umido), ±30%; franco limo argilloso; struttura poliedrica angolare, debole, molto grossolana; pori molto fini, comuni; riempimenti di pori di carbonati, molto fini; abbondanti; eff. HCl media-forte; limite inferiore planare graduale. Note: carboni 1-3mm (5%); concotti (1-2%).
<b>5 C</b>	350-390/408cm; matrice 10 YR 5/4 (yellowish brown); svuotamenti 10YR 6/3 (pale brown, umido), 10%; screziature 10YR 5/6 (yellowish brown, umido); franco sabbioso alla base, franco sabbioso argilloso in testa; struttura massiva; pori molto fini, rari; riempimenti di pori di carbonati molto fini, comuni; noduli carbonatici molto rari, medi, duri; eff. HCl media-forte; limite inferiore planare, abrupto.
<b>6 C</b>	390/408-430cm; matrice 2.5Y 6/4 (light yellowish brown, umido); svuotamenti 2.5Y 6/3 (light brownish gray, umido), 40%, fini; screziature 10YR 6/8 (brownish yellow, umido); franco limoso; struttura poliedrica subangolare, molto debole, fine; pori molto fini, comuni; concrezioni carbonatiche, rare, molto fini, dure; eff. HCl forte; limite inferiore planare

---

	chiaro.
<b>7 ABb</b>	430-450cm; matrice 10YR 4/3 (brown, umido); svuotamenti 10YR 5/2 (grayish brown, umido), lungo i pori 40%; franco-argilloso; struttura massiva; pori molto fini e fini, comuni; concrezioni carbonatiche, molto fini, molto rare; eff. HCl media; limite inferiore irregolare, graduale. Note: 5-10% carboni fini; concotti molto rari; osservata presenza di facce di pressione.
<b>7 Cg</b>	450-470cm; matrice 10YR 3/2 (very dark grayish brown, umido); svuotamenti 10YR 6/2 (light brownish gray, umido), 40-50%; screziature 10YR 5/8 (yellowish brown, umido); franco limoso; struttura massiva; pori fini, molto rari; concrezioni carbonatiche fini, angolari, molto rare, dure; riempimenti di pori di carbonati, molto fini, molto rari; eff. HCl molto debole; limite inferiore irregolare, graduale, con glosse di svuotamento di 2-4cm di larghezza che si estendono nell'orizzonte inferiore.
<b>8 Cg</b>	470-500cm; matrice 10YR 5/4 (yellowish brown); svuotamenti 10YR 6/3 (pale brown, umido), 30-40%; screziature 10YR 5/8 (yellowish brown, umido); argilla sabbiosa; struttura massiva; pori fini molto rari; concrezioni/noduli assenti; eff. HCl medio/forte; limite inferiore non raggiunto.

---

***Taneto/S. Ilario d'Enza. Profilo 1a, parete Sud (27/02/2008)***

---

<b>Orizz.</b>	<b>Descrizione</b>
<b>Ap:</b>	0-32cm; 10YR 5/3 (brown, umido); argilla limosa; limite inferiore planare chiaro.
<b>A1</b>	32-90cm; 10YR 3/3 (dark brown, umido); screziature assenti; argilla limosa; struttura poliedrica angolare, moderata, grossolana e molto grossolana; pori molto fini, comuni; concrezioni assenti; eff. HCl debole-media; limite inferiore planare graduale. Note: facce di pressione frequenti; carboni polverizzati molto rari.
<b>2Ab</b>	90-109cm; 10YR 5/3 (brown, umido); screziature assenti; franco argilloso; struttura poliedrica angolare, debole, grossolana e molto grossolana; pori molto fini comuni; riempimenti di pori di carbonati, comuni, molto fini; eff. HCl media (prev. lungo i pori); limite inferiore graduale. Note: osservato un guscio di gasteropode intero.
<b>2C</b>	109-155cm; 10YR 5/4 (yellowish brown, umido); screziature assenti; franco argilloso/franco sabbioso argilloso; struttura massiva; pori molto fini e fini comuni; riempimenti di pori di carbonati, molto fini, molto rari; riempimenti di pori di sostanza organica, fini, molto rari; eff. HCl media; limite inferiore non raggiunto.

---

*Taneto/S. Ilario d'Enza. Profilo 3, parete Nord (27/02/2008)*

<b>Orizz.</b>	<b>Descrizione</b>
<b>Ap</b>	0-56cm; 10YR 5/3 (brown, umido); screziature assenti; franco; struttura a grumi, moderata, grossolana; pori molto fini e fini comuni; riempimenti di pori di carbonati, molto fini, rari; eff. HCl media; limite inferiore chiaro planare.
<b>A1</b>	56-77cm; 10YR 5/3 (brown, umido); screziature di (idr)ossidi di Fe 10YR 5/8 (yellowish brown, umido), molto fini, 1%; franco limoso; massivo; pori molto fini e fini comuni; riempimenti di pori di carbonati, molto fini, rari; eff. HCl forte; limite inferiore graduale.
<b>2Ab</b>	77-104cm; 10YR 5/2 (grayish brown, umido); screziature assenti; franco limo argilloso; struttura poliedrica angolare, debole, grossolana; pori molto fini, comuni; riempimenti di pori di carbonati, molto fini, rari; eff. HCl media; limite inferiore graduale. Note: gusci di gasteropodi (2-5%).
<b>2C</b>	104-139cm; 10YR 5/2 (grayish brown, umido); screziature assenti; franco limoso; struttura poliedrica angolare, debole, grossolana; pori molto fini, comuni; riempimenti di pori di carbonati, molto fini, comuni; eff. HCl forte; limite inferiore graduale. Note: gusci di gasteropodi (1-2%).
<b>3Ab</b>	139-164cm; 10YR 5/2 (grayish brown, umido); screziature assenti; franco limo-argilloso; massivo; pori molto fini, comuni; riempimenti di pori di carbonato, molto fini, abbondanti; eff. HCl media; limite inferiore chiaro planare. Note: carboni fini (<1%).
<b>3C</b>	164-202cm; matrice 10YR 4/6 (dark yellowish brown, umido); svuotamenti 10YR 5/2 (grayish brown, umido), $\pm 40\%$ ; franco argilloso; massivo; pori molto fini, comuni; riempimenti di pori di carbonati, molto fini, rari; eff. HCl forte; limite inferiore chiaro planare. Note: carboni fini (<1%).
<b>4Ab</b>	202-246cm; matrice 10YR 4/6 (dark yellowish brown, umido); svuotamenti 10YR 5/2 (grayish brown, umido), $\pm 30\%$ ; franco limo argilloso; struttura poliedrica angolare, debole, molto grossolana; pori molto fini, comuni; riempimenti di pori di carbonati, molto fini; abbondanti; eff. HCl media-forte; limite inferiore planare graduale. Note: carboni 1-3mm (5%); concotti (1-2%).
<b>4C</b>	246-280cm; matrice 10 YR 5/4 (yellowish brown); svuotamenti 10YR 6/3 (pale brown, umido), 10%; screziature 10YR 5/6 (yellowish brown, umido); franco sabbioso alla base, franco sabbioso argilloso in testa; struttura massiva; pori molto fini, rari; riempimenti di pori di carbonati molto fini, comuni; noduli carbonatici molto rari, medi, duri; eff. HCl media-forte; limite inferiore non raggiunto.

*Botteghino (PR); Via F. Da Mareto, "Stabilimento Parmacotto". Profilo 1.*

*Botteghino (PR); altitudine 86 m s. l. m Foglio 73 SE; Lat. 44° 44' 21 " N; Long. 10° 21' 53" E.*

<b>Orizz.</b>	<b>Descrizione</b>
<b>Ap</b>	0-23cm; 2.5Y 4/4 (olive brown); screziature assenti; argilla; struttura poliedrica angolare media e grossolana, fortemente separata; facce di pressione frequenti; pori molto fini comuni; riempimenti di CaCO <sub>3</sub> fini comuni; limite inferiore chiaro planare.
<b>2Ab</b>	23-42cm; 10YR 5/3 (brown); screziature assenti; argilla debolm. limosa con frammenti di carbone (1%) e frammenti di gusci di gasteropodi (5-10%); struttura prismatica grossolana, debolmente separata; pori molto fini rari, pori fini molto rari; riempimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> molto fini frequenti; limite inferiore graduale.
<b>2C</b>	42-65cm; 10YR 7/4 (very pale brown); screziature assenti; argilla debolm. limosa; struttura a grumi grossolana, fortemente separata; pori molto fini comuni, pori fini molto rari; riempimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> molto fini rari; limite inferiore chiaro planare.
<b>3ABb1</b>	65-72cm; 10YR 5/3 (brown); screziature molto fini, frequenti, colore 10YR 5/6 (yellowish brown); aree di svuotamento fini, rare, colore 10YR 6/2 (light brownish gray); argilla limosa; struttura poliedrica angolare media e grossolana, moderatamente separata; pori molto fini comuni; noduli di Fe, fini, soffici, arrotondati, colore 7.5YR 3/2 (dark brown); riempimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> , molto fini, frequenti; limite inferiore chiaro planare.
<b>3ABb2</b>	72-93cm; 10YR 5/3 (brown); screziature fini, frequenti, contrasto debole-moderato, colore 7.5YR 3/4 (dark brown); argilla debolmente limosa con frammenti di carbone millimetrici (1-2%); struttura poliedrica angolare grossolana, da debolmente a moderatamente separata; pori molto fini comuni, pori fini molto rari; riempimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> fini, rari, limite inferiore chiaro planare.
<b>3Cg</b>	93-120cm; 2.5Y 4/2 (dark grayish brown) – matrice; screziature fini, contrasto molto debole, colore 7.5YR 3/4 (dark brown); argilla; microstrutture a grumi media e grossolana, fortemente separata; pori molto fini comuni, pori fini rari; facce di pressione frequenti; riempimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> fini, comuni; limite inferiore chiaro planare.
<b>4ABb</b>	120-132cm; 2.5Y 4/4 (olive brown) – matrice; screziature fini, comuni, colore 7.5YR 4/6 (strong brown); argilla debolmente limosa; struttura poliedrica subangolare media e grossolana, fortemente separata; pori molto fini, rari; facce di pressione frequenti; riempimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> fini e medi, comuni; limite inferiore abrupto irregolare.
<b>5Btb</b>	132-140 cm; 7.5 YR 4/4 (brown), franco-argilloso, scheletro fine arrotondato comune; struttura poliedrica angolare fine, ben separata; pori fini comuni; limite inferiore chiaro leggermente ondulato.
<b>5C</b>	140-170cm; ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa; limite inferiore non raggiunto.

**Parma, Via Guidorossi "Comparto A3"; Profilo 1, parete NORD**

Parma ; 69 m s. l. m.; Foglio 73 SW; Lat. 44° 46' 55" N; Long. 10° 17' 44" E.

<b>Orizz.</b>	<b>Descrizione</b>
<b>Ab</b> (US 1600)	0-17cm; 10YR 5/3 (brown); screziature assenti; franco argilloso; struttura poliedrica angolare media debole; pori molto fini molto rari; riempimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> rari; limite inferiore chiaro planare; reazione HCl medio-forte.
<b>C</b> (US 1677)	17-30cm; 10YR 5/3 (brown); screziature assenti; franco argilloso; struttura poliedrica angolare media e grossolana molto debole; pori fini rari; riempimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> comuni; noduli di CaCO <sub>3</sub> molto fini, molto rari, duri; limite inferiore graduale planare; reazione HCl forte.
<b>3B1</b> (US 518)	30-45cm; 10YR 3/3 (dark brown); screziature assenti; argilla; struttura prismatica media e grossolana moderata; pori molto fini rari; riempimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> comuni; limite inferiore graduale irregolare; reazione HCl media
<b>3B2</b> (US 1670)	45-59cm; matrice 10YR 3/3 (dark brown); screziature grossolane abbondanti colore 10YR 5/6 (yellowish brown), limite netto con la matrice; argilla; struttura prismatica media e grossolana forte; pori molto fini molto rari (matrice), pori molto fini rari (screziature); riempimenti di CaCO <sub>3</sub> nei pori molto fini comuni; carboni 0.5-1mm (5-10%); limite inferiore graduale planare; reazione HCl (matrice) assente.
<b>3BC</b> (US 745)	59-76cm; 10YR 5/4 (yellowish brown) dominante, ±30% aree di colore 10YR 4/3 (brown) presenti frequentemente come riempimenti di pedotubuli; franco; struttura poliedrica angolare grossolana moderata-forte; riempimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> molto fini, comuni, duri; limite inferiore graduale planare; gusci di gasteropodi sia interi che frammentati ±15%; reazione HCl forte.
<b>3C</b> (US 587)	76-100cm; 10YR 6/4 (light yellowish brown); screziature di Fe molto fini (1-2%) colore 10YR 5/6 (yellowish brown) associate a figure di svuotamento colore 10YR 6/2 (light brownish gray), 3-5%, 2-3mm; franco-limoso; massivo; pori molto fini molto rari e fini molto rari; riempimenti di pori di carbonati abbondanti, molto fini; limite inferiore non raggiunto; reazione HCl forte.

**Parma, Via Guidorossi "Comparto A3"; Profilo 2, parete NORD**

*Parma; 70 m s. l. m.; Foglio 73 SW; Lat. 44° 46' 54" N; Long. 10° 17' 43" E.*

<b>Orizz.</b>	<b>Descrizione</b>
<b>Ap1/Ap2</b>	0-37cm; 10YR 4/3 (dark brown); screziature assenti; argilla; struttura poliedrica angolare fine, forte; pori interpedali planari comuni, pori intrapedali molto fini rari; noduli di CaCO <sub>3</sub> molto fini, arrotondati, duri; limite inferiore chiaro planare; reazione HCl moderata-forte; carboni millimetrici (1-2%).
<b>C</b> (US 501)	37-56cm; 2.5Y 5/4 (light olive brown); screziature assenti; argilla; struttura poliedrica angolare grossolana debole; pori molto fini comuni; limite inferiore abrupto planare; reazione HCl forte.
<b>2Btb</b> (US 518)	56-83cm; 7.5YR 3/4 (dark brown); screziature assenti; argilla/argilla limosa; struttura poliedrica angolare fine debole (primaria) e poliedrica angolare grossolana forte (secondaria); pori molto fini comuni, pori fini rari; scheletro (20%) composto da ciottoli arrotondati (4-12cm di diametro); limite inferiore abrupto planare; reazione HCl debole.
<b>2C</b> (US 662)	83-115cm; 10YR 4/4 (dark yellowish brown); screziature assenti; franco argilloso; struttura poliedrica angolare fine debole; scheletro (80%) composto da ghiaie arrotondate (0.5-2.5cm di diametro) e ciottoli arrotondati (5-10cm di diametro); limite inferiore non raggiunto; reazione HCl molto debole.

**Parma, Via Guidorossi "Comparto A3"; Profilo 3, parete NORD**

*Parma; 70m s. l. m.; Foglio 73 SW; Lat. 44° 46' 54" N; Long. 10° 17' 43" E.*

<b>Orizz.</b>	<b>Descrizione</b>
<b>Ab</b> (US 514)	0-22cm; 10YR 4/3 (dark brown); screziature assenti; argilla; struttura poliedrica angolare fine, forte; pori interpedali planari comuni, pori intrapedali molto fini rari; noduli di CaCO <sub>3</sub> molto fini, arrotondati, duri; limite inferiore chiaro planare; reazione HCl moderata; carboni millimetrici (1-2%).
<b>C</b> (US 522)	22-49cm; 10YR 5/4 (yellowish brown); screziature assenti; franco limo-argilloso; struttura poliedrica angolare, media, moderata; pori molto fini comuni; riempimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> , molto fini, rari; limite inferiore abrupto planare; reazione HCl forte.
<b>2Ab</b> (US 1600)	49-64cm; 10YR 4/2 (dark grayish brown); noduli di Fe molto fini rari; franco; struttura poliedrica angolare grossolana forte; frequenti facce di pressione; pori molto fini molto rari; limite inferiore chiaro planare; reazione HCl medio-forte; frequenti gusci di gasteropodi sia interi che frammentati, frammenti di carbone (2-5%) molto fini; frammenti di concotto molto rari.
<b>2Btb</b> (US 518)	64-71; 10YR 4/3 (brown); screziature assenti; franco; struttura poliedrica angolare grossolana moderata; pori molto fini comuni e fini rari; riempimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> molto fini comuni; limite inferiore abrupto planare; reazione HCl medio-forte.



*Parma, Via Guidorossi "Via Farnese – Lotto Tirri"; Profilo 4, parete SUD*

*Parma; 70,8 m s. l. m.; Foglio 73 SW; Lat. 44° 46' 58" N; Long. 10° 18' 12" E.*

<b>Orizz.</b>	<b>Descrizione</b>
<b>Ap</b>	0-45cm; arativo attuale franco-limoso.
<b>C</b>	45-165cm; limi sabbiosi e sabbie limose alluvionali.
<b>2Ab</b>	165-195cm; 10YR 4/2 (dark brownish gray); screziature assenti; franco-argilloso con scheletro raro eterometrico, frammenti di laterizio 2-3mm; struttura poliedrica angolare debole-moderata grossolana; pori molto fini comuni; pori fini molto rari; riempimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> molto fini, rari, limite inferiore chiaro planare.
<b>2C1</b>	195-225cm; 10YR 5/4 (yellowish brown); limo sabbioso, massivo, pori molto fini frequenti; pori fini molto rari; riempimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> fini (15-20%); limite inferiore abrupto planare.
<b>2C2</b>	225-268cm; 2.5Y 6/8 (olive yellow); verso l'alto passante a 10YR 6/4 (light yellowish brown); screziature di Fe molto rare, contrasto molto debole, fini, colore 10YR 6/8 (brownish yellow); sabbia limosa con lenti di ghiaie, 1-2.5cm, arrotondate; massivo; pori molto fini molto rari; riempimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> molto fini, rari in alto, frequenti al contatto con 3Ab; limite inferiore chiaro planare.
<b>3Ab</b> (US 48)	268-275cm; matrice 2.5Y 7/6 (yellow); screziature molto fini di Fe, contrasto forte, colore 7.5YR 6/8 (reddish yellow) (1-2%); sabbia limosa con gasteropodi molto rari e carboni millimetrici molto rari; pori molto fini comuni; pori fini molto rari; pedotubuli millimetrici molto rari, riempimento argilloso colore 10YR 4/2 (dark grayish brown); riempimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> molto fini (3.5-5%); limite inferiore chiaro planare.
<b>3C</b> (US 49)	275-285cm; 2.5Y 5/4 (light olive brown); screziature molto fini di Fe, contrasto debole, colore 10YR 6/8 (brownish yellow) associate ad aree di svuotamento del Fe colore 10YR 7/2 (light gray) di 3-5mm di diametro, presenti sul 5% dell'orizzonte; limo debolmente sabbioso; massivo; pori molto fini rari; pori fini molto rari; noduli molto fini di CaCO <sub>3</sub> , soffici (2-3.5%); limite inferiore abrupto planare (erosivo).
<b>4B</b> (US 50)	285-305cm; aree dominanti (60-70% dell'orizzonte) di dimensioni arrotondate di 8-12cm, arrotondate: colore 10YR 5/8 (yellowish brown); screziature assenti; argilla con occasionali ghiaie fini arrotondate (<1%); pori molto fini molto rari; noduli fini di Mn, arrotondati, limiti netti, 7.5-12.5%; limite netto con i domini circostanti.
<b>5BC</b> (US 51)	305-320cm; 10YR 4/2 (dark grayish brown); screziature assenti; argilla limosa; struttura poliedrica angolare molto grossolana forte; pori molto fini rari; pori fini molto rari; riempimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> molto fini e fini (20-25%); limite inferiore graduale in discesa verso Ovest. Aree secondarie (30-40% dell'orizzonte): 10YR 3/2 (very dark grayish brown); screziature assenti; argilla limosa con frammenti di gasteropodi millimetrici (2-3.5%); pori molto fini rari; riempimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> molto fini e fini (±30%); limite inferiore abrupto (erosivo?) marcato da ghiaie fini carbonatiche arrotondate e rarissimi frammenti ceramici.
<b>5C</b> (US 52)	320-340cm; 10YR 3/3 (dark brown); screziature assenti; argilla limosa; struttura poliedrica angolare grossolana e molto grossolana moderata; pori molto fini molto rari; riempimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> molto fini, 5-7.5%; limite inferiore non raggiunto.

**Rubiera (RE), Alveo del f. Secchia (da Salvioni 2006)**

Rubiera (RE); 50m s.l.m.; Foglio 86 I NW – Rubiera;

lat. 44° 39' 14" N; long. 10° 31' 19" E.

---

<b>Orizz.</b>	<b>Descrizione</b>
-	0-120cm; ghiaie grossolane a supporto clastico con occasionali lenti di sabbia; rari frammenti di laterizio; limite inferiore abrupto ondulato.
-	120-130cm; 5Y 6/3 (pale olive); rare screziature fini colore 2.5Y 6/6 (olive yellow); franco limoso argilloso; massivo; forte effervescenza all'HCl 1N; limite inferiore abrupto planare.
<b>Ab</b>	130-146cm; 2.5Y 5/2 (grayish brown); argilla limosa; struttura poliedrica angolare debole; radici fini rare; forte effervescenza all'HCL 1N; limite inferiore graduale planare. Note: gusci di gasteropodi comuni.
<b>C</b>	146-210cm; passante da 2.5Y 7/2 (light grey) a 5Y 5/3 (olive); screziature attorno a resti di radici colore 7.5Y 5/8 (strong brown); da argilloso-limoso a franco limoso argilloso; massivo; rari riempimenti di CaCO <sub>3</sub> ; forte effervescenza all'HCL 1N; limite inferiore chiaro planare.
<b>2 ABb</b>	210-260cm; 2.5Y 4/2 (dark grey); screziature comuni, colore 2.5Y 4/4 (olive brown); franco limoso argilloso; struttura poliedrica angolare forte; pori grossolani rari; moderata effervescenza all'HCL 1N; limite inferiore abrupto planare. Note: rari frammenti di carbone.
<b>2C</b>	260- 345cm; 2.5Y 5/4 (light olive brown); screziature frequenti, colore 2.5Y 4/4 (olive brown); argilla limosa; massivo; pori grossolani rari; forte effervescenza all'HCL 1N; limite inferiore abrupto planare. Note: rari frammenti di carbone
<b>3 ABb</b>	345-395cm; 2.5Y 4/2 (dark grey); franco limoso argilloso; struttura poliedrica angolare forte; debole effervescenza all'HCl 1N; limite inferiore graduale planare. Note: rari frammenti di carbone.
<b>3C</b>	395-465cm; 2.5Y 5/4 (light olive brown); screziature comuni, colore 2.5Y 5/2 (greyish brown); franco limoso; struttura poliedrica angolare forte; concrezioni di CaCO <sub>3</sub> comuni; forte effervescenza ad HCL 1N; limite inferiore abrupto ondulato.
<b>4C</b>	465-600 cm; ghiaie eterometriche a supporto clastico, debolmente cementate; limite inferiore non raggiunto.

---

**Buco del Signore (RE), Via Manenti (da Salvioni 2006)**

---

*Buco del Signore (RE); 65m s. l. m.; Foglio 74 III SE – Reggio nell'Emilia;*  
*lat. 44°10'18" N; long. 10° 38' 31" E*

---

<b>Orizz.</b>	<b>Descrizione</b>
<b>Ap1</b>	0-90cm; 2.5Y 5/4 (light olive brown); franco argilloso con rare ghiaie di selce ed arenaria; struttura poliedrica angolare da media a fine; rari pori fini e medi; effervescenza all'HCl 1N forte; limite inferiore chiaro planare. Note: rari gusci di gasteropodi.
<b>Ap2</b>	90-137cm; 2.5Y 5/4 (light olive brown); sabbioso limoso; struttura poliedrica angolare fine forte; riempimenti di CaCO <sub>3</sub> frequenti; effervescenza all'HCl 1N forte; limite inferiore graduale panare. Note: rari frammenti di laterizio romani; comuni frammenti di carbone; rari gusci di gasteropodi.
<b>2Ab</b>	137-150cm; 2.5Y 4/2-4/4 (dark grayish brown-olive brown); limoso; struttura poliedrica sub-angolare moderata; pori molto fini rari, pori grossolani rari; rivestimenti di pori di CaCO <sub>3</sub> comuni; effervescenza all'HCl 1N forte; limite inferiore graduale planare.
<b>2C</b>	150-200cm; 2.5Y 5/4-4/4 (light olive brown-olive brown); limoso; struttura poliedrica sub-angolare da fine a media; pori fini rari, pori grossolani rari; rivestimenti di pori e noduli di CaCO <sub>3</sub> comuni; effervescenza all'HCl 1N forte; limite inferiore chiaro planare.
<b>3ABb</b>	200-240cm; 2.5Y 4/2 (dark grayish brown); limo-argilloso; struttura poliedrica angolare ben sviluppata; pori molto fini rari, pori grossolani rari; effervescenza all'HCl 1N debole; limite inferiore chiaro planare. Note: frammenti di carbone da rari a frequenti.
<b>3C</b>	240-260cm; 2.5Y 5/4 (light olive brown); limoso; struttura poliedrica angolare moderata; pori molto fini molto rari, pori grossolani rari; limite inferiore non raggiunto.

---

**Ghiardo (Quattro Castella, RE), Profilo 1.**

*Ghiardo (Quattro Castella, RE); 121 m s. l. m. ; Foglio 86 I NW – Modena;  
Lat. 44° 40' 40" N; Long. 10° 31' 7" E.*

<b>Orizz.</b>	<b>Descrizione</b>
<b>Ap</b>	0-30cm; 10YR 6/4 (light yellowish brown); franco limoso, struttura lamellare fine debole; pori fini e medi comuni; friabile; rari noduli di Fe/Mn; limite inferiore graduale. Note: rari frammenti di mattone.
<b>E</b>	30-89cm; 10YR 7/4 (very pale brown); rare screziature fini di Fe/Mn attorno ai pori; franco limoso; struttura poliedrica sub-angolare fine debole; pori comuni; da friabile a duro; concentrazioni discontinue di noduli di Fe/Mn alla base dell'orizzonte; limite inferiore abrupto planare.
<b>2Bt1</b>	89-137cm; da 10YR 4/3 (brown / dark brown) a 10YR 5/4 (yellowish brown); screziature di Fe medie comuni; franco limoso argilloso; struttura poliedrica forte, con tendenza a lamellare se inumidito; pori fini rari; moderatamente duro; rari noduli di Fe/Mn fini; rare pellicole d'argilla attorno agli aggregati; limite inferiore graduale.
<b>2Bt2</b>	137-210cm; 10YR 4/3 (brown / dark brown); screziature fini comuni, colore 10YR 6/4 e 5/4 (light yellowish brown – yellowish brown); argilloso; struttura prismatica media forte; pori molto rari; molto duro; aree di svuotamento verticali fini lungo gli aggregati, colore 10YR 5/2 (grayish brown); noduli di Fe/Mn fini comuni; rare superfici di scivolamento medie; pellicole argillose comuni; limite inferiore abrupto ondulato.
<b>2Bc</b>	210-230cm; 7.5YR 3/2 (dark brown); franco limoso argilloso; massivo; pori molto rari; duro; noduli di Fe-Mn dominanti; limite inferiore chiaro ondulato.
<b>3Bi</b>	230-280cm; 10YR 5/4 (yellowish brown); screziature medie e fini comuni (2.5Y 5/6 – light olive brown); argilloso; struttura poliedrica grossolana forte; molto duro; frequenti superfici di scivolamento grossolane; frequenti noduli di Fe/Mn; rari noduli grossolani di CaCO <sub>3</sub> , in diminuzione verso il basso; limite inferiore non raggiunto.

**Ghiardo (Quattro Castella, RE), Profilo 2.**

*Ghiardo (Quattro Castella, RE); 121 m s. l. m. ; Foglio 86 I NW – Modena;*

<b>Orizz.</b>	<b>Descrizione</b>
<b>Ap</b>	0-20cm; 10YR 6/4 – 6/3 (light yellowish brown – pale brown); franco limoso, struttura poliedrica fine; pori comuni; limite inferiore abrupto planare. Note: frammenti carboniosi comuni.
<b>E</b>	20-30cm; 2.5Y 5/3 (yellowish brown); rare screziature fini di Fe/Mn attorno ai pori; franco limoso; struttura poliedrica fine debole; pori fini comuni; limite inferiore abrupto planare. Note: frammenti carboniosi comuni; rarissimi frammenti ceramici.
<b>2Bt1</b>	30-50cm; 10YR 5/4 (yellowish brown); screziature medie comuni; franco limoso argilloso; struttura poliedrica sub-angolare; limite inferiore graduale.
<b>2Bt2</b>	50-70cm; 10YR 4/3 (brown – dark brown); screziature fini comuni; franco argilloso; pori rari; rivestimenti di Fe/Mn comuni; limite inferiore abrupto ondulato.
<b>2Bc</b>	70-80cm; 7.5YR 3/2 (dark brown); franco limoso argilloso; massivo; pori molto rari; noduli di Fe-Mn dominanti; limite inferiore chiaro ondulato.
<b>3Bi</b>	80-120cm; 10YR 5/6 (yellowish brown); argilloso; struttura poliedrica grossolana forte; frequenti noduli di Fe/Mn; rari noduli grossolani di CaCO <sub>3</sub> ; limite inferiore non raggiunto.

## APPENDICE II – Risultati delle analisi chimico-fisiche

<i>Profondità m</i>	<i>Sabbia %</i>	<i>Limo %</i>	<i>Argilla %</i>	<i>Sost. Org. g/Kg</i>	<i>CaCO<sub>3</sub> %</i>
0.1	5.0	64.6	30.4	10.6	15.7
0.2	5.0	59.4	35.6	11.0	14.5
0.3	6.0	62.4	31.6	10.6	14.2
0.4	8.0	59.3	32.7	11.8	9.7
0.5	9.0	56.3	34.7	12.4	9.5
0.6	5.0	60.4	34.6	13.6	11.5
0.7	7.0	59.0	34.1	14.1	12.3
0.8	9.0	58.3	32.7	13.3	10.3
0.9	10.0	59.9	30.2	15.1	11.0
1	14.0	53.7	32.3	12.3	17.0
1.1	19.0	52.3	28.7	8.9	14.8
1.2	14.0	60.0	26.0	4.6	22.0
1.3	11.0	66.0	23.1	5.6	23.2
1.4	5.0	68.6	26.4	4.2	22.0
		LACUNA			
1.8	5.0	64.7	30.3	8.1	23.7
1.9	3.0	65.9	31.1	4.0	18.6
2	4.5	62.6	32.9	8.3	17.1
2.1	5.0	66.9	28.1	4.6	22.9
2.2	4.0	69.4	26.6	5.0	20.9
2.3	4.0	67.3	28.7	7.3	20.6
2.4	4.5	62.6	32.9	9.6	20.0
2.5	4.0	60.7	35.3	14.2	17.1
2.6	4.0	59.4	36.6	13.6	16.5
2.7	5.0	61.3	33.7	7.8	19.1
2.8	6.0	67.4	26.6	8.9	19.1
2.9	6.0	65.8	28.2	6.2	20.7
3	10.0	60.4	29.6	8.3	19.7
3.1	11.0	59.4	29.6	8.6	23.9
3.2	7.5	63.4	29.1	7.1	27.5
3.3	4.0	64.4	31.6	13.3	18.9
3.4	4.5	64.0	31.5	10.0	19.4
3.5	6.0	65.0	29.0	10.2	20.4
3.6	11.0	59.6	29.4	6.3	24.1
3.7	22.0	50.7	27.4	8.8	24.2
3.8	28.0	50.1	21.9	7.5	26.0
3.9	44.0	41.1	14.9	6.3	32.4
4	65.0	25.4	9.6	3.1	35.1
4.1	16.0	58.0	26.0	5.7	33.4
4.2	6.0	62.5	31.5	6.9	19.2
4.3	6.5	56.0	37.5	16.3	6.9
4.4	10.0	50.4	39.6	15.1	6.2
4.5	13.5	46.8	39.7	9.3	2.7
4.6	19.0	42.7	38.3	8.9	0.8
4.7	23.0	43.9	33.2	6.4	1.4
4.8	32.0	41.2	26.8	6.2	8.2
4.9	38.0	38.2	23.8	2.9	22.5
5	37.0	43.6	19.4	6.6	26.2

*S. Ilario / Taneto (RE); tangenziale Nord: profili 1 e 1b.*

<i>Tessiture fini (&lt;2mm)</i>							
<i>Orizzonte</i>	<i>Sabbia</i> %	<i>Limo</i> %	<i>Argilla</i> %	<i>C org</i> (g/Kg)	<i>Sost. Org.</i> (g/Kg)	<i>CaCO<sub>3</sub></i> %	<i>pH</i> (H <sub>2</sub> O)
<b>Ap</b>	7.72	56.42	35.87	7.48	12.89	19.6	8
<b>2Ab</b>	9.97	57.03	33.00	7.48	12.89	41	7.9
<b>2C</b>	12.26	57.99	29.76	6.05	10.43	43.9	8
<b>3ABb1</b>	12.13	53.47	34.41	5.94	10.25	31.5	7.9
<b>3ABb2</b>	5.78	53.64	40.57	7.92	13.65	7.8	7.9
<b>3Cg</b>	8.23	58.56	33.21	5.36	9.24	16	7.9
<b>4ABb</b>	9.47	57.55	32.99	5.94	10.24	7.3	8

*Botteghino (PR); Via F. Da Mareto. "Stabilimento Parmacotto" Profilo 1.*

<i>Tessiture fini (&lt;2mm)</i>							
<i>Orizzonte</i>	<i>Sabbia</i> %	<i>Limo</i> %	<i>Argilla</i> %	<i>C org</i> (g/Kg)	<i>Sost. Org.</i> (g/Kg)	<i>CaCO<sub>3</sub></i> %	<i>pH</i> (H <sub>2</sub> O)
<b>C</b>	16.74	56.78	26.48	4.96	8.55	30.0	7.8
<b>2Ab</b>	16.79	52.55	30.66	4.98	8.59	35.0	7.8
<b>2Cg</b>	11.41	56.61	31.98	7.50	12.93	12.2	7.8
<b>3ABb</b>	19.42	45.53	35.04	6.26	10.80	4.1	7.8
<b>4Btb</b>	5.83	60.43	33.74	4.97	8.57	3.7	7.8

*Botteghino (PR); Via F. Da Mareto. "Stabilimento Parmacotto" Profilo 2.*

		<b>Tessiture grossolane</b>			
	<i>Orizzonte</i>	<i>Ghiaie</i> %	<i>Sabbia</i> %	<i>Limo</i> %	<i>Argilla</i> %
<b>Profilo 1</b>	<b>Ap</b>	0.04	7.71	56.39	35.85
	<b>2Ab</b>	0.07	9.97	56.98	32.98
	<b>2C</b>	0.16	12.24	57.89	29.71
	<b>3ABb1</b>	0.45	12.07	53.22	34.25
	<b>3ABb2</b>	0.03	5.78	53.63	40.56
	<b>3Cg</b>	11.01	7.32	52.11	29.55
	<b>4ABb</b>	0.64	9.41	56.97	32.99
<b>Profilo 2</b>	<b>C</b>	0.07	16.73	56.74	26.46
	<b>2Ab</b>	0.04	16.78	52.53	30.65
	<b>2Cg</b>	0.13	11.40	56.53	31.94
	<b>3ABb</b>	0.23	19.38	32.97	34.96
	<b>4Btb</b>	0.11	5.82	60.36	33.70

*Botteghino (PR); Via F. Da Mareto. "Stabilimento Parmacotto".*

<i>Orizzonte</i>	<i>U. S.</i>	<i>Sabbia</i> %	<i>Limo</i> %	<i>Argilla</i> %	<i>Tessit.</i> <i>USDA</i>	<i>C</i> <i>org</i> g/Kg	<i>Sost.</i> <i>Org</i> g/Kg	<i>CaCO<sub>3</sub></i> %	<i>pH</i> <i>(H<sub>2</sub>O)</i>
<b>Ab</b>	US 1600	21.56	57.81	20.63	FL	5,67	8.47	27.7	8.2
<b>C</b>	US 1977	11.22	68.29	20.49	FL	5,22	7.79	31.8	8.1
					FL	10,4			
<b>3B1</b>	US 518	12.21	65.73	22.06		5	15.60	9.6	8.1
<b>3B2</b>	US 1670	11.76	64.39	23.85	FL	5,69	8.49	11.1	8.2
<b>3BC</b>	US 745	17.95	61.29	20.76	FL	5,51	8.23	29.5	8.2
<b>3C</b>	US 587	17.56	63.70	18.74	FL	2,42	3.61	29.3	8.2

*Parma. Via Guidorossi "Comparto A3" Profilo 1.*

<i>Orizzonte</i>	<i>U. S.</i>	<i>Sabbia</i> %	<i>Limo</i> %	<i>Argilla</i> %	<i>Tessit.</i> <i>USDA</i>	<i>CaCO<sub>3</sub></i> %	<i>pH</i> <i>(H<sub>2</sub>O)</i>
<b>2Ab</b>	-	12.44	64.74	22.82	FLA	8.7	7.7
<b>2C1</b>	-	28.63	52.98	18.39	FL	35.2	7.8
<b>2C2</b>	-	42.21	43.60	14.19	F	46.3	7.9
<b>3Ab</b>	US 48	25.37	55.35	19.28	FL	29.9	7.8
<b>3C</b>	US 49	14.61	67.46	17.93	FL	35.3	7.8
<b>4B tetto</b>	US 50	9.06	67.45	23.49	FL	14.1	7.8
<b>4B medio</b>	US 50	11.77	64.25	23.98	FL	5.2	7.8
<b>4B base</b>	US 50	14.73	61.88	23.39	FL	13.2	7.8
<b>5BC</b>	US 51	18.59	59.61	21.80	FL	20.3	7.8
<b>5C</b>	US 52	21.56	57.81	20.63	FL	19.5	7.8

*Parma. Via Guidorossi "Via Farnese – Lotto Tirri"; Profilo 4.*

<i>Tessiture fini (&lt;2mm)</i>							
<i>Orizzonte</i>	<i>Sabbia</i> %	<i>Limo</i> %	<i>Argilla</i> %	<i>C org</i> <i>(g/Kg)</i>	<i>Sost. Org.</i> <i>(g/Kg)</i>	<i>CaCO<sub>3</sub></i> %	<i>pH</i> <i>(H<sub>2</sub>O)</i>
<b>Ab</b>	2.04	53.72	44.24	4.64	8.00	14.9	8.1
<b>2C tetto</b>	2.13	55.88	41.99	3.52	6.08	18.0	8.0
<b>2C base</b>	4.81	61.61	33.58	4.26	7.36	15.5	8.2
<b>2Ab</b>	10.64	49.22	40.14	7.60	13.11	6.5	8.0
<b>2C tetto</b>	7.23	72.17	20.6	1.67	2.88	20.6	8.2
<b>2C base</b>	3.38	60.5	36.12	4.64	8.00	18.4	8.2
<b>3ABb</b>	6.39	48.24	45.37	5.93	10.24	3.3	8.0
<b>3C</b>	20.31	61.27	18.42	2.78	4.80	26.32	8.2

*Rubiera (RE). Alveo del f. Secchia (da Salvioni 2006).*

<i>Tessiture fini (&lt;2mm)</i>							
<i>Orizzonte</i>	<i>Sabbia</i> %	<i>Limo</i> %	<i>Argilla</i> %	<i>C org</i> <i>(g/Kg)</i>	<i>Sost. Org.</i> <i>(g/Kg)</i>	<i>CaCO<sub>3</sub></i> %	<i>pH</i> <i>(H<sub>2</sub>O)</i>
<b>Ap1</b>	17.61	64.14	18.25	1.86	3.21	25.4	8.6
<b>Ap2</b>	19.47	58.30	22.23	1.27	2.19	28.9	8.8
<b>2Ab</b>	11.67	58.90	29.43	4.53	7.81	22.6	8.7
<b>2C</b>	12.51	65.51	21.98	3.26	5.62	23.7	8.6
<b>3ABb</b>	7.26	57.54	35.20	8.70	15.00	2.6	8.7
<b>3C</b>	5.34	62.25	34.41	5.44	9.37	18.5	8.9

*Buco del Signore (RE). Via Manenti (da Salvioni 2006)*

<b>Orizzonte</b>	<b>Sabbia %</b>	<b>Limo %</b>	<b>Argilla %</b>	<b>C org g/Kg</b>	<b>Sost. Org. g/Kg</b>	<b>pH H<sub>2</sub>O</b>	<b>C.S.C. meq/100g</b>	<b>Saturazione in basi (V) %</b>
<i>Ap</i>	6	71	23	7.0	4.0	6.4	11.2	71
<i>E</i>	1	77	22	tracce	<1.0	6.1	15.5	79
<i>2Bt1</i>	4	66	30	tracce	<1.0	6.5	30.0	82
<i>2Bt2</i>	3	71	26	-	-	6.5	28.2	89
<i>2Bc</i>	nd	nd	nd	-	-	6.7	23.8	91
<i>3Bi</i>	4	43	53	-	-	7.2	34.0	100

*Ghiardo (Quattro Castella, RE). Profilo 1. (Modificato da: Cremaschi 2000)*

<b>Orizzonte</b>	<b>Sabbia %</b>	<b>Limo %</b>	<b>Argilla %</b>	<b>C org g/Kg</b>	<b>Sost. Org. g/Kg</b>	<b>pH H<sub>2</sub>O</b>	<b>C.S.C. meq/100g</b>	<b>Saturazione in basi (V) %</b>
<i>Ap</i>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<i>E</i>	7.0	67.1	25.9	3.7	6.2	7.1	19.0	93.9
<i>2Bt1</i>	7.5	63.9	28.6	2.1	3.6	7.2	23.6	92.1
<i>2Bt2</i>	6.8	64.0	29.2	1.3	2.2	7.4	22.5	93.2
<i>2Bc</i>	10.1	61.4	28.5	-	-	7.4	22.4	95.5
<i>3Bi</i>	7.5	53.0	39.5	-	-	7.5	28.7	89.3

*Ghiardo (Quattro Castella, RE). Profilo 2.*



## APPENDICE III – Descrizione delle sezioni sottili

<b>Taneto/S. Ilario d'Enza, Profilo 1. Sezione sottile SITN F11 US 2; Orizzonte 3Ab.</b>
<p><b>Vuoti:</b> vuoti planari interconnessi (frequenti); canali intrapedali (<math>\pm 5\%</math>); cavità (7.5-10%).</p> <p><b>Microstruttura:</b> poliedrica angolare moderatamente separata.</p> <p><b>Frazione grossolana minerale:</b> quarzo e feldspati: limo (10-12.5%); smf (2%); sf (&lt;1%). Miche bianche (1-2%). Biotite (&lt;1%). Calcite detritica: limo (<math>\pm 20\%</math>); smf (10%); sf (1%). Frammenti di rocce metamorfiche: sm (&lt;1%).</p> <p><b>Pedorelitti:</b></p> <p>Tipo I (marrone-bruno scuro in PPL; tessitura argillosa-limoso; frazione grossolana composta da calcite detritica e quarzo; arrotondati; dimensioni delle sm) (&lt;1%).</p> <p>Tipo II (marrone chiaro in PPL; tessitura limosa con calcite, miche bianche e biotite; arrotondati; dimensioni delle sm) (&lt;&lt;1%).</p> <p><b>Frazione organica:</b> frammenti di tessuti vegetali sostituiti dal Fe, 40-120<math>\mu\text{m}</math> (5%). Frammenti di carbone &lt;50<math>\mu\text{m}</math> (<math>\pm 7.5\%</math>); 50-250<math>\mu\text{m}</math> (2%); &gt;250<math>\mu\text{m}</math> (<math>\pm 1\%</math>).</p> <p><b>Frazione grossolana antropica:</b></p> <p>1 esemplare di frammento ceramico, arrotondato, dimensioni delle sg.</p> <p>1 esemplare di frammento d'osso.</p> <p>1 esemplare di frammento di escremento (erbivoro?) combusto.</p> <p>Aggregati di cenere, talora pseudomorfi di tessuti vegetali, dimensioni delle sm. (1%).</p> <p>Sferulti fecali dispersi nella massa di fondo (&lt;&lt;1%).</p> <p><b>Residui inorganici origine biologica:</b> biosferoidi di calcite (1-2%); gusci di gasteropodi interi e frammentati (<math>\pm 1\%</math>).</p> <p><b>Micromassa:</b> yellowish brown (PPL) con b-fabric cristallitico.</p> <p><b>Rapporto c/f<sub>10<math>\mu\text{m}</math></sub>:</b> 35/65.</p> <p><b>Distribuzione relativa:</b> porfirica aperta.</p> <p><b>Figure pedologiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Rivestimenti di argilla pulverulenta; non laminati; marrone chiaro (PPL), giallo-arancio del 1° ordine (XPL); strie di estinzione ampie; spessore 40-90<math>\mu\text{m}</math>. Si osservano in cavità e vuoti planari, 70-80% dei pori.</li><li>- Iporivestimenti di calcite micritica (verso la massa di fondo) e sparitica (verso l'interno del poro); spessore 200-500 <math>\mu\text{m}</math>; 10-12.5%.</li><li>- Iporivestimenti di (idr)ossidi di Fe; impregnazione debole; spessore 30-50<math>\mu\text{m}</math>, prevalentemente attorno a vughs; &lt;1%.</li></ul>

**Taneto/S. Ilario d'Enza, Profilo 1. Sezione sottile SITN P1/C; Orizzonte 7ABb**

**Vuoti:** canali (5%); cavità ( $\pm 7.5\%$ ).

**Microstruttura:** a cavità moderatamente sviluppata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo e feldspati: limo (10%); smf (5%); sf (2-3.5%); sm (1%).

Miche bianche ( $\pm 5\%$ ). Calcite detritica: limo ( $< 1\%$ ); smf ( $< 1\%$ ). Frammenti di rocce metamorfiche: sm ( $< 1\%$ ).

**Frazione organica:** frammenti di tessuti vegetali sostituiti dal Fe, 40-100 $\mu\text{m}$  (5-7.5%). Frammenti di carbone  $< 50\mu\text{m}$  (3.5-5%); 50-250 $\mu\text{m}$  (1-2%);  $> 250\mu\text{m}$  ( $< 1\%$ ).

**Frazione grossolana antropica:** -

**Residui inorganici origine biologica:** 2 esemplari di biosferoidi di calcite; gusci di gasteropodi frammentati ( $\pm 1\%$ ).

**Micromassa:** light grayish brown (PPL, aree svuotate dal Fe, dominanti) giustapposte ad aree reddish brown (PPL, aree arricchite in Fe) con b-fabric striata incrociata e poro-striata.

**Rapporto  $c/f_{10\mu\text{m}}$ :** 25/75.

**Distribuzione relativa:** porfirica aperta.

**Figure pedologiche:**

- Noduli tipici e mammellonati di Fe, ortici, impregnazione media, 40-160 $\mu\text{m}$ ,  $\pm 20\%$  nelle aree arricchite in Fe.

- Noduli dendritici di Mn/Fe, ortici, 100-220 $\mu\text{m}$ ,  $\pm 7.5\%$  nelle aree arricchite in Fe.

- Rivestimenti di argilla pulverulenta; microlaminati; marrone grigiastro chiaro (PPL), giallo-arancio del 1° ordine (XPL); strie di estinzione ampie; spessore 40-90 $\mu\text{m}$ . Si osservano in cavità, 1-2%.

- Iporivestimenti di calcite micritica (verso la massa di fondo) e sparitica (verso l'interno del poro); spessore 50-250 $\mu\text{m}$ ;  $\pm 10\%$ .

- Noduli di calcite, tipici e nucleici (nucleo costituito da calcite sparitica), millimetrici,  $\pm 3.5\%$

**Botteghino (PR), Profilo 3. Sezione sottile BOTT C3**

Riempimento cavità di sradicamento (margine).

*Aggregati poliedrici arrotondati e sub-arrotondati da 0.1 a 30mm, immersi in matrice argillosa. Rapporto aggregati/matrice 75/25; distribuzione relativa aggregati/matrice porfirica.*

**Descrizione Aggregati:**

**Vuoti:** Canali ( $\pm 3.5\%$ ); cavità (3.5-5%).

**Microstruttura:** a cavità moderatamente sviluppata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo/feldspati: limo (5%); sabbia molto fine (<1%). Muscovite (<1%). Calcite detritica: sabbia molto fine ( $\pm 2\%$ ); sabbia fine (3.5-5%). Frammenti di rocce metamorfiche, dimensioni delle sabbie molto fini ( $\pm 2\%$ ) di selce, dimensione delle sabbie fini (<1%).

**Frazione organica:** materia organica puntiforme nerastra (PPL) (<<1%).

**Micromassa:** marrone scuro (PPL) e marrone scuro rossastro (XPL) con b-fabric maculata a puntini.

**Rapporto  $c/f_{5\mu m}$ :** 15/85.

**Distribuzione relativa:** porfirica aperta.

**Descrizione Matrice:**

**Vuoti:** Canali ( $\pm 3.5\%$ ); cavità (3.5-5%); vuoti planari accomodati, curvi, pareti lisce, interconnessi (frequenti).

**Frazione grossolana minerale:** quarzo/feldspati: limo (2-3.5%); sabbia molto fine (<<1%). Muscovite (1-2%). Calcite detritica: sabbia molto fine (1%); sabbia fine (2%).

**Frazione organica:** materia organica puntiforme nerastra (PPL) (<<1%); frammenti di carbone, <100 $\mu m$  (<<1%).

**Micromassa:** marrone giallastro molto chiaro (PPL) con b-fabric cristallitica.

**Rapporto  $c/f_{5\mu m}$ :** 5/95.

**Distribuzione relativa:** monica fine.

**Descrizione Figure Pedologiche:**

- Rivestimenti e ricoprimenti di argilla pulverulenta, occasionalmente contengono granuli di limo, marrone molto scuro (PPL) ( $\pm 1\%$ ). *Si osservano al di sopra degli aggregati.*

- Rivestimenti di argilla pulverulenta, marrone chiaro (PPL), arancio 1° ordine (XPL), contengono particelle nerastre e marrone rossastro (PPL) <10 $\mu m$ , ( $\pm 10\%$ ), strie di estinzione ampie, 20-60 $\mu m$ , frequenti. *Si osservano attorno ed a ridosso degli aggregati, oppure al loro interno in cavità. Hanno limiti diffusi verso la matrice.*

- Rivestimenti di materia organica (marrone molto scuro in PPL e OIL), amorfa monomorfica, 20-40 $\mu m$ , frequenti nella parte alta del campione, molto rari nella parte bassa. *Si osservano al di sopra degli aggregati e raramente frammentati nella matrice.*

- Iporivestimenti (e riempimenti densi completi) di calcite, micritica verso la massa di fondo, sparitica verso la luce del poro, limiti abrupti con la massa di fondo, 160-450 $\mu m$ ; (15-20%). *Si osservano nella matrice e sono spesso coalescenti.*

- Iporivestimenti di Fe e Fe/Mn, discontinui, impregnazione debole, 80-250 $\mu m$ , (5-7.5%). *Si osservano nella matrice attorno a canali e vuoti planari.*

- Riempimenti densi completi, contengono bande di matrice e frammenti di suolo scottato (dimensioni delle sabbie fini e medie); 400-1800 $\mu m$ ; frequenti.

**Botteghino (PR), Profilo 3. Sezione sottile BOTT C2 -**  
Riempimento cavità di sradicamento (parte centrale).

*Aggregati poliedrici arrotondati e sub-arrotondati da 1-2 a 20-25mm, immersi in matrice argillosa. Rapporto aggregati/matrice 70/30; distribuzione relativa aggregati/matrice porfirica.*

**Descrizione Aggregati:**

**Vuoti:** Canali (5-7.5%); cavità ( $\pm 2\%$ ); vuoti planari accomodati, rettilinei pareti ondulate, interconnessi (rari).

**Microstruttura:** poliedrica subangolare debolmente separata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo/feldspati: limo (20-25%); sabbia molto fine (5%). Muscovite (10-12.5%). Biotite ( $\pm 5\%$ ). Calcite detritica: limo (2%); sabbia molto fine (2%). Frammenti di rocce metamorfiche, dimensioni delle sabbie molto fini ( $\pm 2\%$ ) di selce, dimensione delle sabbie fini ( $< 1\%$ ).

**Frazione organica:** -

**Micromassa:** marrone giallastro chiaro (PPL), isottica (XPL), arancio chiaro (OIL).

**Rapporto c/f<sub>5µm</sub>:** 40/60.

**Distribuzione relativa:** porfirica a spaziatura singola.

**Descrizione Matrice:**

**Vuoti:** Canali ( $\pm 5\%$ ); cavità (2-3.5%); vescicole (1-2%); vuoti planari accomodati, a zig-zag, pareti lisce, interconnessi (frequenti).

**Frazione grossolana minerale:** quarzo/feldspati: limo (1-2%); sabbia molto fine ( $< 1\%$ ). Muscovite (3.5-5%). Calcite detritica: sabbia molto fine (1%); sabbia fine (1%).

**Frazione organica:** materia organica puntiforme marrone molto scuro (PPL), 10-15µm ( $<< 1\%$ ); frammenti di carbone,  $< 100\mu\text{m}$  (1-2%).

**Micromassa:** grigio marrone chiaro (PPL) con b-fabric cristallitica.

**Rapporto c/f<sub>5µm</sub>:** 10/90.

**Distribuzione relativa:** porfirica aperta.

**Descrizione Figure Pedologiche:**

- Noduli ad aggregati di Fe/Mn, ortici, impregnazione moderata, 40-400µm, (15-20%). *Si osservano nella matrice.*

- Iporivestimenti di Fe/Mn, impregnazione debole, 50-250µm, ( $\pm 3.5\%$ ). *Si osservano attorno a cavità nella matrice.*

- Iporivestimenti (e riempimenti densi completi) di calcite, micritica verso la massa di fondo, sparitica verso la luce del poro, limiti abrupti con la massa di fondo, 160-450µm; (15-20%). *Si osservano nella matrice e sono spesso coalescenti.*

- Riempimenti densi incompleti e rivestimenti di calcite, cristalli aciculari con disposizione "a palizzata" prevalente, asse maggiore  $\pm 40\mu\text{m}$ . *Si osservano all'interno di cavità e canali intrapedali negli aggregati (dominanti).*

- Riempimenti densi completi ed incompleti di calcite sparitica, (1-2%). *Si osservano all'interno di cavità e canali negli aggregati.*

- Rivestimenti di argille limpide, microlaminati, lamine parallele ed occasionalmente convolute, strie di estinzione nette, colore marrone giallastro chiaro (PPL), arancio-rosso 1° ordine (PPL), spessore  $\pm 80\mu\text{m}$  (2%). *Si osservano sia in pori della matrice che in canali e cavità intrapedali negli aggregati.*

- Rivestimenti di argilla pulverulenta, microlaminati, lamine parallele, strie di estinzione molto ampie, colore marrone chiaro (PPL), giallo 1° ordine (XPL), spessore 60-120µm, (5-7.5%). *Si osservano sia a ridosso degli aggregati che più raramente al loro interno; hanno limiti diffusi verso la matrice.*

- Ricoprimenti e rivestimenti di argilla di impure; microlaminati, strie di estinzione ampie, colore marrone rossastro molto scuro (PPL e XPL). *I ricoprimenti si osservano al di sopra di aggregati ( $< 1\%$ ); i rivestimenti all'interno di cavità intrapedali negli aggregati ( $< 1\%$ ).*

**Botteghino (PR), Profilo 3. Sezione sottile BOTT C1**

Suolo eneolitico adiacente alla cavità di sradicamento

**Vuoti:** vuoti planari frequenti; canali (2-3.5%); cavità ( $\pm 2\%$ ).**Microstruttura:** poliedrica subangolare da moderatamente a fortemente separata.**Frazione grossolana minerale:** quarzo/feldspati: limo (5%); smf (1%). Miche bianche (5-7.5%).

Calcite detritica: limo (1%); smf (1-2%). Rarissimi frammenti di rocce metamorfiche, dimensione delle sabbie fini.

Pedorelitti: (I) tessitura argilloso-limoso, decarbonatato, parziale riorganizzazione della b-fabric, arrotondati, dimensioni delle sabbie medie e grossolane, contengono frammenti di mat. veg. combusto parzialmente e carboni, ( $\pm 3.5\%$ );  $\pm 10\%$ , più abbondanti nella parte superiore della sezione sottile.

(II) tessitura argillosa, sub-arrotondato, limiti diffusi, contiene rivestimenti argillosi laminati limpidi, diametro circa 1.2mm, 1 esemplare.

**Frazione organica:** materiale vegetale combusto parzialmente (marrone scuro rossastro, PPL) e carboni, 20-30 $\mu\text{m}$ ,  $\pm 3.5\%$ .**Frazione grossolana antropica:** -**Residui inorganici origine biologica:** frammenti di guscio (1%); fitoliti allungati cilindrici, non articolati ( $\ll 1\%$ ).**Micromassa:** marrone chiaro (PPL); b-fabric maculata a puntini con grano-striature.**Rapporto c/f<sub>10 $\mu\text{m}$</sub> :** 15/75.**Distribuzione relativa:** porfirica aperta.**Figure pedologiche**

- Iporivestimenti di calcite, micritica verso la massa di fondo, sparitica verso la luce del poro, occasionalmente coalescenti, prevalentemente attorno a cavità (5%).

- Riempimenti di calcite micritica, densi completi, occasionalmente con sparite (7.5-10%).

- Rivestimenti e riempimenti di calcite micritica sovrapposta a calcite aciculare, rari.

- Noduli di Fe, tipici, mammellonati, ortici, dimensioni 100-150 $\mu\text{m}$ , impregnazione debole, 3-5-5% alla base, in diminuzione verso l'alto.- Noduli di Fe/Mn, tipici, mammellonati, prevalentemente allungati, dimensioni 50-250 $\mu\text{m}$ , impregnazione forte,  $\pm 5\%$ .- Iporivestimenti di Fe/Mn, impregnazione moderata, larghezza 40-200 $\mu\text{m}$ , attorno a vughs,  $\pm 2\%$ .- Riempimenti densi completi ed intercalazioni di argilla pulverulenta e impura; non laminati, marrone scuro (PPL ed XPL); 120-350 $\mu\text{m}$  di spessore, 1%. *Si osservano spesso in associazione a frammenti di terreno scottato.*- Figure pedologiche frammentate: frammenti di rivestimenti argillosi limpidi, microlaminati, giallo-arancio 1°ordine (PPL e XPL), strie di estinzione nette, 50-150 $\mu\text{m}$ ,  $< 1\%$ .

**Botteghino (PR), Profilo 2. Sezione sottile BOTT 4ABb - Orizzonte 3ABb**

**Vuoti:** vuoti planari frequenti, accomodati; canali ( $\pm 10\%$ ); cavità (2%).

**Microstruttura:** poliedrica angolare fortemente separata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo/feldspati: limo (20%); smf ( $\pm 10\%$ ). Miche bianche (10%). Calcite detritica: limo (5-10%); smf (5%); smf (2-3.5%). Rarissimi frammenti di roccia sedimentaria, dimensioni delle sabbie medie.

**Frazione organica:** materiale vegetale combusto parzialmente (marrone scuro rossastro, PPL) e carboni, 20-30 $\mu\text{m}$  ( $\pm 3.5\%$ ).

**Frazione grossolana antropica:** frammenti di terreno scottato, arrotondati, 2 esemplari (2.5mm e 0.8mm).

**Residui inorganici origine biologica:** -

**Micromassa:** 10YR 6/8 brownish yellow con b-fabric maculata a puntini.

**Rapporto c/f<sub>10 $\mu\text{m}$</sub> :** 50/50

**Distribuzione relativa:** porfirica a spaziatura doppia

**Figure pedologiche:**

- Iporivestimenti di calcite, micritica verso la massa di fondo, sparitica verso la luce del poro; spessore 100-250 $\mu\text{m}$ ; comuni.
- Riempimenti densi continui di calcite micritica, comuni.
- Rivestimenti di argilla pulverulenta, non laminati, marrone giallastro (PPL), giallo del 1° ordine (XPL); spessore 15-25 $\mu\text{m}$ ; strie di estinzione ampie. Si osservano all'interno di canali, cavità e vuoti planari (come rivestimenti discontinui); occupano il 10-20% dei pori.

**Botteghino (PR), Profilo 1. Sezione sottile BOTT b3 - Orizzonte 3ABb2**

**Vuoti:** vuoti planari accomodati, frequenti; canali ( $\pm 3.5\%$ ); cavità (3.5-5%).

**Microstruttura:** poliedrica angolare fortemente separata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo/feldspati: limo (15-20%); smf (5%); sf (3.5-5%); sm (1-2%). Miche bianche: 3.5-5%. Frammenti di roccia metamorfica, arrotondati: sm ( $\pm 3.5\%$ ); sg (<1%). Rarissimi frammenti di selce, dimensioni delle sabbie grossolane.

**Frazione organica:** materiale vegetale combusto parzialmente (marrone scuro rossastro, PPL) e carboni, 20-30 $\mu\text{m}$ , 5-7.5%.

**Frazione grossolana antropica:** -

**Residui inorganici origine biologica:** fitoliti, morfologia allungata, non articolati (<<1%).

**Micromassa:** brownish yellow (10YR 6/8, PPL). B-fabric striata incrociata con grano- e poro-striature.

**Rapporto c/f<sub>10 $\mu\text{m}$</sub> :** 35/65

**Distribuzione relativa:** porfirica a spaziatura doppia.

**Figure pedologiche:**

- Iporivestimenti di calcite micritica, larghezza 200-500 $\mu\text{m}$ , rari.
- Noduli di calcite micritica, tipici, ortici, 500-1000 $\mu\text{m}$  ( $\pm 3.5\%$ ).
- Rivestimenti di argilla pulverulenta, non laminati, marrone grigiastro (PPL), giallo 1° ordine (XPL), strie di estinzione ampie, spessore  $\pm 50\mu\text{m}$ . Si osservano all'interno di canali, rarissimi.
- Rivestimenti di Fe/Mn, impregnazione forte, spessore 10-20 $\mu\text{m}$ , osservati nel 5-10% dei pori.

**Botteghino (PR), Profilo 1. Sezione sottile BOTT b2 –Orizzonte 3ABb1**

**Vuoti:** vuoti planari accomodati, frequenti. Canali (5-7.5%); cavità (2%).

**Microstruttura:** poliedrica angolare fortemente separata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo/feldspati (10-15%); smf ( $\pm 5\%$ ). Miche bianche (15-20%).

Calcite detritica: limo (2%); smf (1-2%).

**Frazione organica:** materiale vegetale combusto parzialmente (marrone scuro rossastro, PPL) e carboni, 20-80 $\mu\text{m}$ , 5-7.5%. Carboni grossolani (500-1200 $\mu\text{m}$ ) ( $<1\%$ ).

**Frazione grossolana antropica:** -

**Residui inorganici origine biologica:** frammenti di gusci di gasteropodi (1%); biosferoidi di calcite, contorni smussati ( $<1\%$ ); fitoliti allungati, non articolati ( $\pm 2\%$ ):

**Micromassa:** yellow (10YR 7/6, PPL).

**Rapporto c/f<sub>10 $\mu\text{m}$</sub> :** 35/65

**Distribuzione relativa:** porfirica a spaziatura doppia.

**Figure pedologiche:**

- Iporivestimenti di calcite micritica verso la massa di fondo, sparitica verso la luce del poro, spessore 200-500 $\mu\text{m}$ ; frequenti.

- Riempimenti densi completi con b-fabric a crescenti, dimensioni millimetriche, frequenti.

- Rivestimenti di argilla pulverulenta, non laminati ed occasionalmente micro-laminati; marrone giallastro (PPL), giallo 1° ordine (XPL); strie di estinzione ampie; spessore 20-50 $\mu\text{m}$ . Si osservano all'interno di vughs e canali, occupano il 5% dei pori. In rarissimi casi i rivestimenti contengono granuli di limo e sono dunque rivestimenti impuri.

**Parma - Via Guidorossi, Profilo 1. Sezione sottile PR 1/9 - Orizzonte 3BC**

**Vuoti:** vuoti planari rari, accomodati; canali (5%); cavità (2-3.5%).

**Microstruttura:** poliedrica subangolare debolmente separata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo/feldspati: limo (15-20%); smf (10%); sf ( $\pm 2\%$ ). Miche bianche (2%). Calcite detritica: limo (10-15%); smf (10-15%); sf (5%).

**Frazione organica:** materiale vegetale combusto parzialmente (marrone scuro rossastro, PPL) e carboni, 50-150 $\mu\text{m}$  ( $\pm 1\%$ ). Materia organica puntiforme nerastra (1-2%).

**Frazione grossolana antropica:** -

**Residui inorganici origine biologica:** biosferoidi di calcite ( $\ll 1\%$ ); frammenti di gusci di gasteropodi ( $\pm 1\%$ ).

**Micromassa:** 10YR 6/6 brownish yellow con b-fabric cristallitica.

**Rapporto c/f<sub>10 $\mu\text{m}$</sub> :** 60/40

**Distribuzione relativa:** porfirica a spaziatura singola.

**Figure pedologiche:**

- Iporivestimenti di calcite, micritica; spessore 250-500 $\mu\text{m}$ ; comuni.
- Riempimenti densi continui a crescenti, 1-2.5cm di diametro, rari.
- Noduli di Fe tipici e concentrici, ortici, 50-150 $\mu\text{m}$ , impregnazione moderata-forte, 5-10%.

**Parma - Via Guidorossi, Profilo 1. Sezione sottile PR 1/5 - Orizzonte 3B1 (US 518)**

**Vuoti:** vuoti planari rari, accomodati; canali (3.5-5%); cavità (2-3.5%).

**Microstruttura:** poliedrica angolare moderatamente separata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo/feldspati: limo (10-15%); smf (5-10%); sf (3.5-5%). Miche bianche (1-2%). Frammenti di roccia metamorfica: sf ( $< 1\%$ ).

**Frazione organica:** materiale vegetale combusto parzialmente (marrone scuro rossastro, PPL) e carboni, 10-100 $\mu\text{m}$  (5%). Frammenti carboniosi, 100-400 $\mu\text{m}$  ( $< 1\%$ ). Materia organica puntiforme nerastra (1-2%).

**Frazione grossolana antropica:** -

**Residui inorganici origine biologica:** fitoliti a morfologia allungata, non articolati ( $\pm 1\%$  a 400x).

**Micromassa:** 7.5YR 7/8 reddish yellow con b-fabric striata incrociata con rare porostriature.

**Rapporto c/f<sub>10 $\mu\text{m}$</sub> :** 25/75

**Distribuzione relativa:** porfirica a spaziatura doppia

**Figure pedologiche:**

- Iporivestimenti di calcite, micritica; spessore 250-500 $\mu\text{m}$ ; comuni.
- Noduli di Fe tipici e concentrici, ortici, 50-150 $\mu\text{m}$ , impregnazione moderata-forte, 15-20%.
- Riempimenti densi completi, stratificati composti, di argille pulverulente, argille calcaree e limo; strie assenti; marrone chiaro (PPL e XPL); osservati nel 5% dei pori.
- Rivestimenti di argille pulverulente, non laminati, marrone chiaro (PPL), giallo-arancio 1° ordine (XPL), 40-100 $\mu\text{m}$  di spessore; parzialmente riassorbiti nella massa di fondo: osservati nel 5% dei pori.



**Parma Via Guidorossi; lotto Tirri – Via Farnese, Profilo 4.  
Sezione sottile PR-G 8 m/b - Orizzonte 4B**

Parte inferiore dell'orizzonte (15-20cm di profondità dal tetto), colore 10YR 3/2 (v. dark grayish brown).

**Vuoti:** vuoti planari frequenti, accomodati; canali ( $\pm 10\%$ ); cavità (2%).

**Microstruttura:** poliedrica angolare debolmente separata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo/feldspati: limo (15-20%); smf (5-10%); sf (1-2%). Calcite detritica: smf (1%); sf (3.5%).

**Frazione organica:** materiale vegetale combusto parzialmente (marrone scuro rossastro, PPL) e carboni, 10-120 $\mu\text{m}$  ( $\pm 5\%$ ). Materia organica puntiforme nerastra (1-2%).

**Frazione grossolana antropica:** -

**Residui inorganici origine biologica:** frammenti di gusci di gasteropodi (<1%); fitoliti allungati, non articolati ( $\pm 1\%$  a 400x).

**Micromassa:** 10YR 6/4 light yellowish brown con b-fabric striata incrociata.

**Rapporto c/f<sub>10 $\mu\text{m}$</sub> :** 30/70

**Distribuzione relativa:** porfirica a spaziatura doppia.

**Figure pedologiche:**

- Iporivestimenti di calcite micritica, occasionalmente con sparite sovrapposta a micrite ; spessore 100-500 $\mu\text{m}$ ; rari.

- Rivestimenti di argilla pulverulenta, non laminati, marrone giallastro (PPL), giallo-arancio 1° ordine (XPL); strie di estinzione ampie; 80-120 $\mu\text{m}$  di spessore. Si osservano nel 5-10% dei canali e delle cavità.

- Noduli di Fe tipici e concentrici, ortici, 50-150 $\mu\text{m}$ , impregnazione moderata-forte, 10%.

Occasionalmente concentrati formano noduli ad aggregati.

Parte centrale dell'orizzonte (10-15cm di profondità dal tetto), colore 10YR 5/8 (yellowish brown).

**Vuoti:** vuoti planari rari, accomodati; canali ( $\pm 5\%$ ); cavità (1-2%).

**Microstruttura:** a canali debolmente sviluppata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo/feldspati: limo (3.5-5%); smf (1-2%); sf (<1%).

**Frazione organica:** materiale vegetale combusto parzialmente (marrone scuro rossastro, PPL) e carboni, 10-60 $\mu\text{m}$  (1-2%). Materia organica puntiforme nerastra (1-2%).

**Frazione grossolana antropica:** -

**Residui inorganici origine biologica:** fitoliti allungati, non articolati (<1% a 400x).

**Micromassa:** 10YR 6/3 pale brown con b-fabric striata incrociata e poro-striata.

**Rapporto c/f<sub>10 $\mu\text{m}$</sub> :** 10/90

**Distribuzione relativa:** porfirica aperta.

**Figure pedologiche:**

- Iporivestimenti di calcite micritica, occasionalmente con sparite sovrapposta a micrite ; spessore 100-250 $\mu\text{m}$ ; molto rari. Talvolta il poro è totalmente occluso e sono dunque riempimenti densi completi.

- Rivestimenti di argilla pulverulenta, non laminati, marrone giallastro (PPL), giallo-arancio 1° ordine (XPL); strie di estinzione ampie; 80-120 $\mu\text{m}$  di spessore. Si osservano nel 5% dei canali e delle cavità. Occasionalmente deformati e parzialmente riassorbiti nella massa di fondo.

- Noduli di Fe tipici e concentrici, ortici, 50-150 $\mu\text{m}$ , impregnazione moderata-forte, 10-15%.

Occasionalmente concentrati formano noduli ad aggregati.

**Parma Via Guidorossi; lotto Tirri – Via Farnese, Profilo 4.  
Sezione sottile PR-G 8 t/m - Profilo 4. orizzonte 4B**

Parte centrale dell'orizzonte (5-10/15cm di profondità dal tetto), colore 10YR 5/8 (yellowish brown).

**Vuoti:** vuoti planari frequenti, accomodati; canali ( $\pm 5\%$ ); cavità (1%).

**Microstruttura:** poliedrica angolare moderatamente separata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo/feldspati: limo ( $\pm 10\%$ ); smf (5%); sf (1-2%). Miche bianche (1-2%). Frammenti di roccia ofiolitica: sg (1%).

**Frazione organica:** materiale vegetale combusto parzialmente (marrone scuro rossastro, PPL) e carboni, 20-60 $\mu$ m (5%). Materia organica puntiforme nerastra (2%).

**Frazione grossolana antropica:** 1 aggregato fosfatico, giallastro (PPL), isottico, contenente fitoliti e con vuoti da impronte di fibre vegetali, 1.2mm lungo l'asse maggiore.

**Residui inorganici origine biologica:** fitoliti allungati, non articolati ( $\pm 1\%$  a 400x).

**Micromassa:** 10YR 6/3 pale brown con b-fabric striata incrociata e poro-striata.

**Rapporto c/f<sub>10 $\mu$ m</sub>:** 20/80

**Distribuzione relativa:** porfirica aperta

**Figure pedologiche:**

- Riempimenti densi completi e densi incompleti di calcite micritica, occasionalmente con sparite sovrapposta a micrite, ( $\pm 5\%$  dei pori).

- Rivestimenti di argilla pulverulenta, non laminati, marrone chiaro (PPL), giallo-arancio 1° ordine (XPL); strie di estinzione ampie; 50-100 $\mu$ m di spessore. Si osservano nel 2% circa dei canali e delle cavità. Occasionalmente deformati e/o parzialmente riassorbiti nella massa di fondo.

- Noduli di Fe tipici e concentrici, ortici, 50-150 $\mu$ m, impregnazione moderata-forte, 10-15%.

Occasionalmente concentrati formano noduli ad aggregati.

Parte superiore dell'orizzonte (0-5/10cm di profondità dal tetto), colore 10YR 5/8 (yellowish brown).

**Vuoti:** vuoti planari frequenti, accomodati; canali ( $\pm 5\%$ ); cavità (1-2%).

**Microstruttura:** poliedrica angolare debolmente separata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo/feldspati: limo (10%); smf (5-10%); sf (2%). Calcite detritica: smf ( $< 1\%$ ); sf ( $< 1\%$ ). Miche bianche (1-2%).

**Frazione organica:** materiale vegetale combusto parzialmente (marrone scuro rossastro, PPL) e carboni, 10-50 $\mu$ m (5-7.5%). Materia organica puntiforme nerastra (2%).

**Frazione grossolana antropica:** 1 frammento a contorni smussati di terreno scottato o ceramica, dimensioni delle sg; 1 frammento di osso combusto, 1.6mm sull'asse maggiore; frammenti di aggregati fosfatici (1%).

**Residui inorganici origine biologica:** frammenti di gusci di gasteropodi ( $< 1\%$ ); fitoliti allungati, non articolati ( $\pm 1\%$  a 400x).

**Micromassa:** 10YR 6/4 light yellowish brown con b-fabric striata incrociata.

**Rapporto c/f<sub>10 $\mu$ m</sub>:** 30/70

**Distribuzione relativa:** porfirica a spaziatura doppia

**Figure pedologiche:**

- Riempimenti densi completi a crescenti, composti da materiale con b-fabric cristallitica, 20-25%.

- Iporivestimenti di calcite micritica, occasionalmente con sparite sovrapposta a micrite; spessore 250-800 $\mu$ m; 10% dei pori.

- Rivestimenti di argilla pulverulenta, non laminati, marrone chiaro (PPL), giallo-arancio 1° ordine (XPL); strie di estinzione ampie; 80-120 $\mu$ m di spessore. Si osservano nel 2% circa dei canali e delle cavità. Occasionalmente deformati e/o parzialmente riassorbiti nella massa di fondo.

- Noduli di Fe tipici e concentrici, ortici, 50-150 $\mu$ m, impregnazione moderata-forte, 10-15%.

Occasionalmente concentrati formano noduli ad aggregati.

**Rubiera (RE) – Alveo del f. Secchia. Sezione sottile RUBIERA 1; Orizzonte 3C.**

**Vuoti:** canali (15-20%).

**Microstruttura:** a canali fortemente sviluppata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo e feldspati: limo ( $\pm 20\%$ ); smf (20-25%); sf (2-3.5%). Calcite detritica: limo ( $\pm 20\%$ ); smf (15%); sf (2%). Frammenti di marna, dimensioni delle sf ( $\pm 10\%$ ). Miche bianche ( $\pm 5\%$ ).

**Frazione organica:** materia organica puntiforme nerastra e marrone molto scuro (PPL) (2-3.5%); apparati radicali “freschi” ( $\pm 2\%$ ).

**Frazione grossolana antropica:** -

**Residui inorganici origine biologica:** -

**Micromassa:** 10YR 6/4 light yellowish brown (PPL) nelle aree svuotate dal ferro (20-25%); 10YR 4/4 dark yellowish brown nelle aree ossidate (75-80%); b-fabric cristallitica.

**Rapporto c/f<sub>10µm</sub>:** 85/15.

**Distribuzione relativa:** porfirica a spaziatura doppia.

**Figure pedologiche:**

- Rivestimenti di argilla pulverulenta; non laminati; marrone giallastro (PPL e XPL); strie di estinzione ampie; spessore 120-400µm. Si osservano all'interno di canali, 1-2% dei pori.
- Riempimenti densi completi con b-fabric a crescenti, comuni.
- Iporivestimenti di calcite micritica; spessore 100-200 µm; frequenti.

**Rubiera (RE) – Alveo del f. Secchia. Sezione sottile RUBIERA 2A; Orizzonte 3ABb.**

**Vuoti:** canali ( $\pm 10\%$ ); vescicole (5%).

**Microstruttura:** a canali debolmente sviluppata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo e feldspati: limo (10-15%); smf ( $\pm 5\%$ ). Miche bianche (5-10%). Calcite detritica: smf (1-2%).

**Frazione organica:** frammenti di carbone grossolani (200-3500µm) (3.5%); frammenti di carbone fini (<200µm) ( $\pm 5\%$ ). Apparati radicali “freschi” (2%).

**Frazione grossolana antropica:** 2 esemplari di terreno scottato, colore bruno scuro (PPL), dimensioni delle sm, arrotondati.

**Residui inorganici origine biologica:** biosferoidi di calcite, alterati/corrosi (1-2%); gusci di gasteropodi frammentati (<1%).

**Micromassa:** 10YR 7/4 very pale brown (PPL) nelle aree svuotate dal ferro (50%); 7.5YR 6/8 reddish yellow nelle aree ossidate (50%); b-fabric striata incrociata e porostriata.

**Rapporto c/f<sub>10µm</sub>:** 25/75.

**Distribuzione relativa:** porfirica aperta.

**Figure pedologiche:**

- Rivestimenti di argilla pulverulenta; non laminati; marrone giallastro (PPL e XPL); spessore 120-400µm. Si osservano nei canali. 1-2% dei pori.
- Quasi-rivestimenti di ferro, impregnazione moderata, frequenti (nelle aree ossidate).
- Noduli di Fe e Mn, ortici, dendritici e ad aggregati, diametro 1-2mm, frequenti (nelle aree svuotate dal Fe).
- Rivestimenti di argilla pulverulenta; non laminati; grigio (PPL); giallo 1° ordine (XPL); strie di estinzione ampie; spessore 100-150µm. Si osservano nei canali. <<1% dei pori.

**Rubiera (RE) – Alveo del f. Secchia. Sezione sottile RUBIERA 4; Orizzonte 2C.**

**Vuoti:** canali ( $\pm 15\%$ ); cavità (3.5%).

**Microstruttura:** a canali da debolmente a moderatamente sviluppata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo e feldspati: limo ( $\pm 15\%$ ); smf (5%). Miche bianche (10%). Calcite detritica: limo ( $\pm 3.5\%$ ).

**Frazione organica:** materia organica puntiforme nerastra e carboni fini ( $< 100\mu\text{m}$ ) (5%); carboni  $> 100\mu\text{m}$  ( $\pm 1\%$ ).

**Frazione grossolana antropica:** 4 esemplari di frammenti di escrementi di carnivoro/onnivoro.

**Residui inorganici origine biologica:** -

**Micromassa:** 10YR 7/6 yellow (PPL); b-fabric striata disordinata e porostriata.

**Rapporto c/f<sub>10 $\mu\text{m}$</sub> :** 35/65.

**Distribuzione relativa:** porfirica a spaziatura doppia.

**Figure pedologiche:**

- Rivestimenti di argilla pulverulenta; laminati; marrone giallastro (PPL), giallo (XPL); strie di estinzione ampie. Si osservano all'interno di canali.  $< 1\%$  dei pori; spesso presentano dei rivestimenti di (idr)ossidi di Fe di 20-30 $\mu\text{m}$  di spessore sovrapposti.
- Rivestimenti di (idr)ossidi di Fe; spessore 20-30 $\mu\text{m}$ ; impregnazione moderata; 5-10% dei pori.
- Noduli ortici ed anortici di micrite; diametro 200-600 $\mu\text{m}$ ; molto rari.

**Rubiera (RE) – Alveo del f. Secchia. Sezione sottile RUBIERA 5; Orizzonte 2Abb.**

**Vuoti:** canali (5-10%); cavità (3.5-5%); vuoti planari rari.

**Microstruttura:** a canali da debolmente a moderatamente sviluppata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo e feldspati: limo (15-20%); smf (2%). Miche bianche ( $\pm 10\%$ ). Calcite detritica: limo (2-3.5%). Frammenti di marna, sf (1-2%).  
1 esemplare di frammento di terreno scottato, dimensioni delle sm, arrotondato.

**Frazione organica:** materia organica puntiforme nerastra e carboni fini ( $< 100\mu\text{m}$ ) (2-3.5%); carboni  $> 100\mu\text{m}$  ( $\ll 1\%$ ).

**Frazione grossolana antropica:** 1 frammento di osso combusto.

**Residui inorganici origine biologica:** biosferoidi di calcite ( $< 1\%$ ).

**Micromassa:** 10YR 7/6 yellow (PPL); b-fabric striata disordinata e porostriata.

**Rapporto c/f<sub>10 $\mu\text{m}$</sub> :** 40/60.

**Distribuzione relativa:** porfirica a spaziatura doppia.

**Figure pedologiche:**

- Rivestimenti di argilla pulverulenta; non laminati; marrone grigiastro (PPL), giallo (XPL); strie di estinzione ampie; spessore 100-150 $\mu\text{m}$ ; 1% dei pori; si osservano in canali.
- Intercalazioni di argilla pulverulenta, molto rare.
- Rivestimenti di (idr)ossidi di Fe, spessore 20-30 $\mu\text{m}$ , impregnazione moderata, 5-10% dei pori.
- Iporivestimenti di calcite micritica, occasionalmente sparitica verso l'interno del poro; spessore 200-250 $\mu\text{m}$ ; 2% dei pori.
- Noduli ortici ed anortici di micrite; diametro 200-600 $\mu\text{m}$ ; rari.

**Rubiera (RE) – Alveo del f. Secchia. Sezione sottile RUBIERA 7; Orizzonte C.**

**Vuoti:** canali (2-3.5%); cavità (1-2%).

**Microstruttura:** a canali molto debolmente sviluppata.

**Frazione grossolana minerale:** miche bianche (10-20%). Quarzo e feldspati: limo (5-15%); sf (<1%). Calcite detritica: limo ( $\pm 5\%$ ); smf (1%). Frammenti di marna, sf (<1%).

**Frazione organica:** materia organica puntiforme nerastra e carboni fini (<100 $\mu\text{m}$ ) (3.5%); carboni >100 $\mu\text{m}$  (<<1%).

**Frazione grossolana antropica:** -

**Residui inorganici origine biologica:** -

**Micromassa:** 10YR 6/6 brownish yellow (PPL); b-fabric cristallitica.

**Rapporto c/f<sub>10 $\mu\text{m}$</sub> :** 25/75.

**Distribuzione relativa:** porfirica aperta.

**Figure pedologiche:**

- Noduli ortici, dendritici di (idr)ossidi di Fe; impregnazione debole; diametro 400-2000 $\mu\text{m}$ ; frequenti.
- Iporivestimenti di (idr)ossidi di Fe; impregnazione debole; spessore 100-150 $\mu\text{m}$ ; frequenti.
- Riempimenti densi completi con b-fabric a crescenti; dominanti.

**Rubiera (RE) – Alveo del f. Secchia. Sezione sottile RUBIERA 8; Orizzonte Ab.**

**Vuoti:** canali (10-20%); cavità ( $\pm 5\%$ ); vuoti planari rari.

**Microstruttura:** a canali moderatamente sviluppata.

**Frazione grossolana minerale:** miche bianche (10-20%). Quarzo e feldspati: limo (5-15%); sf (<1%). Calcite detritica: limo ( $\pm 5\%$ ); smf (1%). Frammenti di marna, sf (<1%).

**Frazione organica:** materia organica puntiforme nerastra e carboni fini (<100 $\mu\text{m}$ ) (2-3.5%).

**Frazione grossolana antropica:** -

**Residui inorganici origine biologica:** biosferoidi di calcite (<<1%).

**Micromassa:** 10YR 6/6 brownish yellow (PPL); b-fabric cristallitica.

**Rapporto c/f<sub>10 $\mu\text{m}$</sub> :** 25/75.

**Distribuzione relativa:** porfirica aperta.

**Figure pedologiche:**

- Rivestimenti di (idr)ossidi di Fe/Mn; 30-50 $\mu\text{m}$  di spessore, comuni.
- Iporivestimenti di (idr)ossidi di Fe/Mn; impregnazione debole; spessore 500-1000 $\mu\text{m}$ ; frequenti.

***Buco del Signore (RE), Via Manenti. Sezione sottile BDS Via Manenti II; Orizzonte 3ABb.***

**Vuoti:** vuoti planari comuni; canali (5-7.5%); vescicole (1-2%).

**Microstruttura:** poliedrica angolare fortemente separata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo e feldspati: limo (5-10%); smf (1-2%). Miche bianche (3.5%). Frammenti di terreno scottato, dimensioni delle sabbie medie, arrotondati (1%).

**Frazione organica:** carboni/materia vegetale combusta parzialmente (<100 µm) (1-2%); carboni (>100 µm) (<1%). Materia organica sostituita dal ferro (frammenti 100-200µm) (5-7.5%).

**Frazione grossolana antropica:** -

**Residui inorganici origine biologica:** -

**Micromassa:** 10YR 6/8 brownish yellow (PPL); b-fabric striata incrociata con porostriature.

**Rapporto c/f<sub>10µm</sub>:** 15/85.

**Distribuzione relativa:** porfirica aperta.

**Figure pedologiche:**

- Rivestimenti e riempimenti stratificati con argille pulverulente ed argille limose; giallo (PPL), giallo-arancio 1° ordine (XPL); strie di estinzione ampie; spessore 100-400µm. Sono prevalentemente riempimenti e si osservano all'interno di canali. ±2% dei pori.

- Rivestimenti di argille pulverulente, non laminati, giallo (PPL), arancio-rosso 1° ordine (XPL); spessore 20-50 µm; strie di estinzione ampie. Si osservano all'interno di canali. 1-2% dei pori.

- Iporivestimenti di calcite micritica (sparitica verso l'interno del poro); spessore 100-500 µm; ±10% dei pori.

- Riempimenti densi completi con b-fabric a crescenti, frequenti.

***Buco del Signore (RE), Via Manenti. Sezione sottile BDS Via Manenti IIA; Orizzonte 3ABb.***

**Vuoti:** vuoti planari frequenti; canali (5-10%); cavità (2-3.5%).

**Microstruttura:** poliedrica angolare da moderatamente a fortemente separata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo e feldspati: limo (±7.5%); smf (1-2%). Miche bianche (5-7.5%). Calcite: smf (<1%). Frammenti di terreno scottato, dimensioni delle sabbie medie, arrotondati (1%).

**Frazione organica:** carboni/materia vegetale combusta parzialmente e materia organica puntiforme nerastra (<100 µm) (±5%); carboni (>100 µm) (<1%). Materia organica sostituita dal ferro (frammenti 30-50µm) (5-7.5%).

**Frazione grossolana antropica:** -

**Residui inorganici origine biologica:** biosferoidi di calcite (<1%)

**Micromassa:** 10YR 6/8 brownish yellow (PPL); b-fabric striata incrociata con porostriature.

**Rapporto c/f<sub>10µm</sub>:** 15/85.

**Distribuzione relativa:** porfirica aperta.

**Figure pedologiche:**

- Rivestimenti di argille pulverulente, non laminati, marrone giallastro (PPL ed XPL), occasionalmente arancio-rosso 1° ordine (XPL); spessore 120-150 µm; strie di estinzione ampie. Si osservano all'interno di canali e talvolta frammentati all'interno di figure di passaggio. ±1% dei pori.

- Iporivestimenti di calcite micritica (sparitica verso l'interno del poro); spessore 100-500 µm; 10-20% dei pori.

- Riempimenti densi completi con b-fabric a crescenti, comuni.

***Buco del Signore (RE), Via Manenti. Sezione sottile BDS Via Manenti I; Orizzonte 2Ab.***

**Vuoti:** vuoti planari frequenti; canali (7.5-10%); cavità (2%).

**Microstruttura:** poliedrica angolare moderatamente separata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo e feldspati: limo (5-10%); smf ( $\pm 10\%$ ); sf ( $< 1\%$ ). Calcite: limo (10-15%); smf ( $\pm 5\%$ ). Miche bianche (10%). Frammenti di terreno scottato, dimensioni delle sabbie medie, talvolta allungati, arrotondati (1-2%).

**Frazione organica:** carboni/materia vegetale combusta parzialmente ( $< 100 \mu\text{m}$ ) (2-3.5%); carboni (100-1000  $\mu\text{m}$ ) ( $\pm 3.5\%$ ); carboni ( $> 1000 \mu\text{m}$ ) ( $\pm 2\%$ ). Materia organica sostituita dal ferro (frammenti 40-60 $\mu\text{m}$ ) ( $\pm 3.5\%$ ).

**Frazione grossolana antropica:** -

**Residui inorganici origine biologica:** gusci di gasteropodi interi e frammentati (1%); biosferoidi di calcite ( $< 1\%$ ).

**Micromassa:** 10YR 6/6 brownish yellow (PPL); b-fabric cristallitica.

**Rapporto c/f<sub>10 $\mu\text{m}$</sub> :** 40/60.

**Distribuzione relativa:** porfirica a spaziatura doppia.

**Figure pedologiche:**

- Rivestimenti di argille pulverulente, non laminati, giallo (PPL), arancio-rosso 1° ordine (XPL); spessore 30-50  $\mu\text{m}$ ; strie di estinzione ampie. Si osservano all'interno del lume cellulare di carboni o come rivestimenti/riempimenti in canali, molto rari.
- Noduli di Mn/Fe; ad aggregati; ortici; distribuiti su aree di  $\pm 500 \mu\text{m}$ ; frequenti.
- Iporivestimenti di calcite micritica; spessore 200-350  $\mu\text{m}$ ;  $\pm 40\%$  dei pori.
- Riempimenti densi completi con b-fabric a crescenti, rari.

***Buco del Signore (RE), Via Manenti. Sezione sottile BDS Via Manenti IA; Orizzonte 2Ab.***

**Vuoti:** vuoti planari comuni; canali (7.5-10%).

**Microstruttura:** poliedrica sub-angolare da moderatamente a fortemente separata.

**Frazione grossolana minerale:** quarzo e feldspati: limo (5-10%); smf ( $\pm 10\%$ ); sf ( $< 1\%$ ). Calcite: limo (10-15%); smf ( $\pm 5\%$ ). Miche bianche (10%). Frammenti di terreno scottato, dimensioni delle sabbie medie,, arrotondati (1%).

**Frazione organica:** carboni/materia vegetale combusta parzialmente ( $< 100 \mu\text{m}$ ) ( $\pm 3.5\%$ ); carboni (100-1000  $\mu\text{m}$ ) (2-5%); carboni ( $> 1000 \mu\text{m}$ ) (2-3.5%). Materia organica sostituita dal ferro (frammenti 40-60 $\mu\text{m}$ ) (2-3.5%).

**Frazione grossolana antropica:** -

**Residui inorganici origine biologica:** gusci di gasteropodi interi e frammentati (1%); biosferoidi di calcite ( $< 1\%$ ).

**Micromassa:** 10YR 7/6 yellow (PPL); b-fabric cristallitica.

**Rapporto c/f<sub>10 $\mu\text{m}$</sub> :** 40/60.

**Distribuzione relativa:** porfirica a spaziatura doppia.

**Figure pedologiche:**

- Rivestimenti di argille pulverulente, non laminati, giallo (PPL), arancio-rosso 1° ordine (XPL); spessore 50-120  $\mu\text{m}$ ; strie di estinzione ampie. Si osservano all'interno di canali.  $\pm 3.5$  dei pori.
- Noduli di Mn/Fe; ad aggregati; ortici; distribuiti su aree di  $\pm 500 \mu\text{m}$ ; frequenti.
- Iporivestimenti di calcite micritica; spessore 200-350  $\mu\text{m}$ ;  $\pm 30\%$  dei pori.
- Riempimenti densi completi con b-fabric a crescenti, frequenti.

Sez. Sottile/ Orizzonte	Microstruttura	Porosità	Rapp. g/f <sub>5,um</sub>	Distribuzione Relativa	Fraz. Grossolana minerale	Massa di fondo
GH3 <i>Metà superiore</i> ( <b>orizz. E</b> )	A canali debolmente sviluppati	Canali (7.5%); vuoti planari accomodati (5%); cavità (2%)	70/30	Porfirica chiusa	Quarzo: limo (30-35%) smf (10%); Miche (muscovite; biotite) 10- 12.5%	Argille <i>light yellowish brown</i> (PPL); b-fabric maculata a puntini
GH3 <i>Metà inferiore</i> ( <b>orizz. 2Bt1</b> )	A canali debolmente sviluppati	Canali (7.5%); vuoti planari accomodati (5%); cavità (2%)	70/30	Porfirica chiusa	Quarzo: limo (30-35%) smf (10%); Miche (muscovite; biotite) 10- 12.5%	Argille <i>light yellowish brown</i> (PPL); b-fabric maculata a puntini
GH2 ( <b>orizz. 2Bt1</b> )	Poliedrica subangolare debolmente separata	Cavità (7.5%); canali (2- 5%); vuoti planari accomodati (2%)	70/30	Porfirica chiusa	Quarzo: limo (±30%) smf (2-5%); Miche (muscovite; biotite) 7.5- 10%	Argille <i>light yellowish brown</i> (PPL); b-fabric maculata a puntini e granostriata
Bt butte ( <b>orizz. 2Bt1</b> )	Poliedrica subangolare debolmente separata	Vuoti planari accomodati (7.5-10%); canali (5%); cavità (2-5%); vescicole (2%)	60/40	Porfirica a spaziatura singola	Quarzo: limo (25-30%) smf (5%); Miche (muscovite; biotite) 7.5%	Argille <i>yellowish brown</i> (PPL); b-fabric maculata a puntini, granostriata e porostriata
Bbutte IIBtg ( <b>base orizz. 2Bt1</b> )	Poliedrica subangolare debolmente separata	Vuoti planari accomodati (10%); canali (7.5%); cavità (7.5%); vescicole (1-2%)	65/35	Porfirica chiusa	Quarzo: limo (±30%) smf (2%); Miche (muscovite; biotite) 15- 20%	Argille <i>light yellowish brown</i> (PPL); b-fabric maculata a puntini e granostriata
Bt4 ( <b>orizz. 2Bt2</b> )	Poliedrica angolare debolmente separata	Vuoti planari accomodati (15-20%); canali (7.5%); cavità (2-5%); camere (1%)	70/30	Porfirica chiusa	Quarzo: limo (30%); smf (2%); Miche (muscovite; biotite) 10-12.5%	Argille <i>light grayish brown</i> (PPL, aree svuotate); <i>strong</i> <i>brown</i> (PPL, aree screziate); b-fabric maculata a puntini, granostriata e porostriata

**Il Ghiardo (Quattro Castella, RE) – Profilo 1. Descrizione delle sezioni sottili (prima parte).**



Sez. Sottile/ Orizzonte	Microstruttura	Porosità	Rapp. g/f <sub>sum</sub>	Distribuzione Relativa	Fraz. Grossolana minerale	Massa di fondo
Contact <i>Metà superiore</i> (base orizz. 2Bt2)	Poliedrica angolare da moderatamente a fortemente separata	Cavità (2%); vuoti planari accomodati (1%);	40/60	Porfirica a spaziatura doppia	Quarzo: limo (15-20%) smf (1%); Miche (muscovite and biotite) 1-2%	Argille <i>light yellowish brown</i> (PPL); b-fabric granostriata e striata incrociata
Contact <i>Metà inferiore</i> (orizz. 2Bc)	Poliedrica angolare moderatamente separata	Vuoti planari accomodati (7.5%); canali (2-5%); cavità (1%)	55/45	Porfirica a spaziatura singola	Quarzo: limo (5%) smf (1%)	Argille <i>light yellowish brown</i> (PPL); b-fabric granostriata e striata incrociata
Fosse <i>Metà superiore</i> (orizz. 2Bc)	Poliedrica angolare da moderatamente a fortemente separata	Vuoti planari accomodati (15%); cavità (1%)	55/45	Porfirica a spaziatura singola	Quarzo: limo (7.5%) smf (1-2%); Miche (muscovite and biotite) 1-2%	Argille <i>yellowish brown</i> (PPL); b-fabric granostriata e striata incrociata
Fosse <i>Metà inferiore</i> (orizz. 3B)	Poliedrica angolare debolmente separata	Vuoti planari accomodati (5%); cavità (2-5%)	20/80	Porfirica a spaziatura doppia	Quarzo: limo (10%) smf (1%)	Argille <i>yellowish brown</i> (PPL); b-fabric granostriata e striata incrociata
GHC 6 (orizz. 3Bi)	Poliedrica angolare debolmente separata	Vuoti planari accomodati (2-5%); cavità (2%); vescicole (2%)	20/80	Porfirica a spaziatura doppia	Quarzo: limo (15%); Miche (muscovite and biotite) 5%	Argille <i>light yellowish brown</i> (PPL); b-fabric maculata a puntini con granostriature

*Il Ghiardo (Quattro Castella, RE) – Profilo 1. Descrizione delle sezioni sottili (seconda parte).*

Sez. Sottile /Orizzonte	Frammenti di carbone e mat. vegetale combusto parzialmente (10-40µm)	Noduli di Fe/Mn ortici	Noduli di Fe/Mn anortici e disortici	Rivestimenti/riemp. argillosi <i>in situ</i>	Rivestimenti/riemp. argillosi rimaneggiati
GH3 <i>Metà superiore</i> ( <b>orizz. E</b> ) GH3	** *	-	** *	-	*
<i>Metà inferiore</i> ( <b>orizz. 2Bt1</b> ) GH2	** *	-	*	-	**
( <b>orizz. 2Bt1</b> )	** *	-	*	-	** ** *
Bt butte ( <b>orizz. 2Bt1</b> )	** *	** ** ** *	** *	*	** ** *
Btbutte IIIBig ( <b>base orizz. 2Bt1</b> )	** ** *	** ** ** *	** *	** ** ** *	** ** ** *
Bt4 ( <b>orizz. 2Bt2</b> )	** ** ** *	*	** *	** *	** ** ** *
Contact <i>Metà superiore</i> ( <b>base orizz. 2Bt2</b> )	** ** ** *	-	** *	-	** *
Contact <i>Metà inferiore</i> ( <b>orizz. 2Bc</b> )	*	-	** ** ** *	-	-
Fosse <i>Metà superiore</i> ( <b>orizz. 2Bc</b> )	*	** *	** ** ** *	-	** ** ** *
Fosse <i>Metà inferiore</i> ( <b>orizz. 3B</b> ) GHC 6 ( <b>orizz. 3Bt</b> )	*	* ** *	*	-	** ** *
	*	** ** *	*	-	-

**Il Ghiardo (Quattro Castella, RE) – Profilo 1. Determinazioni quantitative effettuate mediante tabelle di comparazione visiva.**  
\* = <1%, \*\* = 1-2%, \*\*\* = 2-5%, \*\*\*\* = 5-10%, \*\*\*\*\* = >10%.