

## I SEDIMENTI QUATERNARI DEL SETTORE MERIDIONALE DELLA VALDELSA (PROVINCIA DI SIENA)

Enrico Capezzuoli & Fabio Sandrelli

Dipartimento di Scienze della Terra, Via Laterina 8, 53100, Siena.  
e.mail: capezzuoli@unisi.it; sandrelli@unisi.it

RIASSUNTO: Capezzuoli E. & Sandrelli F., *I sedimenti quaternari del settore meridionale della Valdelsa (Provincia di Siena)*. (IT ISSN 0394 – 3356, 2004).

Gli studi condotti sul settore meridionale della Valdelsa (Toscana meridionale) hanno permesso di caratterizzare e definire tramite UBSU i locali depositi quaternari. Sono stati così riconosciuti sei sintemi (Sintema di Campiglia dei Foci – CDF, Sintema dell'Abbadia – ABB, Sintema di Calcinaiia – CAL, Sintema del Torrente Foci – FOC, Sintema di Bellavista – BEL, Sintema di Poggibonsi – POG) che vengono riuniti sotto un unico supersintema indicato come Supersintema del Fiume Elsa.

Il Sintema di Campiglia dei Foci, composto da quattro litofacies (litofacies argillosa, litofacies sabbiosa, litofacies conglomeratica, litofacies calcarea), viene interpretato come l'espressione di un episodio palustre/lacustre datato al Pleistocene inferiore-medio.

I Sintemi dell'Abbadia, di Calcinaiia, del Torrente Foci e di Bellavista sono riferiti ad una successione di terrazzi tutti caratterizzati da due litofacies (sedimenti calcarei concrezionari e sedimenti detritici) in proporzioni variabili nei vari sintemi e riferiti ad episodi di sedimentazione fluvio-palustre datati al Pleistocene superiore-Olocene sulla base di una datazione radiometrica.

Il Sintema di Poggibonsi corrisponde alle alluvioni attuali ed è formato da sedimenti detritici e localmente da sedimenti calcarei tuttora in formazione.

Mediante l'integrazione dei dati sedimentologici-stratigrafici con quelli geomorfologici, viene proposta una ricostruzione paleogeografica della Valdelsa meridionale dal Pleistocene inferiore-medio ad oggi.

ABSTRACT: Capezzuoli E. & Sandrelli F., *The Quaternary sediments of the Southern part of Valdelsa basin (Province of Siena)*. (IT ISSN 0394 – 3356, 2004).

*Stratigraphic and Geomorphological researches allow to characterize the Quaternary deposits cropping out in the southern part of the Valdelsa Basin and previously named "ancient travertines" and "recent travertines". The Valdelsa Basin is a segment of a NW-SE oriented, tectonic depression extending from the Serchio Valley to the north, to the upper Tiber Valley to the south. This extensional structure, developed in Late Miocene, was filled up during Pliocene with thick terrigenous marine sediments. Afterwards, in the upper Middle Pliocene, the area, as well as most of southern Tuscany, emerged. During Quaternary the southern part of the Valdelsa Basin was characterized by episodic calcareous sedimentation. Detailed geological investigations enable us to distinguish six Quaternary synthems.*

*Campiglia dei Foci Synthem (CDF) – a palustrine/lacustrine synthem crops out in wide subhorizontal terraces with comparable altitudes (average quote 230 m). It is composed of four lithofacies: clayey lithofacies - grey clay and clayey silt (max 10 m thick), locally characterized by thin, plane laminations and carbonaceous plant remains. The fossil content is represented by sporadic freshwater and terrestrial Gastropods (Parmacella), stems and oogons of Charophyte and Ostracods. In the San Gimignano area, lignite-bearing beds, included in this lithofacies, were mined in the early XXth Century, up to the total exhaustion, with fossil remains of mammals of Early-Middle Pleistocene or of Galerian. This lithofacies can be referred to a palustrine environment. Calcareous lithofacies – compact, micritic limestone, locally rather vacuolar or with bioturbation (roots). The stratification is locally enhanced by thin silty-marly beds. It is interpreted as a lacustrine environment with highly concentrated CaCO<sub>3</sub> waters. Sandy lithofacies - poorly cemented, fine-grained, quartz-carbonate sands in beds or lenticular layers (up to 50 cm thick), with a sometimes abundant silty matrix and locally scattered centimetric pebbles occur. In some outcrops, vegetable remains (grass stems and roots) encased in carbonate crusts are present. This lithofacies can be referred to the marginal part of the lacustrine/palustrine basin. Conglomeratic lithofacies – conglomerates and paraconglomerates in variable amounts in the different areas of the Basin. They are characterized by a medium size, sandy matrix and a commonly massive fabric, except for local moderate imbrication. This lithofacies is interpreted as alluvial fan deposit of small rivers.*

*Abbadia Synthem (ABB); Calcinaiia Synthem (CAL); Torrente Foci Synthem (FOC); Bellavista Synthem (BEL) – four fluvial/palustrine synthems developed in four orders of terraces upon the recent alluvial sediments and localized along the flanks of the valleys of Elsa River and torrents Foci and Staggia. The deposits of these systems are represented by two lithofacies: calcareous deposits (t1) formed by bodies of concretionary phytoclastic-phytohermal calcareous tufas associated with compact micritic limestone and occasionally dark silty clays with organic matter; detrital deposits (t2) composed of mixed, terrigenous-carbonate silty sands and lenticular beds of gravels. The calcareous lithofacies are located in precise segments of the fluvial valleys; their origin is connected to springs with highly concentrated CaCO<sub>3</sub> waters, perhaps hydrothermal. A Radiometric C<sup>14</sup> dating of 25690±180 yr BP performed on a peat layer inside the Calcinaiia Synthem (CAL) implies a probable Late Pleistocene-Holocene age for these four synthems.*

*Poggibonsi Synthem (POG) – fluvial synthem corresponding to the recent alluvial deposits and composed of sand and silty-sand with gravels. Locally calcareous tufa are still in formation. These deposits are referred to the Holocene.*

*The collected data show that this sector of the Valdelsa Basin, during the Early-Middle Pleistocene, was characterized by an episode of continental sedimentation. The initial clastic palustrine deposits (clayey lithofacies) and the following lacustrine carbonates (calcareous lithofacies) were both deposited in a probably tectonic depression. The uplifting of the area induced the rejuvenation of the local hydrographic system which cut deeply the Pliocene sediments and caused a relevant inversion of relief. Along this new hydrographic pattern, during the Late Pleistocene-Holocene, the interaction of tectonic uplift and climatic changes caused the formation of four terraced orders (palustrine/fluvial synthems) locally characterized by the deposition of calcareous tufas.*

Parole chiave: Unità stratigrafiche a limiti inconformi, Quaternario, travertini, Valdelsa, Italia.

Keywords: UBSU, Quaternary, travertine, Valdelsa, Italy.

## 1. INTRODUZIONE

Nell'ambito della cartografia geologica regionale alla scala 1:10.000 è stato effettuato uno studio multidisciplinare sul settore meridionale del Bacino della Valdelsa; in tale area compresa tra Poggibonsi a nord, Monteriggioni a sud, San Gimignano a ovest e Staggia Senese ad est, affiorano sedimenti recenti prevalentemente carbonatici conosciuti in letteratura come Travertini della Valdelsa (Merla & Bortolotti, 1967). Tale studio, che si è avvalso di indagini sedimentologiche, stratigrafiche, geomorfologiche (fotointerpretazione) e geocronologiche, ha permesso la definizione delle formazioni quaternarie affioranti nell'area ed il loro inquadramento mediante Unità Stratigrafiche a Limiti Inconformi (UBSU). Gli studi stratigrafico-sedimentologici permettono una caratterizzazione di questi depositi ed un loro inquadramento paleoambientale e paleogeografico.

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il Bacino della Valdelsa coincide con un tratto di una lunga depressione tettonica con orientazione NW-SE che si estende dalla Valle del Serchio a nord fino alla alta Valle del Tevere a sud (Fig. 1). Tale bacino è interessato trasversalmente da due importanti lineamenti tettonici: la Linea Livorno-Sillaro e la Linea Piombino-Faenza. La prima delimita a nord il bacino, mentre la seconda, che lo attraversa all'altezza di Poggibonsi, coincide con una forte diminuzione dell'ampiezza del bacino stesso da circa 25 Km nella parte settentrionale a circa 15 Km in quella meridionale (Costantini *et al.*, 1988). Lateralmente il Bacino della Valdelsa è delimitato ad ovest dalla Dorsale Medio Toscana, dove affiora principalmente il Calcarea cavernoso ed in misura minore Verrucano, Marmi, Ofioliti, Diaspri e Argille a Palombini, e ad est dalla Dorsale del Chianti con formazioni del Dominio Ligure esterno di età cretacea superiore-eocenica (Formazione di Santa Fiora, Formazione di Monte Morello). Il Bacino della Valdelsa, individuatosi in regime distensivo nel Miocene Superiore (Bossio *et al.*, 1995b), è stato colmato da potenti spessori di sedimenti terrigeni continentali del Miocene Superiore a cui seguono sedimenti terrigeni marini del Pliocene; questi ultimi, riferibili a due cicli sedimentari, sono formati principalmente da sabbie medio-fini (Sabbie di San Vivaldo) ed in misura minore da argille siltose (Argille azzurre) (Capezzuoli & Sandrelli, 2003). Nella parte alta del Pliocene Medio l'area emerge come la maggior parte della Toscana meridionale (Bossio *et al.*, 1995a) e solo nel Pleistocene-Olocene è documentata una ripresa della sedimentazione con la deposizione di sedimenti continentali ed, in particolare, dei travertini.

I primi Autori che si sono occupati di questi depositi recenti sono Pantanelli (1875) e Del Zanna (1901) che ne forniscono una prima generica caratterizzazione. Successivamente, negli anni '20-'30, prima Trabucco (1920) e poi De Castro & Pilotti (1933), all'interno di relazioni sui giacimenti ligniferi della Toscana, trattano marginalmente dei travertini valdelsani. Il primo studio si deve a Merla & Bortolotti (1967) che, nell'ambito della redazione del F°113 della carta geologica nazionale alla scala 1:100.000, distinguono, sulla base del loro conte-

nuto in stronzio, i Travertini antichi, di origine lacustre ed attribuiti al Pleistocene superiore, dai Travertini recenti, formati per idrotermalismo e riferiti ad un generico Olocene. Berzi (1972) attribuisce i Travertini antichi al Pleistocene inferiore-medio sulla base di una fauna a Mammiferi rinvenuta al loro interno, fauna che Ambrosetti *et al.* (1972) collocano nel Galeriano. Più recentemente Fazzuoli *et al.* (1982) riconoscono cinque diversi ordini di terrazzi con travertini nel bacino idrografico del T. Foci, (SE di San Gimignano). Ricerche pedologiche sui suoli e paleontologiche su malacofaune dei Travertini antichi sono stati condotti da Costantini & Carnicelli (1986) e Manganelli & Giusti (1993). Recentemente Bossio *et al.* (2000), nell'ambito di studi condotti nell'area di Monteriggioni, hanno studiato i Travertini antichi attribuendo loro il nome di Calcari di Pian del Casone.

## 3. STRATIGRAFIA DEI DEPOSITI QUATERNARI DELL'ALTA VALDELSA

Lo studio di fotointerpretazione e la distribuzione dei sedimenti quaternari dell'alta Valdelsa, unitamente ai loro caratteri stratigrafico-sedimentologici, hanno permesso il riconoscimento di sei sintemi i cui rapporti sono indicati in Fig. 2: un sintema lacustre-palustre (Sintema di Campiglia dei Foci – CDF), quattro fluvio-palustri (Sintema dell'Abbadia – ABB; Sintema di Calcinaia – CAL; Sintema del Torrente Foci – FOC; Sintema di Bellavista – BEL) ed uno fluviale (Sintema di Poggibonsi – POG). Questi sei sintemi vengono riuniti sotto un unico supersintema definito Supersintema del Fiume Elsa (ELS).

### 3.1. Il sintema lacustre-palustre:

#### **Sintema di Campiglia dei Foci (FDC)**

Si tratta di depositi localizzati principalmente in due placche suborizzontali (area di Campiglia dei Foci ed area compresa fra Colle Val d'Elsa e Staggia) ed altre di dimensioni inferiori, distribuiti a quote comprese tra 240 m (area di Campiglia dei Foci) e 230 m s.l.m. (area di Pian del Casone); nelle aree occidentali a ridosso della Dorsale Medio Toscana le quote di affioramento, probabilmente per motivi tettonici, risultano superiori (quota massima 300 m s.l.m.). Tali depositi giacciono di norma su sabbie marine plioceniche o direttamente sul substrato preneogenico; i contatti di base sono rispettivamente di tipo *disconformity* e *angular unconformity*, mentre a tetto si rinvengono suoli intensamente rubefatti (Costantini & Carnicelli, 1986). In alcune aree, alla sommità dei rilievi pliocenici, si osservano superfici relitte pseudorizzontali correlabili con la base dei depositi del sintema. La prevalente natura calcarea dei depositi del sintema (litofacies calcarea), meno erodibile dei sedimenti terrigeni pliocenici, ha provocato una erosione selettiva e determinato in quest'area una inversione del rilievo (Bartolini & Peccerillo, 2002). Il Sintema di Campiglia dei Foci presenta spessori variabili, che diminuiscono rapidamente verso nord; le potenze massime sono dell'ordine di 30 m.

Tale sintema è caratterizzato da quattro litofacies (Fig. 2):

- litofacies argillosa (litofacies a): consiste di argille ed argille siltose grigie, a luoghi con una sottile laminazio-

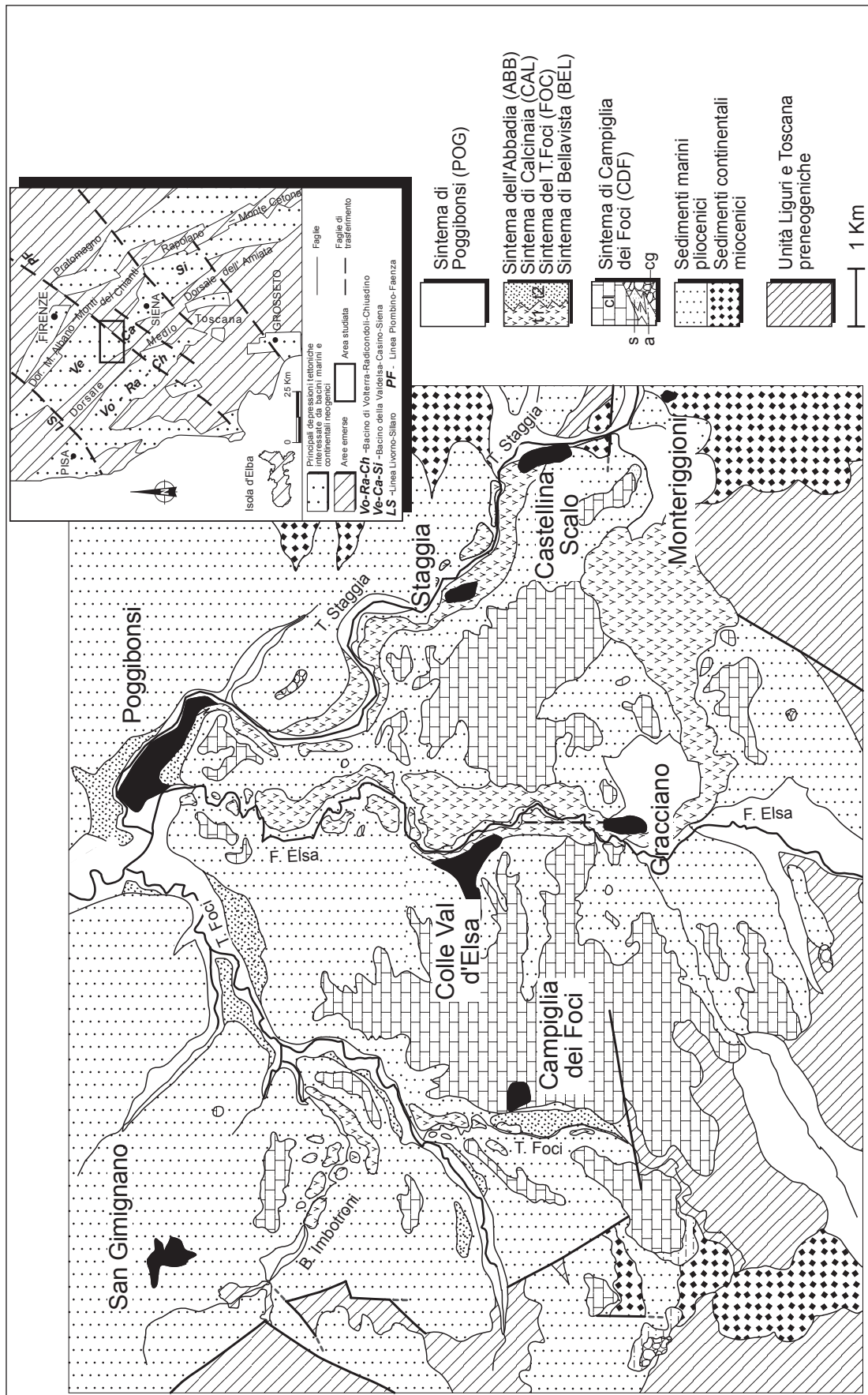


Fig. 1 - Schema geologico del settore meridionale della Valdelsa. t1 - sedimenti calcarei; t2 - sedimenti argillosi; a - litofacies calcarea; cg - litofacies conglomeratica; s - litofacies sabbiosa; cl - litofacies calcarea. Le litofacies del sistema CDF e i depositi dei sistemi ABB, CAL, FOC e BEL, a questa scala, non sono evidenziabili singolarmente. Geological scheme of the southern Valdelsa Basin. t1 - calcareous sediments; t2 - clayey lithofacies; a - clayey lithofacies; cg - conglomeratic lithofacies; s - sandy lithofacies; cl - calcareous lithofacies. The lithofacies of the CDF system and the deposits of the ABB, CAL, FOC, BEL systems are not separately visible at this scale.

ne, caratterizzate da estensione variabile e spessore massimo di circa 10 m. Lateralmente questa litofacies è eteropica con le sabbie e i conglomerati delle litofacies (cg) e (s) (si veda Fig. 2), mentre al tetto è spesso visibile un passaggio graduale alla litofacies calcarea (cl). La sommità delle argille è caratterizzata da un livello pedogenizzato osservabile in due tagli artificiali. Il contenuto paleontologico è caratterizzato da frustoli carboniosi, scarsi ostracodi e Gasteropodi dulcicoli (*Lymnea stagnalis* L., *Paludina contecta* MÜLL. e *Planorbis marginatus* DRAP.) e terricoli (*Parmacella* sp.1 sensu Manganelli & Giusti, 1993). Nella zona a sud di San Gimignano è stata inoltre segnalata l'esistenza di lenti di lignite, oggetto di coltivazione ai primi del '900 fino al totale esaurimento (Trabucco, 1920; De Castro & Pilotti, 1933). Queste lenti hanno fornito una fauna a Mammiferi (*Equus caballus* L., *Cervus elaphus* L., *Bos primigenius* BOJ., *Hippopotamus major* CUV., *Elephas antiquus* FALC.) e Molluschi attribuiti da Berzi (1972) al Pleistocene inferiore-medio. Successivamente Ambrosetti *et al.* (1972), in un quadro classificativo più ampio dei depositi pleistocenici dell'Italia centrale, hanno riferito questa stessa fauna al Galeriano. Questa litofacies argillosa viene attribuita ad un ambiente di tipo palustre.

- litofacies sabbiosa (litofacies s): consiste di sabbie fini calcaree con una frazione detritica silicea più o meno abbondante, ocracee e con occasionali nuvole o lenti di ciottoli centimetrici a basso grado di cementazione. I fossili presenti sono scarsi e rappresentati esclusivamente da resti vegetali incrostati (fitoclasti). Le sabbie hanno una stratificazione pianoparallela non sempre evidente con spessori massimi di 50 cm. Questa litofacies, che mostra rapporti di eteropia con tutte le altre litofacies (a) (cl) (cg), è riferibile ad aree marginali di lago/palude, nelle quali si avevano probabilmente spiagge legate a piccoli immissari.
- litofacies conglomeratica (litofacies cg sinonimo di Conglomerati di Poggibonsi di Merla & Bortolotti, 1967): si tratta di conglomerati e paraconglomerati la cui composizione degli elementi varia passando dal settore orientale, dove si hanno soprattutto calcari e calcari marnosi, a quella occidentale a ridosso della

Dorsale Medio Toscana dove sono si hanno elementi derivati dal calcare cavernoso, "palombini", diaspri ed ofioliti. Il conglomerato solitamente si presenta massivo ed eccezionalmente si osservano clasti embriciati; la matrice, a luoghi predominante, è sabbiosa. La litofacies cg è interpretabile come l'espressione di piccoli delta posti prevalentemente sui lati occidentale ed orientale del lago/palude.

- litofacies calcarea (litofacies cl): è rappresentata da un calcare micritico, a grana fine o medio-fine, di colore bianco sporco con sfumature nocciola e/o rosa. La stratificazione è spesso ben visibile ed è messa in evidenza da sottili livelli siltoso-marnosi (max 15 cm nell'area di Campiglia dei Foci) interposti ai banchi calcarei spessi da 40 cm a circa un metro. A luoghi il calcare micritico è vacuolare, con evidenti bioturbazioni provocate da apparati radicali, oppure è associato a piccole lenti con strutture fitoclastiche. Il contenuto paleontologico è sempre scarso; occasionalmente si ritrovano impronte interne di Gasteropodi, mentre in sezione sottile si osservano Ostracodi, steli ed oogoni di Characee. Il calcare giace generalmente sulle altre litofacies (a), (s), (cg) del Sintema di Campiglia dei Foci, o, in misura minore, direttamente sui sedimenti pre-quadernari, anche se talvolta mostra rapporti di eteropia con le litofacies (s) e (cg). La litofacies (cl) viene interpretata come una deposizione per decantazione, al disotto del livello di base d'onda, nelle zone più profonde di un lago caratterizzato da acque ricche in carbonato di calcio.

I rapporti tra le litofacies del Sintema di Campiglia dei Foci (Fig. 2) evidenziano un passaggio, verso l'alto, dalla litofacies argillosa a quella calcarea; questa transizione viene interpretata come una evoluzione da un ambiente palustre, con scarse profondità e sedimentazione prevalentemente terrigena, ad uno lacustre caratterizzato dalla sedimentazione di fanghi calcarei nelle aree centrali (litofacies cl) e la deposizione di materiali più grossolani nelle aree marginali, specialmente nelle vicinanze di piccoli immissari (litofacies s, cg).

La variazione di sedimentazione da argillosa a calcarea è legata all'apporto di notevoli quantità di acque ad alto contenuto di CaCO<sub>3</sub>, verosimilmente collegata

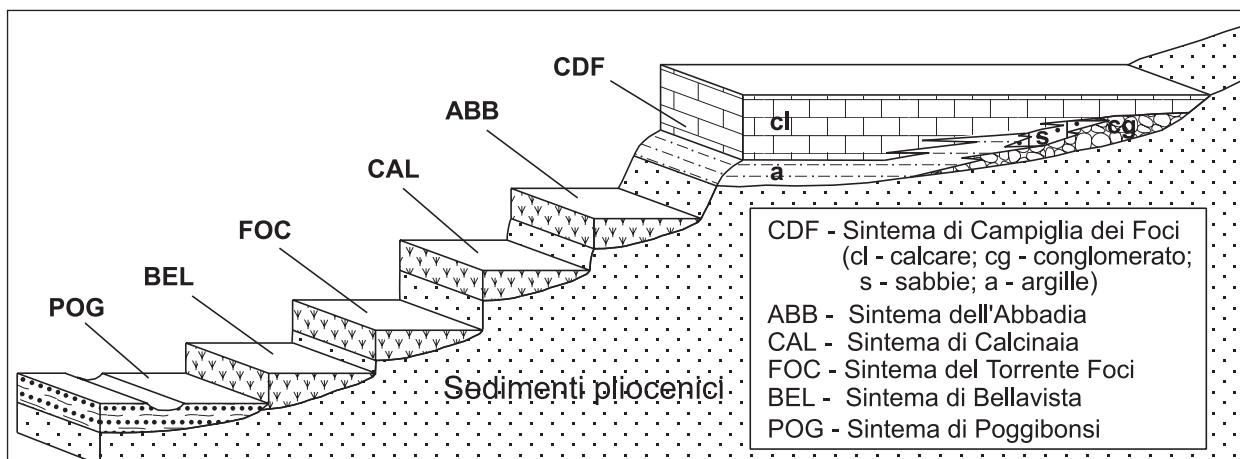


Fig. 2 - Ricostruzione stratigrafica dei sei sintemi quaternari riconosciuti nel settore meridionale della Valdelsa (non in scala).  
Stratigraphic relationships of the six Quaternary synthems recognized in the southern Valdelsa Basin (not in scale).



ad una accentuata attività tettonica inserita nell'ambito del generale sollevamento che ha interessato l'intera Toscana meridionale dal Pliocene Medio ad oggi (Bossio *et al.*, 1995a). La deposizione del calcare, legata alla saturazione delle acque, era favorita probabilmente sia da condizioni di endoreicità del bacino (vedi Capitolo 4) che ne permetteva la progressiva concentrazione, sia da condizioni climatiche calde, come documentato dal ritrovamento di *Parmacella* (Manganelli & Giusti, 1993), che accentuava l'evaporazione delle acque.

### 3.2. I sintemi fluvio-palustri: *Sintema dell'Abbadia* (ABB), *Sintema di Calcinaia* (CAL), *Sintema dei Foci* (FOC), *Sintema di Bellavista* (BEL)

Questi sintemi sono riferibili ad una successione di terrazzi presenti sui versanti dei principali corsi fluviali dell'area e formati da depositi detritici prevalentemente di tipo terrigeno (sabbie, silt e ciottolami), che in particolari tratti vallivi (lungo il T.Foci ad est di Campiglia dei Foci, lungo il Botro degli Imbotroni da Pod. Polveraria fino alla confluenza con il T.Foci, lungo il F.Elsa dall'abitato di Gracciano fino a Poggibonsi e lungo il T.Staggia da Castellina Scalo fino a Poggibonsi; Fig. 1) sono caratterizzati da litofacies calcaree (travertini recenti di Merla & Bortolotti, 1967). I depositi dei vari sintemi presentano estensioni variabili e spessori fino a circa 20 m. Fra i diversi ordini di terrazzo, soprattutto nell'area di Poggibonsi, affiorano le sabbie marine plioceniche (terrazzi a ripiani), anche se non mancano casi di terrazzi incastrati specialmente nella zona di Colle Val d'Elsa-Staggia e fra il Sintema di Bellavista ed il sottostante Sintema di Poggibonsi. Tutti i sintemi sono caratterizzati da contatti basali erosivi (*disconformity*) e da una superficie superiore suborizzontale sulla quale si sono sviluppati suoli rubefatti o bruni. Le unità più alte risultano in gran parte smantellate dall'erosione, ma restano documentate da numerose superfici relitte senza depositi. I sedimenti sono riconducibili a due litofacies che presentano gli stessi caratteri nei vari sintemi.

Litologicamente i depositi calcarei (litofacies *t1* in Fig. 1) si presentano come alternanze di calcare concrezionario fitoclastico e fitoermale incrostato su corpi vegetali (cannucce, arbusti e fili d'erba) e livelli detritici granulari (calcrete, sabbie calcaree) disposti in livelli e lenti di spessori variabili a seconda delle località. A luoghi si rinvengono caratteristici *mound* di cannuce (fitoermale) dovuti alla crescita degli organismi vegetali su piccoli rialzi del fondo. In associazione a questi litotipi si hanno livelli lenticolari di calcari micritici, calcari laminari cristallini ed occasionali livelli argillitici torbosi. Tali caratteristiche permettono di classificare questi depositi come *calcareous tufa* di tipo "paludal model" o "fluviale model" *sensu* Pedley (1990) e Pedley *et al.* (2003).

I depositi detritici (litofacies *t2* in Fig. 1) sono solitamente composti da sabbie calcaree e terrigene e silt di norma malstratificati con associati ciottoli che, a seconda del luogo, possono essere presenti in lenti o livelli. Le sabbie calcaree derivano dalla disaggregazione, in regime turbolento, delle litofacies calcaree, mentre quelle terrigene dalle sabbie marine plioceniche; entrambe mostrano a luoghi banchi con sequenze di tipo *fining-upward*. I livelli a ciottoli sono presenti principalmente nella parte basale dei vari sintemi dove costi-

tuiscono il riempimento di tasche erosionali. Sono composti da clasti eterogenei ben arrotondati di varie dimensioni (max 20 cm), che mostrano solo a luoghi una evidente embriciatura cui si accompagna una matrice sabbiosa variabile.

Lo scarso contenuto paleontologico di entrambe le litofacies è rappresentato da impronte di foglie di *Quercus ilex* L. e *Populus laecophylla* UNG. (Del Zanna, 1901) e da Ostracodi con carapace liscio e sottile, ologoni di Carofite e calchi di Gasteropodi dulcicoli.

I sedimenti di questi sintemi sono attribuiti da Merla & Bortolotti (1967) all'Olocene; recenti studi permettono un riferimento anche al Pleistocene superiore, poiché una datazione radiometrica  $C^{14}$  su livello argilloso organico del Sintema di Calcinaia ha fornito un'età radiometrica di  $25.690 \pm 180$  B.P. (Capezuoli & Sandrelli, 2003).

- *Sintema dell'Abbadia* (ABB): è il più antico fra i fluvio-palustri e corrisponde al terrazzo più alto, con una quota media di 30 m sull'attuale fondovalle. Nell'area di L'Abbadia (est di Colle Val d'Elsa), il sintema è particolarmente sviluppato sia in estensione laterale sia come spessore (circa 18 m). In generale l'unità è ben conservata nelle aree di affioramento dei *calcareous tufa*, mentre si hanno solo deboli tracce in quelli di deposizione esclusivamente detritica e/o terrigena.
- *Sintema di Calcinaia* (CAL): anch'esso è caratterizzato da *calcareous tufa* e depositi detritici e corrisponde ai terrazzi posti ad una altezza media di 25 m. Recenti lavori stradali nell'area di Calcinaia (sud di Poggibonsi) hanno evidenziato la presenza di un livello argilloso organico nella parte basale della sezione che ha fornito una datazione radiometrica di  $25690 \pm 180$  B.P..
- *Sintema dei Foci* (FOC): corrisponde ai depositi terrazzati presenti a quote medie di circa 15 m sul fondovalle. Buoni esempi si hanno lungo il Torrente Foci (Fig. 3) dove è anche possibile apprezzare una diminuzione nell'estensione dei depositi carbonatici rispetto a quelli presenti nei sintemi fluvio-palustri più antichi.
- *Sintema di Bellavista* (BEL): a questo sintema appartengono i depositi terrazzati più recenti posti ad una quota di circa 8 m. Anche qui continua il trend di diminuzione dei depositi carbonatici già notato nel Sintema dei Foci che sono sempre meno presenti in estensione lungo le valli.

L'origine dei sintemi fluvio-palustri è probabilmente da riferire sia all'attività tettonica che ha accompagnato il sollevamento neogenico-quaternario della Toscana meridionale, sia a variazioni climatiche. Infatti alla prima sono da ricollegare la progressiva incisione delle valli fluviali e l'apporto di acque carbonatiche responsabili della sedimentazione dei *calcareous tufa*, mentre alle seconde vanno imputati i successivi episodi di sovralluvionamento e precipitazione dei *calcareous tufa* intervallati da fasi erosionali. Questa precipitazione si realizzava solo in corrispondenza di alcuni tratti fluviali nei quali erano localizzate le sorgenti, probabilmente idrotermali, associate a faglie, responsabili degli apporti carbonatici. La relazione di questi depositi calcarei con faglie presenti nell'area era già stata ipotizzata da Merla & Bortolotti (1967), a causa dell'elevato contenuto in stroncio dei Travertini recenti della valle del T. Staggia, e da Costantini *et al.* (1980). Le sorgenti fornivano le

acque ad alto contenuto di  $\text{CaCO}_3$  che innescavano il processo d'incrostazione lungo il corso d'acqua, dove i sedimenti carbonatici si interdigitavano con quelli terrigeni e detritici dando luogo a frequenti eteropie di facies. Lo studio dei depositi permette di individuare una variabilità degli ambienti deposizionali con passaggi da aree caratterizzate da ristagno delle acque (piccoli sbarramenti e stagni isolati con facies fitoermali o argille anche organiche) a zone di deflusso (aree di canale con accumuli fitoclastici, terrigeni o detritici). Procedendo verso valle si aveva una progressiva diluizione delle acque calcaree, fino all'esaurimento della capacità incrostante ed alla deposizione solamente di depositi detritici. Il minor sviluppo dei sedimenti carbonatici dai sistemi più antichi (Sintema dell'Abbadia) a quelli recenti (Sintema di Bellavista) indica, inoltre, una progressiva diminuzione degli apporti di acque carbonatiche che potrebbe essere messa in relazione ad una diminuzione dell'attività tettonica con l'occlusione delle vie di risalita.

### 3.3. Il sistema fluviale: Sintema di Poggibonsi (POG)

Corrisponde alle alluvioni recenti, talvolta ben sviluppate nei fondovalle dei vari corsi d'acqua dell'area. Sono formate essenzialmente da sabbie e silt sabbiosi con associati ciottoli o lenti di ghiaie. Solo a Colle Val d'Elsa (lungo il corso dell'Elsa), localmente lungo il Torrente Staggia (a Staggia Senese) e in due località nei dintorni di San Gimignano (nelle vicinanze di una sorgente idrotermale di esigua portata) sono tuttora in formazione i *calcareous tufa*.

L'età di questo sintema è riferita all'Olocene.

## 4. INTERPRETAZIONE PALEOGEOGRAFICA ED EVOLUZIONE DEL SETTORE MERIDIONALE DELLA VALDELSA NEL PLEISTOCENE INFERIORE-MEDIO - OLOCENE

Con il generalizzato sollevamento della Toscana meridionale iniziato nel Pliocene Medio, vaste aree di sedimentazione marina furono portate in emersione. L'assenza, nella parte meridionale della Valdelsa, di depositi compresi fra il Pliocene Medio ed il Pleistocene inferiore-medio, permette di ipotizzare che in tale intervallo l'elevato sollevamento di quest'area abbia dato luogo essenzialmente a processi erosionali legati all'instaurazione di un primo reticolo fluviale (paleo-Elsa) probabilmente con andamento NW-SE non dissimile dall'attuale. Nel Pleistocene inferiore-medio sono attualmente documentati i primi depositi continentali dell'area, rappresentati dai sedimenti prima palustri e successivamente lacustri del Sintema di Campiglia dei Foci. Una lettura della carta geologica e del reticolo idrografico della porzione meridionale della Valdelsa permette una serie di ipotesi sulla paleogeografia dell'area in questa epoca. Infatti la posizione degli affioramenti della litofacies calcarea (*c*) consente la definizione dell'estensione minima del bacino durante lo stadio lacustre (Fig. 4). Lo studio dell'attuale reticolo idrografico fornisce ulteriori indizi sull'evoluzione di quest'area. In particolare in riva sinistra del F. Elsa si osservano (Fig. 4) vari corsi d'acqua tra loro paralleli con percorso in parte rettilineo e orientato in direzione appenninica, ma con verso di scorrimento opposto al F. Elsa. Al contrario, gli affluenti in riva destra possiedono un andamento circa antiap-

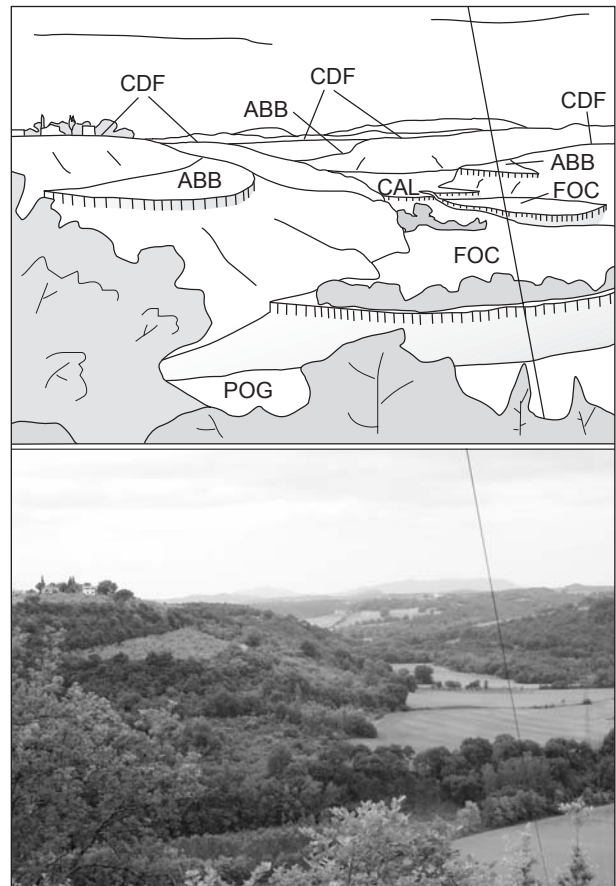


Fig. 3 - Visione da nord della valle del Torrente Foci ad est di Campiglia dei Foci. Nello schema superiore sono evidenziati i depositi e le superfici relitte dei vari sistemi visibili.

View of the Torrente Foci valley, east of Campiglia dei Foci. In the upper scheme the deposits and the older surfaces of the Quaternary synthem are shown.

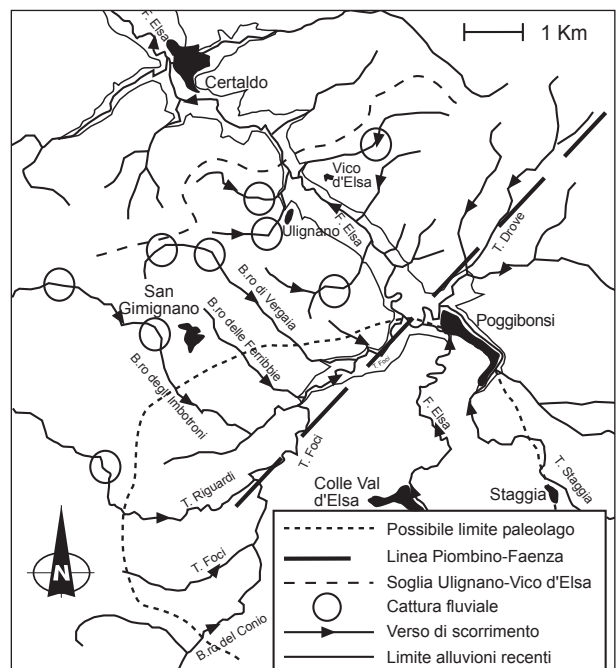


Fig. 4 - Schema del reticolo idrografico principale del settore meridionale della Valdelsa.

Hydrographic pattern of the southern Valdelsa Basin.

penninico, ma anch'essi con una direzione preferenziale opposta al deflusso del F. Elsa e quindi diretta verso le aree meridionali. Questa peculiarità idrografica è presente fino all'altezza degli abitati di Vico d'Elsa ed Ulignano, oltre il quale gli affluenti sia di destra che di sinistra assumono tracciati e deflussi verso i settori settentrionali. Si viene così ad individuare, in corrispondenza di queste due località, un'area a sviluppo antiappenninico trasversale alla Valdelsa che di fatto delimita verso nord il bacino lacustre. La conferma di una probabile soglia è avvalorata dal fatto che, coincidente con questa fascia trasversale, si ha una forte diminuzione nell'estensione laterale delle alluvioni recenti (Sintema di Poggibonsi) ben sviluppate sia a nord sia a sud. Una possibile evoluzione di quest'area prevede un iniziale bacino di tipo endoreico formatosi per lo sbarramento del paleo-Elsa in corrispondenza dell'area di Ulignano-Vico d'Elsa ed il conseguente adattamento dei corsi fluviali a defluire verso i settori meridionali. Le cause della formazione di questa soglia, parallela e non molto distante da una importante linea tettonica (Linea Piombino-Faenza; Costantini *et al.*, 1980) è da riferire a movimenti tettonici, anche se preliminari rilevamenti geologici svolti in quell'area, caratterizzata da una forte omogeneità dei sedimenti pliocenici, non hanno evidenziato la presenza in superficie di faglie. Probabilmente gli stessi movimenti tettonici innescarono anche gli apporti di acque carbonatiche che variarono la sedimentazione del bacino da palustre/terrigena a lacustre/carbonatica.

Successivamente una probabile erosione regressiva del tratto settentrionale del Paleo-Elsa incise tale soglia determinando lo svuotamento del bacino lacustre (non sono presenti facies di regressione dei depositi lacustri). Conseguentemente anche gli immissari del paleolago, pur mantenendo parziali tratti con l'originale *pattern* centripeto verso le aree lacustri, avrebbero subito la cattura da parte di altri corsi d'acqua, variando così il proprio percorso (Fig. 4).

Questa nuova idrografia, impostatasi dopo l'apertura del bacino, ha subito fino ad oggi un progressivo approfondimento, attuatosi sia per il continuo sollevamento tettonico, sia a causa di variazioni climatiche. In gran parte dell'area si è quindi avuto un'inversione del rilievo con i sedimenti del paleolago, molto competenti, rimasti spesso inalterati in posizione rilevata. L'approfondimento, realizzatosi con meccanismi di sovrainposizione a scapito delle sabbie marine plioceniche, è avvenuto lungo il nuovo *pattern* idrografico che si era impostato sulla base delle mutate condizioni paleogeografiche (tratti sinuosi incassati del F. Elsa fra Colle Val d'Elsa e Poggibonsi e del T. Staggia fra Staggia Senese e Poggibonsi che documenterebbero estesi ambienti alluvionali successivi al paleolago) e tettoniche (tratti rettilinei del F. Elsa a Colle Val d'Elsa in corrispondenza di faglie). Negli interstadi delle fasi di approfondimento fluviale si aveva la deposizione di sedimenti terrazzati che in alcuni tratti erano di tipo calcareo (*calcareous tufa*) grazie ad acque idrotermali carbonatiche risalite lungo alcune faglie. La formazione dei *calcareous tufa* è diminuita nel tempo, come testimoniato dalla minore presenza di sedimenti calcarei nei sintemi più recenti (Sintema del T. Foci, Sintema di Bellavista), fino ad arrivare ai depositi attuali (Sintema di Poggibonsi) dove le acque del F. Elsa formano *calca-*

*reous tufa* solo in poche località. La progressiva diminuzione dei depositi "travertinosi" nel tardo Olocene è un fenomeno generalizzato sia in Italia che in molti siti dell'Europa centro occidentale e riconducibile a cause di tipo climatico o antropico (Goudie *et al.*, 1993; Dramis *et al.*, 1999). Tuttavia in Valdelsa potrebbe essere legata ad una risposta più locale e riferita ad una diminuzione dell'attività tettonica conseguente ad un possibile progressivo arresto del sollevamento post-Pliocene Medio.

## RINGRAZIAMENTI

Gli Autori ringraziano la Prof.ssa A. Gandin per la collaborazione nello studio sedimentologico delle facies carbonatiche.

Lavoro finanziato con fondi P.A.R. 2001 dell'Università degli Studi di Siena (Responsabile Prof. F. Sandrelli).

## LAVORI CITATI

- Ambrosetti P., Azzaroli P., Bonadonna F.P. & Follieri M. (1972) – *A scheme of Pleistocene chronology for the Tyrrhenian side of central Italy*. Boll. Soc. Geol. It., **91**, 169-184.
- Bartolini C. & Peccerillo A. (2002) – *I fattori geologici delle forme del rilievo. Lezioni di Geomorfologia Strutturale*. Pitagora Editrice, Bologna, 216 pp.
- Berzi A. (1972) – *An early Middle Pleistocene fauna at Monte Oliveto (S. Gimignano, Siena, Italy)*. Paleont. It., **68**, 29-33.
- Bossio A., Costantini A., Foresi L.M., Lazzarotto A., Mazzanti R., Liotta D., Mazzei R., Salvatorini G. & Sandrelli F. (1995a) – *Studi preliminari sul sollevamento della Toscana meridionale dopo il Pliocene medio*. Studi Geol. Camerti, Volume Speciale, 1995/1, 87-91.
- Bossio A., Foresi L.M., Mazzei R., Salvatorini G. & Sandrelli F. (1995b) – *Evoluzione tettonico-sedimentaria neogenica lungo una trasversale ai Bacini di Volterra e della Val d'Elsa*. Studi Geol. Camerti, Volume Speciale, 1995/1, 93-104.
- Bossio A., Mazzei R., Salvatorini G. & Sandrelli F. (2000) – *Geologia dell'area compresa tra Siena, Poggibonsi e Castellina in Chianti (Prov. di Siena)*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem. Serie A, **107**, 69-85.
- Capezzuoli E. & Sandrelli F. (2003) – *Inquadramento geologico della porzione meridionale del Bacino della Valdelsa*. Guida all'escursione "L'agricoltura che produce paesaggio"; Convegno Nazionale "Qualità del suolo, impatto antropico e qualità dei prodotti agricoli.", pag. 78-80, Siena, 9-12/06/2003
- Costantini A., Gandin A., Guasparri G., Lazzarotto A., Mazzanti R. & Sandrelli F. (1980) – *Neotettonica dei Fogli: 111 Livorno – 112 Volterra – 113 Castelfiorentino – 119 Massa Marittima – 120 Siena – 121 Montepulciano – 126 Isola d'Elba – 127 Piombino – 128 Grosseto – 129 S.Fiora*. In: Contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia. Pubbl. P.F.G., 1075-1186.
- Costantini A., Lazzarotto A. & Sandrelli F. (1988) – *Sulle risorse geotermiche a medio-bassa temperatura*

- nella parte meridionale del Bacino neoautoctono della Val d'Elsa. Studi preliminari: Lineamenti geologici. P.F.E. - S.E.G., SI-5, 489-514.
- Costantini E.A.C. & Carnicelli S. (1986) – *Forme e suoli della superficie strutturale calcarea di Campiglia dei Foci (Siena)*. Annali Ist. Sper. Dif. Suolo, **17**, 68-87.
- De Castro C. & Pilotti C. (1933) – *I giacimenti di lignite della Toscana*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **23**, 95-103.
- Del Zanna P. (1901) – *I travertini di Colle e le incrostazioni attuali dell'Elsa*. Boll. Soc. Geol. It., **20**, 20-34.
- Dramis F., Materazzi M. & Cilla G. (1999) – *Influence of climatic changes on freshwater travertine deposition: a new hypothesis*. Phys. Chem. Earth (A), **24**(10), 893-897.
- Fazzuoli M., Garzonio C.A., Rodolfi G. & Vannocci P. (1982) - *Lineamenti geologici e geomorfologici dei dintorni di San Gimignano*. Ist. Sper. Stud. Dif. Suolo, Firenze, **13**, 169-203.
- Goudie A.S., Viles H.A. & Pentecost A. (1993) – *The late-Holocene tufa decline in Europe*. The Holocene, **3**(2), 181-186.
- Manganelli G. & Giusti F. (1993) – *Notulae malacologicae, XLV. Fossil parmacellidae from Italy*. Arch. Molluskenkunde, **121**, 143-156.
- Merla G. & Bortolotti V. (1967) – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Foglio 113 – Castelfiorentino*. Nuova Tecnica Grafica, Roma.
- Pantanelli D. (1875) – *Sui travertini della Provincia di Siena*. Soc. Tosc. Nat., Proc. Verb., 4-7.
- Pedley H.M. (1990) – *Classification and environmental model of cool freshwater tufas*. Sedimentary Geology, **68**, 143-154.
- Pedley M., Gonzalez Martin J.A., Ordoñez Delgado S. & Garcia del Cura M.A. (2003) – *Sedimentology of Quaternary perched springline and paludal tufas: criteria for recognition, with examples from Guadalajara Province, Spain*. Sedimentology, **50**, 23-44.
- Trabucco G. (1920) – *Stratigrafia, origine, età, applicazioni della lignite torbosa-xiloide del Bacino di Monte Oliveto*. Boll. Soc. Geol. It., **54**, 314-324.

Ms. ricevuto il 4 novembre 2003  
 Testo definitivo ricevuto il 13 gennaio 2004

Ms. received: November 4, 2003  
 Final text received: January 13, 2004