

IL CONTROLLO STRUTTURALE NEI BACINI INTERMONTANI PLIO-PLEISTOCENICI DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE: L'ESEMPIO DELLA SUCCESSIONE FLUVIO-LACUSTRE DEL MUGELLO (FIRENZE)

M. Benvenuti

Dip.to di Scienze della Terra, Università di Firenze

RIASSUNTO - *Il controllo strutturale nei bacini intermontani plio-pleistocenici dell'Appennino Settentrionale: l'esempio della successione fluvio-lacustre del Mugello (Firenze)* - Il Quaternario, 8(1), 1995, 53-60 - Il bacino del Mugello è stato riempito da una successione fluvio-lacustre sviluppatasi durante due principali fasi. Nella prima fase (Pliocene Sup?-Pleistocene inferiore) si sono accumulati depositi fluvio-lacustri rappresentati da argille siltose e localmente torbose di ambiente lacustre alle quali si interdigitano lungo i margini del bacino, ciottolami e sabbie di delta conoide. Durante la seconda fase (Pleistocene inf.-Olocene) la ripetuta variazione del livello di base locale legata all'incisione di soglie strutturali, ha consentito lo sviluppo di una caratteristica successione di terrazzi alluvionali. Il principale segnale registrato durante il riempimento del bacino sembra, alle diverse scale fisiche e temporali, essere espresso dalla tettonica. Il controllo strutturale ha causato la formazione di un bacino distensivo asimmetrico sui cui margini si sono formati durante le due fasi, sistemi deposizionali diversi nei caratteri morfologici e nei processi deposizionali. In aggiunta durante la prima fase deposizionale, il lato meno acclive del bacino (hangingwall), ha subito sollevamenti differenziali testimoniati da discordanze sindeposizionali nei depositi di delta conoide lacustre. Anche la variazione dei processi deposizionali entro tali depositi può essere coerentemente inquadrata nell'evoluzione strutturale. La presenza di strutture deformative conferma infine come l'attività tettonica sia stata particolarmente intensa e possa avere agito alla scala di singoli eventi deposizionali.

ABSTRACT - *The structural control in intermontane basins of the northern Apennines: the example of the Mugello fluvio-lacustrine sequence (Florence, central Italy)* - Il Quaternario, 8(1), 1995, 53-60 - The Mugello basin is a small asymmetric graben, which developed at the end of Pliocene as a consequence of extensional tectonic movements in the northern Apennines. The basin is filled with a fluvio-lacustrine sequence up to 600 m thick, which formed during two main depositional phases. During the first phase, fluvio-lacustrine sediments (lacustrine silty clays) were deposited in the basin. At the basin margins, locally silty clays contain peat horizons interlayered with fan delta gravels and sands. The second phase started when the fluvio-lacustrine basin was almost completely filled and is characterized by alluvial deposits. Sedimentation occurred in alluvial fan and braided/low sinuosity river settings and was influenced by local base-level lowerings due to the erosion of several downbasin thresholds. These episodes led to the formation of a typical terraced alluvial succession. Tectonics is considered to be the main factor controlling the sedimentation pattern at different physical and time scales. The depositional pattern of the whole succession is largely controlled by the structural asymmetry of the basin, characterized by a main fault system running along its south-western margin (footwall). Wider depositional systems developed during both phases along the hanging-wall rather than on the footwall of the basin. During the first phase, the hanging-wall underwent uplift pulses that produced syndepositional deformations marked by several angular unconformities in the fan delta deposits. These deformational pulses controlled the evolution of the depositional processes. An abrupt change in facies associations forming the depositional elements of the lacustrine fan delta, stems from a sharp passage from massive (lower fan deltas) to selective (upper fan deltas) depositional processes. Without excluding a prevailing climatic control (*i.e.*, oscillation from a dryer to a moister regime), this variation can reasonably be associated with the tectonic evolution of the hanging-wall shoulder. The rate of hanging-wall uplift decreases throughout the first phase allowing, in its attenuation phase, the enlargement of the drainage systems feeding the upper fan deltas. A tectonically-induced hydrological variation can be assumed as one of the probable causes for the shift from mass-flow-dominated to streamflood-dominated fan deltas. Deformation structures (for instance, water-escape structures) occur in fan delta deposits probably testifying the tectonic control at the scale of single depositional events.

Parole chiave: Controllo strutturale, bacini intermontani, architetture e processi deposizionali, Plio-Pleistocene, bacino del Mugello, Italia

Key-words: Structural control, intermontane basins, depositional processes and patterns, Plio-Pleistocene, Mugello basin, Italy

1. INTRODUZIONE

Le successioni continentali sviluppate nei bacini intermontani plio-pleistocenici dell'Appennino Settentrionale hanno subito durante la loro evoluzione, un controllo principalmente strutturale (Martini & Sagri, 1993). Le oscillazioni glacio-eustatiche e climatiche che durante il Pleistocene hanno agito a scala regionale, non hanno tuttavia lasciato tracce evidenti nelle successioni di questi bacini. Numerose soglie di origine tettonica, hanno infatti isolato le zone più interne della catena dalla regione tirrenica impedendo un diretto controllo glacio-eustatico sull'evoluzione sedimentaria delle suc-

cessioni continentali intermontane. Anche il clima, nonostante l'importanza delle variazioni quaternarie, non ha lasciato segni chiari di un controllo deposizionale.

L'elemento strutturale sembra rappresentare il principale segnale registrato dalla sedimentazione, ed è chiaramente legato alle condizioni geodinamiche in cui questi bacini si sono formati. Tali condizioni sono riconducibili alle fasi più recenti della deformazione della catena nord-appenninica che, secondo nuove ipotesi (Bernini *et al.*, 1990; Bettini *et al.*, 1991; Bonini & Sani, 1993), sono state caratterizzate da un generale regime estensionale intervallato da brevi pulsazioni compressive. La distensione, attiva nell'area ad ovest della catena

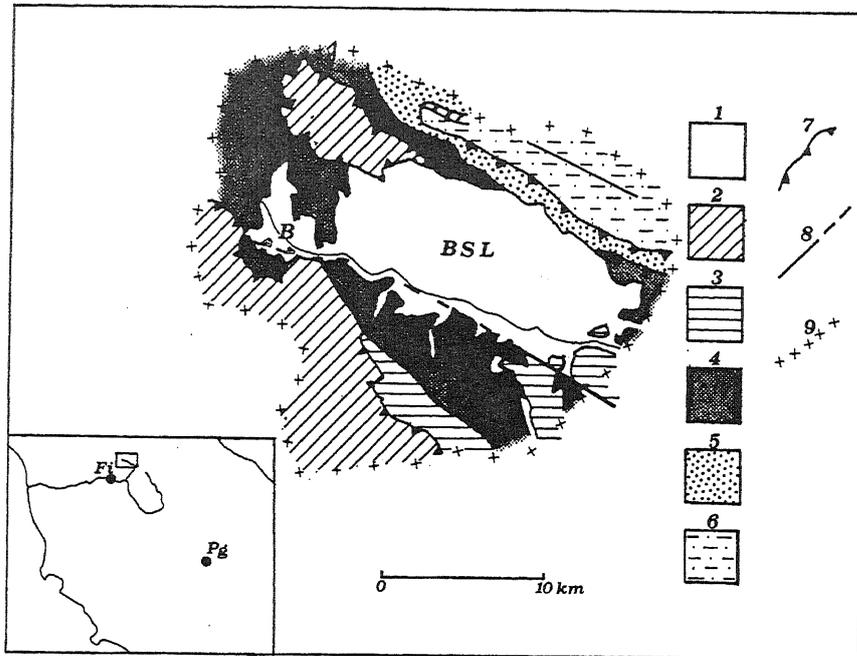


Fig. 1 - Schema strutturale sintetico dell'area mugellana. 1 - Depositi fluvio-lacustri e fluviali (Pleistocene inf.-Olocene): B, sub-bacino di Barberino di Mugello; BSL, sub-bacino di Borgo S. Lorenzo; 2 - Calcarei, marne, argilliti ed arenarie delle Unità Liguri (Cretaceo Inf.-Paleogene); 3 - Arenarie e calcari dell'Unità di Castelguerrino (Paleocene-Miocene); 4 - Siltiti ed arenarie dell'Unità del Monte Cervarola (Miocene Inf.-Medio); 5 - Arenarie dell'Unità di Castelguerrino (Miocene Medio); 6 - Arenarie e marne dell'Unità Marnoso-Arenacea (Miocene Medio Superiore); 7 - Fronti di sovrascorrimento; 8 - Faglie normali; 9 - Limite orografico del bacino.

Structural sketch map of the Mugello area. 1 - Fluvio-lacustrine and fluvial deposits (Lower Pleistocene-Holocene); B, Barberino di Mugello sub-basin; BSL, Borgo S. Lorenzo sub-basin; 2 - Ligurid unit limestone, marl and mudstone (Lower Cretaceous-Palaeogene); 3 - Sub-ligurid lime-

stone and sandstone (Palaeocene-Miocene); 4 - Mt. Cervarola siltstone and sandstone (Lower-Middle Miocene); 5 - Castelguerrino sandstone (Middle Miocene); 6 - Sandstone and marl of the "Marnoso-Arenacea" Formation (Middle-Upper Miocene); 7 - Main thrusts; 8 - Normal faults; 9 - Basin hydrographic boundary.

fin dal Tortoniano, ha interessato dal Pliocene Superiore anche la catena generando numerosi bacini caratterizzati sostanzialmente da una geometria asimmetrica e riempiti da successioni esclusivamente continentali (bacini periferici *sensu* Martini & Sagri, 1993). L'area dell'Appennino Settentrionale è stata tuttavia interessata da sollevamento attivo e generalizzato anche durante la fase di formazione di questi bacini (Bartolini *et al.*, 1982; Martini & Sagri, 1993). Tra le cause di questo episodico sollevamento non possono essere escluse brevi fasi compressive legate probabilmente, alla riattivazione dei sistemi di *thrust* che costituiscono l'ossatura della catena e sui quali sono impostati i bacini distensivi (Ben Dkik *et al.*, 1992; Bernini *et al.*, 1992)

La complessa evoluzione strutturale ha fortemente interferito con quella deposizionale lasciando chiari segni nell'architettura delle successioni (Martini & Sagri, 1993), anche nella forma di numerose discordanze di origine tettonica (Bernini *et al.*, 1990; Boccaletti *et al.*, 1991).

Una più dettagliata analisi delle successioni di questi bacini, mette in evidenza come il controllo sindeposizionale sia stato esercitato a scale fisiche e temporali diverse.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il bacino fluvio-lacustre del Mugello è una piccola conca intermontana situata circa 30 km a N di Firenze, che si estende per 25 km in senso ONO-ESE con una larghezza massima di 15 km.

Il bacino è impostato su un graben asimmetrico il cui sistema di faglie principali è situato lungo il margine meridionale. Sistemi minori di faglie antitetliche bordano

il margine nord-orientale del bacino. Questa struttura deriva dal collasso tettonico di un settore della catena nord-appenninica che, come motivo ricorrente, è caratterizzata da un complesso sistema di unità tettono-sedimentarie che formano un edificio di *thrusts* a vergenza orientale (Sani, 1990; Fig.1)

Il bacino è stato riempito da oltre 600 m di depositi fluvio-lacustri e fluviali sviluppatasi rispettivamente in due fasi sedimentarie (Fig. 2, 3). Nella prima fase (fase fluvio-lacustre), il bacino, caratterizzato da drenaggio endoreico (Benvenuti, 1994), è stato suddiviso in due porzioni. Una soglia strutturale ha separato il piccolo sub-bacino di Barberino a ONO, in cui si instaura una deposizione palustre con sviluppo di torbiere, da quello principale di Borgo S. Lorenzo. I depositi fluvio-lacustri sono rappresentati nelle zone centrali di quest'area, da argille siltose localmente lignitifere che verso i margini si interdigitano a sabbie e ciottolami di delta conoide. Perforazioni effettuate nell'area di Borgo S. Lorenzo indicano che la sedimentazione continentale si apre con depositi conglomeratici formati probabilmente in ambiente di conoide alluvionale (GEMINA, 1962).

I sedimenti della seconda fase (fase fluviale), costituiscono una tipica successione di terrazzi alluvionali (Sanesi, 1965), e sono composti prevalentemente da ciottolami deposti in ambienti di fiume intrecciato o a bassa sinuosità, e di conoide alluvionale. Questa fase si apre a seguito del quasi completo riempimento del bacino lacustre e dell'incisione di una soglia che ne sbarrava a sud-est il drenaggio.

L'età della successione viene ritenuta pleistocenica per la presenza di faune a vertebrati del Villafranchiano Superiore finale (u.f. Farneta) e del Galeriano (Abbazzi

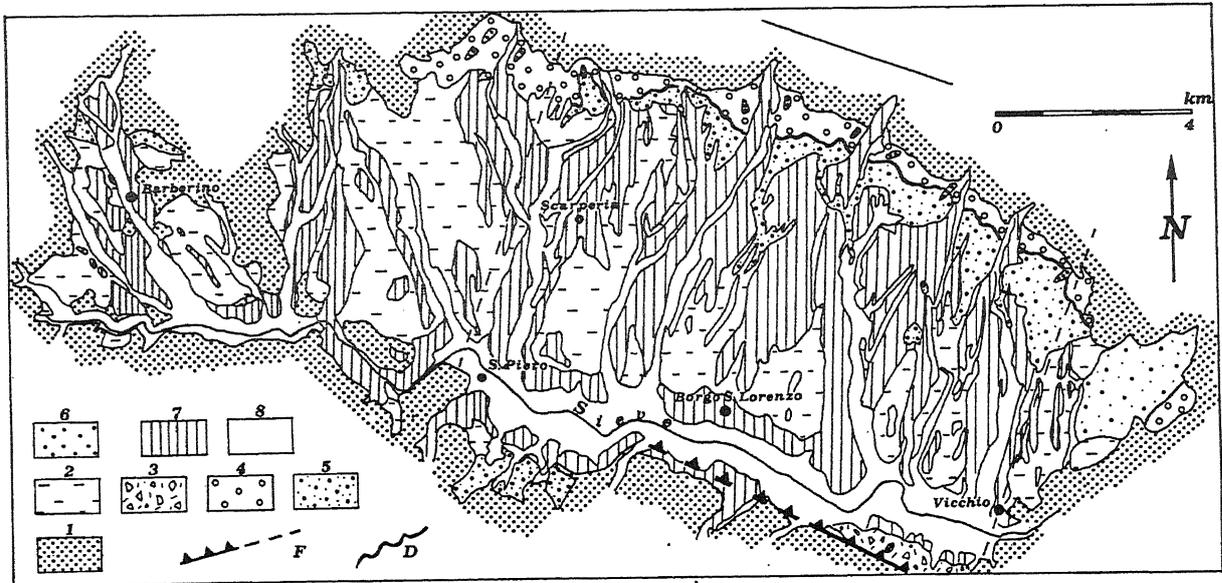


Fig. 2 - Carta geologica schematica del bacino fluvio-lacustre del Mugello. 1 - Substrato pre-lacustre; depositi della fase fluvio-lacustre (Pliocene Sup.?-Pleistocene inf.); 2 - argille siltose localmente lignitifere lacustri; 3 - ciottolami fluvio-lacustri depositi da *debris flows*; 4 - ciottolami e sabbie dei delta conoidi inferiori; 5 - ciottolami e sabbie dei delta conoidi superiori; 6 - ciottolami di conoide alluvionale a colmamento del bacino lacustre. Depositi della fase fluviale (Pleistocene inf./medio-Olocene): 7 - ciottolami terrazzati di conoide alluvionale e fiume intrecciato; 8 - ciottolami di fiume intrecciato; F = faglia; D = discordanza angolare.

Schematic geological map of the Mugello fluvio-lacustrine basin. 1 - Bedrock: fluvio-lacustrine deposits (late Pliocene?-lower Pleistocene); 2 - lacustrine peat-bearing silty clay; 3 - fluvio-lacustrine debris flow gravel; 4 - lower fan delta gravel and sand; 5 - upper fan delta gravel and sand; 6 - alluvial fan gravel. Fluvial deposits (lower/middle Pleistocene-Holocene): 7 - alluvial fan and fluvial terraced gravel; 8 - fluvial gravel; F = fault; D = angular unconformity.

et al., in questo volume). L'insieme dei dati biocronologici permette di confermare l'attribuzione di gran parte della prima fase deposizionale al Pleistocene inferiore come già supposto da altri autori (GEMINA, 1962; Sanesi, 1965). L'inizio della seconda fase caratterizzata da depositi fluviali, viene riferito, al passaggio Pleistocene inferiore/medio o alternativamente, al Pleistocene medio (Abbazzi *et al.*, op. cit.).

L'evoluzione sedimentaria è stata fortemente controllata dai movimenti tettonici delle sponde del bacino legati a tassi e, probabilmente, a regimi deformativi differenziati nel tempo. Il controllo strutturale può essere riconosciuto dalla scala dell'intera successione a quella di singoli sistemi deposizionali fino a quella di processi sedimentari influenzati o direttamente provocati dalla deformazione.

3. IL CONTROLLO STRUTTURALE SULL'INTERA SUCCESSIONE FLUVIO-LACUSTRE DEL MUGELLO

L'asimmetria strutturale, legata al sistema di faglie principali situato lungo il margine sud-occidentale, ha guidato lo sviluppo dei sistemi deposizionali formati sui lati opposti del bacino (Fig.3). La configurazione strutturale ha influenzato l'architettura deposizionale, analogamente a quanto riconosciuto in bacini asimmetrici di aree classicamente estensionali (Leeder & Gawthorpe, 1987; Leeder *et al.*, 1988). In questi esempi, derivati spesso da

zone di *rifting*, i sistemi alluvionali o fluvio-lacustri sono maggiormente sviluppati lungo il bordo meno acclive del semigraben (*hanging-wall* o rampa). Viceversa lungo il margine tettonicamente più attivo e morfologicamente più acclive (*footwall* o muro), si sviluppano solo piccoli sistemi deposizionali. Questa asimmetria deposizionale viene imputata alla presenza sulla rampa di bacini idrografici di maggiori dimensioni (*consequent hanging-wall drainage*; Leeder *et al.*, 1988) che permettono lo svilup-

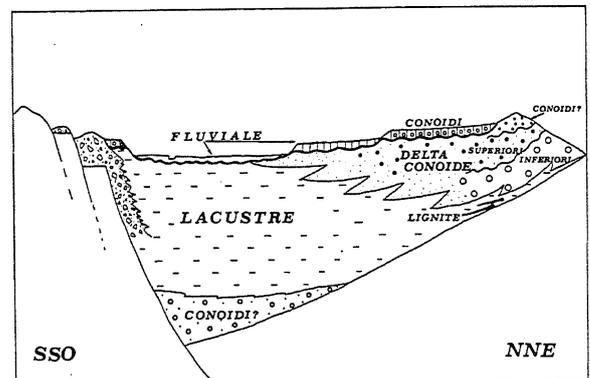


Fig. 3 - Schema stratigrafico-deposizionale della successione fluvio-lacustre del Mugello: i simboli si riferiscono alla Fig. 2. I depositi basali di conoide vengono collocati nello schema sulla base di dati di perforazione (Gemina, 1962).

Stratigraphic sketch of the Mugello fluvio-lacustrine series. Symbols as in Figure 2. Basal alluvial deposits were detected with boreholes (GEMINA, 1962).



Fig. 4 - Discordanza angolare tra sabbie dei delta conoidi inferiori e ciottolami dei delta conoidi superiori (discordanza D in Fig. 2).
Angular unconformity between lower fan delta sands and upper fan delta gravel (unconformity D in Fig. 2).

po di ampi sistemi deposizionali.

Il notevole grado di diversità osservato nello sviluppo e nel tipo di *facies* che costituiscono i sistemi deposizionali fluvio-lacustri e fluviali del Mugello (Fig. 3), può essere ricondotto ad un assetto simile. In questo caso la rampa del bacino è rappresentata dal margine nord-orientale dove vengono riconosciuti ampi sistemi fluvio-deltizi (1^a fase) ed alluvionali (2^a fase) (Benvenuti, 1994). Viceversa il muro è identificabile nel margine sud-occidentale dove in entrambe le fasi sedimentarie si sono formati piccoli sistemi deposizionali. Sulla rampa i depositi della fase fluvio-lacustre sono stati prodotti da flussi clastici di origine alluvionale che andavano ad alimentare apparati di delta- conoide. Lungo il muro i depositi fluvio-lacustri sono stati in gran parte generati da trasporto in massa innescato probabilmente dall'attività tettonica del sistema di faglie principali (Benvenuti & Papini, 1992).

In generale l'architettura della successione del Mugello indica un riempimento di un bacino strutturalmente asimmetrico avvenuto, nelle due fasi sedimentarie, per apporto di materiale clastico trasversalmente

all'asse del bacino e con alimentazioni principali dalla rampa (vedi anche modello 3 in Martini & Sagri, 1993). Durante la fase fluviale si è instaurato anche un drenaggio assiale in risposta all'apertura sud-occidentale del bacino (vedi anche modello 1 in Martini & Sagri, 1993).

Nonostante la forte somiglianza tra riempimento del bacino in esame e quello dei tipi descritti in aree dominate da fenomeni puramente estensionali, una dettagliata analisi dei depositi della fase fluvio-lacustre ha messo in risalto significative differenze rispetto a questi modelli.

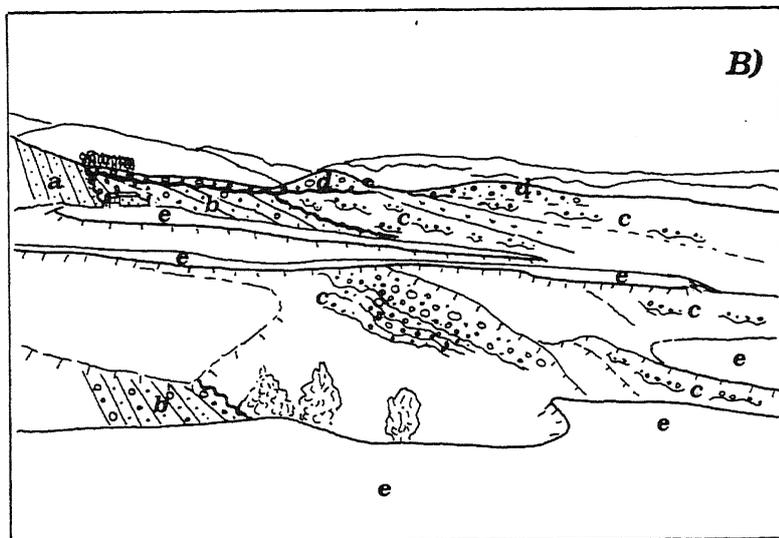
4. IL CONTROLLO TETTONICO SINDEPOSIZIONALE SUI DEPOSITI DELLA FASE FLUVIO-LACUSTRE

Tra le evidenze più significative dell'influenza tettonica sulla sedimentazione fluvio-lacustre, vi è la presenza di numerose discordanze sinsedimentarie riconosciute nella porzione di questi depositi affiorante lungo la rampa (Fig.4). La presenza di queste discordanze angolari è accompagnata da una complessa giacitura dei depositi fluvio-lacustri immergenti verso SO con pendenze subverticali ai margini, che tendono ad attenuarsi lateralmente (verso bacino) e verticalmente nella successione (Fig. 5). Tale assetto è del tutto simile a quello di successioni deformate in bacini continentali associati a regimi compressivi. In questi casi una struttura compressiva in sollevamento che delimita un bacino, sottrae progressivamente spazio alla sedimentazione generando discordanze sintettoniche (*syntectonic unconformities*) nelle successioni sedimentarie (Riba, 1986; Anadon *et al.*, 1986). Queste discordanze hanno una chiara espressione fisica vicino al margine deformato tendendo a perdere gradualmente la loro identità verso bacino. Durante la fase fluvio-lacustre si deve perciò ammettere un sollevamento del margine nord-orientale, contemporaneo alla deposizione dei sedimenti conglomeratico-sabbiosi che alimentavano la progradazione dei delta conoidi lacustri. L'originaria rampa del semigraben del Mugello viene quindi deformata durante la fase fluvio-lacustre coinvolgendo anche i sedimenti depositi. Questa evoluzione si discosta sensibilmente dai modelli dei bacini estensionali dove la rampa è l'area tettonicamente meno attiva del bacino.

Ad un generale regime estensionale, responsabile della formazione del bacino del Mugello potrebbe essersi alternato durante questa fase sedimentaria, un regime compressivo associato alla riattivazione dei sistemi di *thrust* su cui poggia la successione. A favore di questa ipotesi vi sono, nell'area nord-appenninica, evidenze di riattivazioni di *thrusts* geometricamente simili al tipo *out of sequence* registrate sia in zone di catena (Ben Dkik *et al.*, 1992) che in successioni di bacini intermontani (Bernini *et al.*, 1992). In aggiunta, Bettini *et al.*, (1990), riconoscono evidenze di compressione a carico dei depositi fluvio-lacustri del Mugello.



A)



B)

5. IL CONTROLLO TETTONICO COME POSSIBILE CAUSA DELLA VARIAZIONE DEI PROCESSI DEPOSIZIONALI DURANTE LA FASE FLUVIO-LACUSTRE

L'analisi di *facies* sui depositi di delta conoide deformati dal sollevamento del margine nord-orientale, ha permesso di individuare sostanziali cambiamenti nei processi deposizionali che gli hanno prodotti (Benvenuti, 1994). Pur senza escludere altri possibili controlli queste variazioni possono essere coerentemente inquadrare nell'ambito dell'effetto della deformazione sinsedimentaria.

I sistemi di delta conoide vengono suddivisi, nella successione, in due gruppi principali sulla base di significative differenze di *facies* e della presenza di un importante discordanza angolare (Fig. 4). In generale questi sistemi deposizionali sono caratterizzati da due principali porzioni deposizionali; la porzione subaerea assimilabile ad una conoide alluvionale, e quella subacquea corrispondente al fronte e alle zone prodeltizie.

I primi apparati (delta inferiori) sono costituiti nella

Fig. 5 - A) panoramica sui depositi fluvio-lacustri affioranti lungo il margine nord-orientale del Mugello; B) interpretazione sintetica di A): a - substrato arenaceo (Unità di Castelguerrino). Depositi fase fluvio-lacustre: b - ciottolami e sabbie dei delta conoidi inferiori; c - ciottolami e sabbie dei delta conoidi superiori; d - ciottolami di conoide alluvionale; depositi fase fluviale: e - ciottolami alluvionali terrazzati. Le linee ondulate in neretto rappresentano discordanze.

A) Panoramic view of fluvio-lacustrine deposits cropping out along the northeastern shoulder of the Mugello basin. B) Schematic interpretation: a - bedrock sandstone (Castelguerrino Unit). Fluvio-lacustrine deposits: b - lower fan delta gravel and sand; c - upper fan delta gravel and sand; d - alluvial fan gravel; e - alluvial terraced gravel. Bold wavy lines indicate unconformities.

porzione subaerea da ciottolami e sabbie con caratteri simili ai depositi prodotti da processi massivi. Essi derivano da flussi alluvionali ad alta concentrazione che evolvono sottocorrente in flussi non confinati che producono spessi tappeti di trazione (Todd, 1989) simili ai *grain flow* modificati (Lowe, 1982). Nelle porzioni subacquee si hanno depositi gravitativi (prevalentemente sabbioso-limosi) legati geneticamente ai precedenti e simili a quelli prodotti da correnti torbide ad alta densità.

I delta conoidi più recenti (delta superiori), sono dominati nelle porzioni subaeree apicali, da depositi conglomeratici, prodotti da flussi canalizzati ad alta concentrazione in regime prevalentemente turbolento (flussi iperconcentrati *sensu* Smith, 1986). Questi fanno passaggio sottocorrente a depositi conglomeratico-sabbiosi che riempiono canali intrecciati. Nelle zone di transizione all'area lacustre (porzione subacquea) si ha lo sviluppo di fronti deltizi gilbertiani caratterizzati da topsets e foresets conglomeratico-sabbiosi e da bottosets siltoso-argillosi e dove la pendenza del fondo è più blanda, si formano barre di foce. La formazione di accrezione frontale alla foce dei canali distributori viene imputata alla presenza di gradienti morfologici prodotti dal sollevamento differenziale del margine nord-orientale (Benvenuti *et al.*, in prep.).

Il cambiamento dei processi deposizionali nei diversi tipi di depositi fluvio-deltizi è quindi caratterizzato dal netto passaggio da flussi prossimi a quelli di massa (delta inferiori) a flussi più vicini a quelli selettivi di origine fluviale (delta superiori).

Simili variazioni di *facies* e riorganizzazioni di sistemi alluvionali e fluvio-lacustri possono essere effetto di un predominante controllo climatico (Frostick & Reid, 1989; Bowman, 1990). In questo contesto i processi

massivi agenti durante lo sviluppo dei delta inferiori possono essere collegati a condizioni climatiche più secche. I processi selettivi che sembrano predominanti nella formazione dei delta superiori e che implicano una maggior frequenza di correnti canalizzate, possono indicare condizioni più umide.

L'evoluzione deposizionale illustrata, può tuttavia essere inquadrata anche in uno schema di controllo tettonico. La variazione nei processi deposizionali può riflettere la diminuzione nel tempo del tasso di sollevamento del margine nord-orientale. La deformazione dei depositi di delta conoide (Fig. 5), sembra infatti confermare un attenuazione del sollevamento sindeposizionale nei termini stratigraficamente più recenti. I processi massivi potrebbero essere stati favoriti da un più elevato tasso deformativo mentre quelli selettivi indicherebbero tassi più attenuati. Si può ipotizzare un ulteriore effetto della tettonica espresso dalla modificazione dei regimi idrologici dei sistemi deposizionali. Lo sviluppo di reti di canali distributori in apparati di conoide alluvionale sembra riferibile più alla persistenza nel tempo di un adeguato deflusso idrico che a condizioni climatiche umide. Questa condizione, a parità di regime climatico, è funzione della maggiore ampiezza del bacino idrografico (Stanistreet & McCarthy, 1993). Le dimensioni di un bacino idrografico in un'area in sollevamento sono soggette, nel tempo, a radicali variazioni. Blair (1987), dimostra che un bacino idrografico tende a degradarsi e ad ampliarsi durante fasi di attenuazione dell'attività tettonica (Fig. 6). Viceversa durante periodi di forte deformazione gli effetti sono molto meno accentuati. In questo quadro la formazione di reti di canali intrecciati e lo sviluppo di processi selettivi nella porzione subaerea dei delta conoidi superiori indicherebbe l'allargamento dei bacini di alimentazione, con un più costante deflusso idrico, in risposta all'attenuazione del sollevamento del margine.

6. ESEMPI DI STRUTTURE DEFORMATIVE NEI DEPOSITI DELLA FASE FLUVIO-LACUSTRE

Nei depositi di delta conoide sono presenti strutture sedimentarie la cui origine viene riferita all'attività tettonica (Fig. 7). Queste strutture sono imputabili a fenomeni di espulsione di acqua in condizioni di sovrappressione, da livelli generalmente sabbiosi. La liquefazione dei livelli sabbiosi ha determinato il conseguente collasso di livelli più grossolani o più competenti che riempiono strutture colonnari (*pillar structures*; Postma, 1983) o formano strutture a goccia (*down-sink drop*, Anketell *et al.*, 1970). Strutture da fluidificazione ed espulsione d'acqua vengono riconosciute in depositi alluvionali e di delta conoide e sono collegate a deposizione in massa su pendii variamente inclinati (Postma, 1983; Johnson, 1986). Strutture deformative morfologicamente analoghe possono formarsi per collasso gravitativo in alternanze di litologie a diversa densità quando il materiale meno denso venga fluidificato (Anketell *et al.*, 1970; Tropeano, 1993; Fig. 7A). L'origine della fluidificazione viene riferita

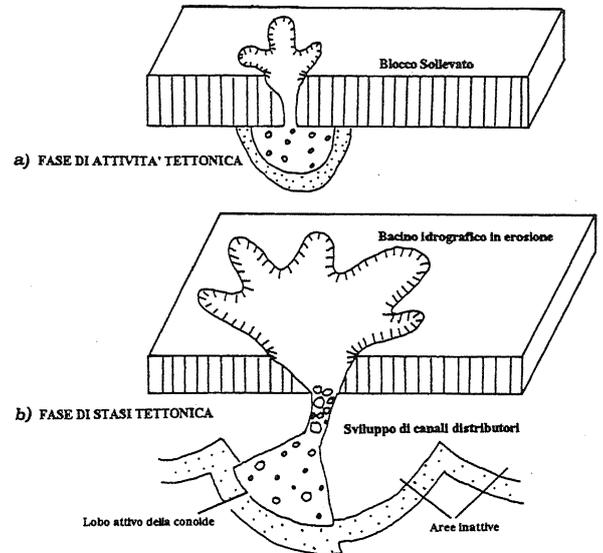


Fig. 6 - Evoluzione di un bacino idrografico che sottende sistemi di conoidi alluvionali, in relazione all'attività tettonica dei margini di un bacino sedimentario (modificato da Blair, 1988).

Evolution of a drainage basin during tectonic activity along the faulted margin of a sedimentary basin (modified from Blair, 1988).

a fattori che influenzano un aumento del gradiente idraulico in sedimenti porosi saturi o con elevati contenuti d'acqua. Tra i principali fenomeni innescanti condizioni di sovrappressione, si segnalano l'attività sismica, il brusco aumento di carico litostatico, eterogeneità litologiche, elevate pendenze deposizionali (Postma, 1983; Johnson, 1986; Tropeano, 1993). Nel caso illustrato questi disturbi sedimentari possono significare fasi di alto tasso deposizionale con brusco aumento del carico litostatico oppure registrare *shocks* sismici che inducono un aumento della pressione dell'acqua nei pori e quindi la liquefazione. La concomitanza dei due fattori sembra verosimilmente la più probabile causa che ha innescato la formazione di strutture deformative nei depositi di delta conoide. Tutto ciò può essere coerentemente inquadrato nel "clima" di intensa attività tettonica che ha caratterizzato la fase fluvio-lacustre.

7. CONCLUSIONI

La sedimentazione continentale nel Bacino del Mugello, specialmente durante la prima fase sedimentaria (fase fluvio-lacustre) è stata in predominanza controllata da eventi di natura tettonica. Non si possono escludere altri fattori di natura sia estrinseca (ad es. variazioni climatiche) che intrinseca al bacino ed ai sistemi deposizionali (Schumm, 1973), tuttavia questi non hanno lasciato segni chiaramente interpretabili. Se si ammette un predominante controllo tettonico si riconosce come la deformazione possa condizionare le architetture di successioni sedimentarie, l'evoluzione di sistemi deposizionali, e le variazioni dei processi deposizionali. Gli eventi sedimen-

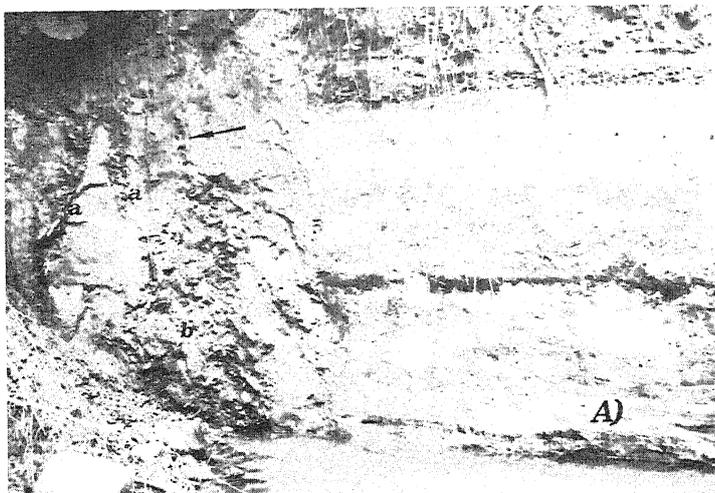
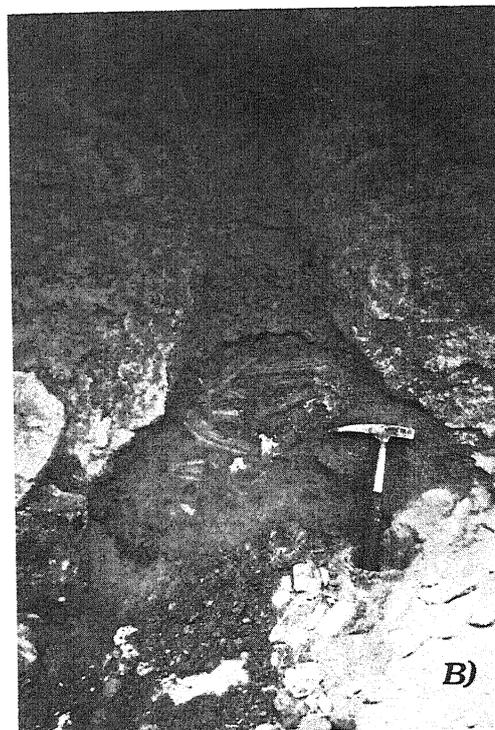


Fig. 7 - Esempi di strutture deformative attribuite a fluidificazione ed espulsione d'acqua. A) Strutture da fluidificazione di strati sabbioso-limosi depositi nella porzione subacquea dei delta conoidi superiori. Si osservano due tipi di strutture riempite o formate da ciottolami: **a** - strutture del tipo *pillar* (Postma, 1983); **b** - struttura simile al tipo *down-sink drop* (Anketell *et al.*, 1970), si noti il "peduncolo" (freccia), possibile testimone dell'originaria derivazione della goccia dagli strati conglomeratici sovrastanti le sabbie. B) struttura da fluidificazione di uno strato sabbioso depositato nella porzione subaerea dei delta conoidi inferiori: la struttura del tipo *pillar*, è riempita da pezzame di uno strato limoso-argilloso sovrastante.

Deformation structures induced by dewatering processes. A) Dewatering structures in sandy-silty beds forming the subaqueous portion of upper fan deltas. Two different structures are visible: a - pillar-like struc- (cont) ➔



*tures (Postma, 1983); b - down-sink drop-like structures (Anketell *et al.*, 1970). B) Dewatering structure in a sand bed forming the subaerial portion of lower fan deltas: the pillow-like structure is filled by angular clasts from the overlying silty-sand bed.*

tari della prima fase, avvengono in circa 1 Ma, intervallo di tempo caratterizzato da numerose fasi di deformazione dei margini del bacino probabilmente entro l'alternanza di regimi distensivi e compressivi. Tutto questo conferma che in aree tettonicamente instabili alti tassi deformativi possono efficacemente controllare la sedimentazione a varie scale fisiche e temporali (Mutti, 1990).

BIBLIOGRAFIA

- Abbazzi L., Benvenuti M., Rook L. & Masini F., 1994 - *On the biochronology of the Mugello intermountain basin (Northern Apennines, Italy)*. Questo volume.
- Anadon P., Cabrera L., Colombo F., Marzo M. & Riba O., 1986 - *Syntectonic intraformational unconformities in alluvial fan deposits, eastern Ebro basin margins (NE Spain)*. In: P. Allen & P. Homewood (eds.), *Foreland basins*, Spec. Publ. Int. Ass. Sediment., **8**, 259-271.
- Anketell J.M., Cegla J. & Dzulyński S., 1970 - *On the deformational structures in systems with reversed density gradients*. Ann. Soc. Geol. Pol., **40**, 3-30
- Bartolini C., Bernini M., Carloni G.C., Castaldini P., Costantini A., Federici P., Francavilla F., Gasperi G., Lazzarotto G., Mazzanti A., Papani G., Pranzini G., Rau G., Sandrelli F. & Vercesi P.L., 1982 - *Carta neotettonica dell'Appennino Settentrionale. Note illustrative*. Boll. Soc. Geol. It., **101**, 523-549.
- Ben Dkik A., Boccaletti M., Bonini M., Poccianti C. & Sani F., 1992 - *Evoluzione strutturale della catena appenninica esterna (settore compreso tra Firenzuola e Città di Castello)*. 76° Congr. Soc. Geol. It., Riassunti, 216-217.
- Benvenuti M., 1994 - *L'evoluzione sedimentaria dei bacini intermontani dell'Appennino Settentrionale: il bacino fluvio-lacustre del Mugello (Firenze)*. Tesi di Dottorato inedita, Dip.to Sci. Terra, Univ. di Firenze, 71 pp.
- Benvenuti M. & Papini M., 1992 - *Dati preliminari sulla presenza di depositi continentali pleistocenici e sulla neotettonica del settore mugellano della dorsale di Monte Giovi (Firenze)*. 76° Congr. Soc. Geol. It., Riassunti, 164-165.
- Bernini M., Boccaletti M., Moratti G., Papani G., Sani F. & Torelli L., 1990 - *Episodi compressivi neogenico-quadernari nell'area estensionale tirrenica nord-orientale. Dati in mare e a terra*. Mem. Soc. Geol. It., **45**, 577-589.
- Bernini M., Bertoldi R., Papani G. & Vescovi P., 1992 - *Evoluzione in regime compressivo del bacino villafranchiano di Compiano (Parma)*. 76° Congr. Soc. Geol. It., Riassunti, 218-219.
- Bettini P., Boccaletti M., Bonini M., Moratti G., Rosselli S. & Sani F., 1990 - *Indizi di episodi compressivi pleistocenici nell'Appennino Settentrionale. Dati*

- preliminari. Rend. Soc. Geol. It., **13**, 125-128.
- Blair T.C., 1987 - *Tectonic and hydrologic controls on cyclic alluvial fan, fluvial and lacustrine rift-basin sedimentation, Jurassic-lowermost Cretaceous Todos Santos Formation, Chiapas, Mexico*. J. Sed. Petrol., **57**, 845-862.
- Boccaletti M., Cerrina Feroni A., Martinelli P., Moratti G., Plesi G. & Sani F., 1991 - *L'area Tosco-Laziale come dominio di transizione tra il bacino tirrenico e i thrusts esterni: rassegna di dati mesostrutturali e possibili relazioni con le discontinuità del "Ciclo Neoautoctono"*. Mem. Descr. Carta Geol. It.
- Bonini M. & Sani F., 1993 - *Analisi strutturale dei depositi pleistocenici dell'area di Firenze e di Rignano sull'Arno (Valdarno Superiore), con considerazioni generali sulle deformazioni quaternarie dell'Appennino Settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., **112** (2), 573-593.
- Bowman D., 1990 - *Climatically triggered Gilbert-type lacustrine fan deltas, the Dead Sea area, Israel*. Spec. Pubbl. Int. Ass. Sed., **10**, 273-280.
- Frostick L.E. & Reid I., 1989 - *Climatic versus tectonic controls on fan sequences: lessons from the Dead Sea, Israel*. J. Geol. Soc. London, **146**, 527-538.
- GEMINA, 1962 - *Ligniti e torbe dell'Italia continentale*. Roma, 61-70
- Johnson S.Y., 1986 - *Water-escape structures in coarse-grained, volcanoclastic, fluvial deposits of the Ellensburg Formation, South-Central Washington*. J. Sed. Petrol., **56**, 905-910.
- Leeder M.R. & Gawthorpe R.L., 1987 - *Sedimentary models for extensional tilt block/half graben basins*. In: M.P. Coward, J.F. Dewey & P.L. Hancock (eds.), *Continental Extensional Tectonics*, Geol. Soc. London, Spec. Publ., **28**, 139-152.
- Leeder M.R., Ord D.M. & Collier R., 1988 - *Development of alluvial fans and fan deltas in neotectonic settings: implications for the interpretation of basin fills*. In: W. Nemeč & R.J. Steel (eds.), *Fan Deltas: sedimentology and tectonic settings*, Blackie, 173-185.
- Lowe D.R., 1982 - *Sediment gravity flows. II. Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents*. J. Sed. Petrol., **52**, 279-297.
- Martini I.P. & Sagri M., 1993 - *Tectono-sedimentary characteristics of Late Miocene-Quaternary extensional basins of the Northern Apennines, Italy*. Earth-Sci Rev., **34**, 197-233
- Mutti E., 1990 - *Relazioni tra stratigrafia sequenziale e tettonica*. Mem. Soc. Geol. It., **45**, 627-655.
- Postma G., 1983 - *Water escape structures in the context of a depositional model of a mass-flow dominated conglomeratic fan-delta (Abrijoja Formation, Pliocene, Almeria Basin, SE Spain)*. Sedimentology, **30**, 91-103.
- Riba O., 1976 - *Syntectonic unconformities of the Alto Caderner, Spanish Pyrenees: a genetic interpretation*. Sediment. Geol., **15**, 213-233.
- Sanesi G., 1965 - *Geologia e Morfologia dell'antico bacino lacustre del Mugello - Firenze*. Boll. Soc. Geol. It., **84**, 170-252.
- Sani F., 1991 - *Rilevamento strutturale della catena appenninica nel settore Firenzuola-Bocca Trabaria*. Mem. Descr. Carta Geol. It., **46**, 327-337.
- Schumm S.A., 1973 - *Geomorphic thresholds and complex response of drainage systems*. In: M. Morosava (ed.), *Fluvial geomorphology*, S.U.N.Y. at Binghamton Publ. in Geomorph., 299-310.
- Smith G.A., 1986 - *Coarse-grained nonmarine volcanoclastic sediment: Terminology and depositional processes*. Geol. Soc. Am. Bull., **97**, 1-10.
- Stanistreet I.G. & McCarthy T.S., 1993 - *The Okavango Fan and the classification of subaerial fan systems*. Sediment. Geol., **85**, 115-133.
- Todd S.P., 1989 - *Stream-driven, high-density gravelly traction carpets: possible deposits in the Trabeg Conglomerate Formation, SW Ireland and some theoretical considerations of their origin*. Sedimentology, **36**, 513-530.
- Tropeano M., 1993 - *Strutture sedimentarie deformative in calcareniti di spiaggia plio-pleistoceniche (versante adriatico delle Murge)*. Giorn. Geol., serie 3^a, **55**, 201-212.

Testo definitivo ricevuto il 3. 5. 1994