

## L'INTERPRETAZIONE DELLE SUPERFICI RELITTE NELL'APPENNINO CENTRALE: IL CASO DELLA ZONA DI COLFIORITO (prov. Perugia e Macerata)

C. Bosi

C. N. R. - Istituto di Ricerca sulla Tettonica Recente - Via del Fosso del Cavaliere - 00133, Roma  
e-mail: bos@irtr.rm.cnr.it

### RIASSUNTO

L'utilizzazione delle successioni di superfici relitte per la ricostruzione dell'evoluzione geologica in aree di catena dispone di presupposti metodologici ancora piuttosto approssimativi, come può ritenersi indirettamente dimostrato dai risultati contrastanti recentemente ottenuti da due gruppi di ricercatori nella zona colpita dal terremoto di Colfiorito (Settembre-Ottobre 1997) nell'alto bacino del Chienti (parte centrale dello spartiacque appenninico umbro-marchigiano). Questo contrasto è in larga misura connesso ai modelli genetici assunti, nonché ai criteri seguiti nella delimitazione e correlazione dei lembi di superfici relitte.

Un esame critico della bibliografia geologica ha portato a focalizzare l'attenzione sulle spianate sommitali (di regola interpretate come lembi di una stessa "paleosuperficie sommitale") e sulle successioni terrazzate di superfici relitte in esse incassate.

In relazione al primo argomento, partendo dalla critica alla correlazione delle spianate sommitali e dalle riserve sulle ricostruzioni che se ne possono trarre (in particolare su quella che estenderebbe a tutta la penisola la suddetta paleosuperficie), è stata prospettata la possibilità che le spianate sommitali, pur facendo parte del paesaggio relitto esistente all'inizio dell'approfondimento del reticolo idrografico conseguente al sollevamento tettonico, possano essere riferite non ad un unico evento morfogenetico, ma a più eventi verificatisi nell'ambito di tutta l'evoluzione geologica precedente.

In relazione al secondo argomento, è stata prospettata l'ipotesi che i lembi, abitualmente modesti, delle superfici che costituiscono le successioni terrazzate non corrispondano alle tracce residue di larghe spianate vallive, ma a ciò che resta di spianamenti verificatisi in corrispondenza di insiemi di più modeste incisioni connesse con livelli di base relativamente uniformi.

Sulla base di una riconsiderazione metodologica che tiene conto delle ipotesi proposte e dei risultati già pubblicati dai due gruppi di Autori sopra citati, è stato eseguito lo studio di una vasta zona comprendente l'area epicentrale del terremoto di Colfiorito. Questo studio ha portato alla definizione di una successione di superfici relitte, la cui distribuzione plano-altimetrica ha permesso di delineare una successione di 7 distinti ordini di spianate, incassate entro un insieme di spianate sommitali fra loro non correlabili. Dalla distribuzione plano-altimetrica dei lembi osservati sono state ricavate precisazioni tettoniche che riguardano:

- l'inizio del sollevamento che risulterebbe riferibile ad un Pliocene inoltrato, e quindi probabilmente più recente di quanto in precedenza ipotizzato;
- la collocazione cronologica dell'inizio dell'attività delle principali faglie che sembrano rappresentare l'espressione superficiale della struttura sismogenetica responsabile del terremoto.

### ABSTRACT

*The study of the remnant landsurfaces is of considerable interest with regard to the reconstruction of the geological evolution of the chain area. The methodology available for the use of these surfaces is still rather approximative, as is shown by the contrasting results recently obtained by two groups of researchers in the area hit by the Colfiorito earthquake (September -October 1997, Mw 5.6-6.0) in the high valley of Chienti, corresponding to the central part of the divide of the chain in the Umbria-Marche region. This contrast mainly regards the number of landsurfaces and the area distributions of the remnants; it is in the main part connected to the genetic models assumed and to the criteria followed in the delimitation and correlation of the remnants.*

*A critical examination of the geological bibliography regarding the planation surfaces of most of the central and southern Apennines, has brought our attention to the summit surfaces and to the terraced flights of the remnant surfaces.*

*In relation to the first argument it has been highlighted that it is not very frequent that the adjacent remnants are so near to prove directly to belong to the same planation surface. In most cases this belonging is affirmed on the basis of correlations founded on the summit positions of the remnants and on the altitude which is often relatively even. This correlation must be evaluated with great caution in that, not only is it without adequate support, but it lends itself to hard to believe deductions. This has been recently proposed on the extension of the same summit surface to all the Apennines. An alternative hypothesis can be proposed, founded on an evolutionary model, according to which the strips of the summit surfaces can be referred to not just one morphogenetic event, but to a group of further events, occurred in all the previous geological evolution. In relation to the terraces flights is formulated the hypothesis that the usually modest strips, that constitute them, do not correspond to the remaining traces of large valley bottoms but of that which remains of planation surfaces in correspondence to a group of more modest incisions attributed to the same level of deepening network.*

*Both evolution schemes proposed have noticeable implications with regards to the tectonic interpretation of remnant surfaces. The first leads us to believe that the operation of obtaining information on the extent and the amount of the tectonic uplift from surfaces altitude, must be limited to only the areas where concrete correlations can be proposed. The second, considerably reduces the importance of the present altitude of the surfaces in terraced successions.*

*On the basis of these evolutionary schemes and of a re-examination of the criteria for delimitation and correlation of the observable strips, a study of the area epicentral to the Colfiorito earthquake, including the plateau of the same name was carried out.*

*This study has led to the definition of a succession of seven distinct planation surfaces carved into a group of summit surfaces, referred to Pliocene. With regards to this group, the only possible correlations are those among the remnants maintained in the M.Fema - M.Cavallo sector. Some of the most important surfaces to be mentioned are:*

- the M.Tito surface widely developed in the Colfiorito plateau and in correspondence to the present Chienti valley, referable to Pliocene or to the initial Pleistocene.
  - the Rasenna surface present only in the Colfiorito and M.Lago plateau, that cut sediments having an age of about 420.000 years
- From the distribution of the strips observed, other tectonic data has been collected that regard:*
- The start of the uplift that would result referable to an advanced Pliocene, and thus probably more recent than that which had been previously hypothesised.
  - The chronological collocation of the start of the activity of the main faults that seem to represent the superficial expression of the sismogenetic structure responsible for the earthquake.

Parole chiave: Superfici relitte, Tettonica, Appennino centrale  
Key-words: Remnant surfaces, Tectonics, Central Apennines

## 1. PREMESSA

Le maggiori difficoltà che si incontrano nella ricostruzione dell'evoluzione geologica quaternaria della catena appenninica derivano notoriamente dalla scarsità di successioni stratigrafiche in grado di fornire significativi orizzonti di riferimento per valutazioni tettoniche. I sedimenti plio-quadernari, prevalentemente rappresentati da depositi fluviali terrazzati entro incisioni vallive e da coltri di depositi detritici e colluviali sui versanti, sono infatti molto discontinui e di regola privi di elementi di datazione. Le successioni lacustri sono di maggior utilità, ma hanno l'inconveniente di interessare solo una porzione molto piccola della catena.

Si rende quindi opportuno considerare anche altri elementi geologici, fra i quali hanno un ruolo importante i lembi di spianate riconducibili a superfici relitte, largamente diffusi lungo tutta la catena appenninica (Bosi, 1978).

In modo molto schematico si può ritenere che queste superfici possano essere utilizzate in due modi diversi. Il primo consiste nell'utilizzare le successioni di superfici relitte per ricavarne indicazioni sulla mobilità tettonica delle aree nelle quali queste successioni sono rappresentate. Un'approccio di questo tipo è, ad esempio, quello delineato da Bosi *et al.* (1996) mirante a definire zone a diversa mobilità tettonica verticale di zone circostanti il Fucino, e più ampiamente sviluppato da Amato e Cinque (1999) per la caratterizzazione cinematica quaternaria dell'Appennino campano-lucano.

Il secondo modo consiste nel trattare le singole superfici relitte alla stregua di orizzonti di riferimento di tipo stratigrafico (quali strati, discontinuità, limiti di unità, ecc.) per il riconoscimento di specifiche deformazioni tettoniche.

Lo studio al quale si riferisce la presente nota riguarda prevalentemente le problematiche coinvolte in questo secondo procedimento, prendendo lo spunto dall'esame delle superfici relitte esistenti nell'area maggiormente colpita dal terremoto di Colfiorito del Settembre-Ottobre 1997.

La zona esaminata, comprendente le aree epicentrali delle tre scosse principali (Cesi Mw=5.7; Annifo Mw=6.0 e Sellano Mw=5.6, Amato *et al.*, 1998), corrisponde alla parte dello spartiacque appenninico delimitato all'incirca dal Potenza a nord e dal Nera a sud (Fig.1).

Questa zona può essere suddivisa in due settori orograficamente diversi. Il settore orientale è costituito da un gruppo di accentuati rilievi, culminanti a nord con il Monte Pennino (quota 1571) ed a sud con il Monte Fema (quota 1575), profondamente inciso dalle valli del Chienti e del Nera. All'estremità nord-orientale di questo settore è chiaramente individuabile un piccolo altopiano caratterizzato da estese depressioni carsiche (Piano di Monte Lago).

Il settore occidentale corrisponde sostanzialmente ad un altopiano variamente disseccato, caratterizzato da modesti rilievi (quote massime 1000-1100 m) che emergono da un insieme di grandi depressioni carsiche (Piano di Colfiorito, Piano di Annifo, ecc.). Questo settore risulta sospeso verso W sul bacino del Topino e verso S dal bacino del Nera da un insieme di ripidi versanti.

Nei paragrafi che seguono, la descrizione dei risul-

tati ottenuti per quest'area è preceduta dall'inquadramento dei problemi posti dallo studio delle superfici relitte appenniniche, con particolare riguardo a quelle dell'Appennino centrale.

## 2. STUDI PRECEDENTI

Superfici d'erosione relitte sono state sommariamente descritte in Appennino fino dai primi decenni del '900 (Marinelli, 1922; Sestini, 1939; Lipparini, 1935). Descrizioni più dettagliate sono quelle degli anni '60-'70 riportate nei lavori di Demangeot (1965) e di Bertini e Bosi (1976; 1978) per l'Abruzzo, di Desplanques (1969) per le Marche, di Marchetti (1974), Bernini *et al.* (1977) e Marchetti *et al.* (1979) per l'Appennino emiliano, di Bartolini (1980) per l'Appennino lucchese, nonché di Sestini (1981) per le colline del Chianti. Tutti questi lavori descrivono generalmente superfici relitte sommitali, di solito bene individuabili nel paesaggio attuale, modellate su successioni meso-cenozoiche marine variamente corrugate.

Lavori più recenti sono quelli citati nella sintesi che segue<sup>1</sup>.

Nell'Appennino umbro-marchigiano, a partire dal citato lavoro di Desplanques è stata ripetutamente illustrata una superficie relitta, generalmente in posizione sommitale, denominata come "la paleosuperficie" o "paleosuperficie sommitale"<sup>2</sup>, scolpita nelle formazioni calcaree, calcareo-marnose e terrigene della successione marina giurassico-miocenica.

Per la definizione delle sue caratteristiche si può fare riferimento a Ciccacci *et al.* (1985) che descrivono una superficie relitta spianata o blandamente ondulata, in forte contrasto morfologico con la accentuata pendenza dei versanti delle valli che la incidono.

Questa superficie è stata generalmente interpretata come un paesaggio a bassa energia di rilievo, reso relitto dai fenomeni di forte incisione innestati dal sollevamento della catena; la sua genesi è stata generalmente imputata a processi erosivi a carattere areale, realizzatisi in condizioni climatiche di tipo probabilmente arido (Dramis *et al.*, 1991; Dramis, 1992). Calamita *et al.* (1999) e Coltorti e Pieruccini (2000) hanno avanzato l'ipotesi che la sua realizzazione sia avvenuta a quote prossime a quelle del mare, senza peraltro esplicitarne le motivazioni.

La "paleosuperficie sommitale" è stata genericamente attribuita al Pliocene inferiore (Ciccacci *et al.*, 1985; Dramis, 1992) sulla base dei rapporti cronologici con le fasi dell'evoluzione tettonica individuate nell'area. A conferma di questa attribuzione Coltorti e Pieruccini (1997) hanno precisato che in corrispondenza del bacino di Spoleto la superficie è correlabile con una superficie d'erosione ricoperta da sedimenti riferibili alla parte finale del Pliocene inferiore.

<sup>1</sup> Per un elenco più completo di lavori sull'argomento si rimanda a Messina *et al.* (2002) e a Coltorti e Pieruccini (2000).

<sup>2</sup> Nel seguito le virgolette saranno utilizzate per indicare che questo termine viene utilizzato nel senso indicato dagli Autori.

Tutti gli Autori citati sono sostanzialmente d'accordo nel ritenere che la superficie abbia avuto un'estensione regionale, avendo lasciato le sue tracce su tutto l'Appennino umbro-marchigiano. Recentemente Coltorti e Pieruccini (2000), hanno ipotizzato che la superficie fosse originariamente estesa addirittura su tutta la penisola italiana. Questa ipotesi deriva, in sostanza, dalla correlazione di tutti i lembi di spianate sommitali esistenti nell'area.

Nella "paleosuperficie sommitale" sono debolmente incassate altre spianate d'erosione che corrispondono agli *orographic terraces* di Ciccacci *et al.* (1985) ed alle "spianate non intravallive" di Nesci *et al.* (1992); i resti di queste spianate hanno estensione abitualmente modesta (spesso di pochi ettari) ed interessano la parte superiore dei grandi versanti che incidono la paleosuperficie.

Più decisamente incassata in quest'ultima è una superficie relitta a carattere regionale, costituita prevalentemente da spianate pedimentarie (Dramis *et al.*, 1991; Dramis, 1992) e correlabile con la "superficie villafranchiana" di Demangeot (1965), riferita al Pleistocene inferiore sulla base di rapporti con alcune successioni fluvio-lacustri.

Entro questa superficie sono poi incassate successioni terrazzate costituite sia da superfici d'erosione,

sia da superfici di accumulo, del tipo di quelle descritte da Nesci *et al.* (1992) e da Cantalamessa *et al.* (1986).

Situazioni analoghe a quella dell'Appennino umbro-marchigiano sono note anche nell'Appennino laziale-abruzzese. In questa zona sono abbastanza diffuse superfici relitte sommitali (superfici di Anzano, di M.te Marine e dell'Aquilente)<sup>3</sup>, con caratteristiche del tutto simili a quelle della "paleosuperficie sommitale"; altre superfici (s. di Longone Sabino, di Alto di Cacchia e di Pescasseroli), incassate in quelle, potrebbero corrispondere alla citata "superficie villafranchiana" (Bertini & Bosi, 1978; Bosi, 1989b; Bosi e Messina, 1991; Galadini e Messina, 1993; Cacciuni *et al.*, 1995)

Ulteriori superfici sono quelle che si osservano sui fianchi delle valli principali, progressivamente incassate le une nelle altre. Molte di queste superfici hanno carattere erosionale e sono geneticamente riconducibili ad episodi di pediplanazione connessi con la temporanea stabilità di livelli di base locali; alcune altre corrispondono a superfici di accumulo al *top* di sedimenti fluviali o lacustri.

<sup>3</sup> Queste superfici sono talora rappresentate da spianate dalle quali emergono modesti rilievi a versanti di regola poco inclinati. In questi casi il termine "superficie sommitale" si riferisce non alla sola spianata, ma all'insieme spianata+rilievo.

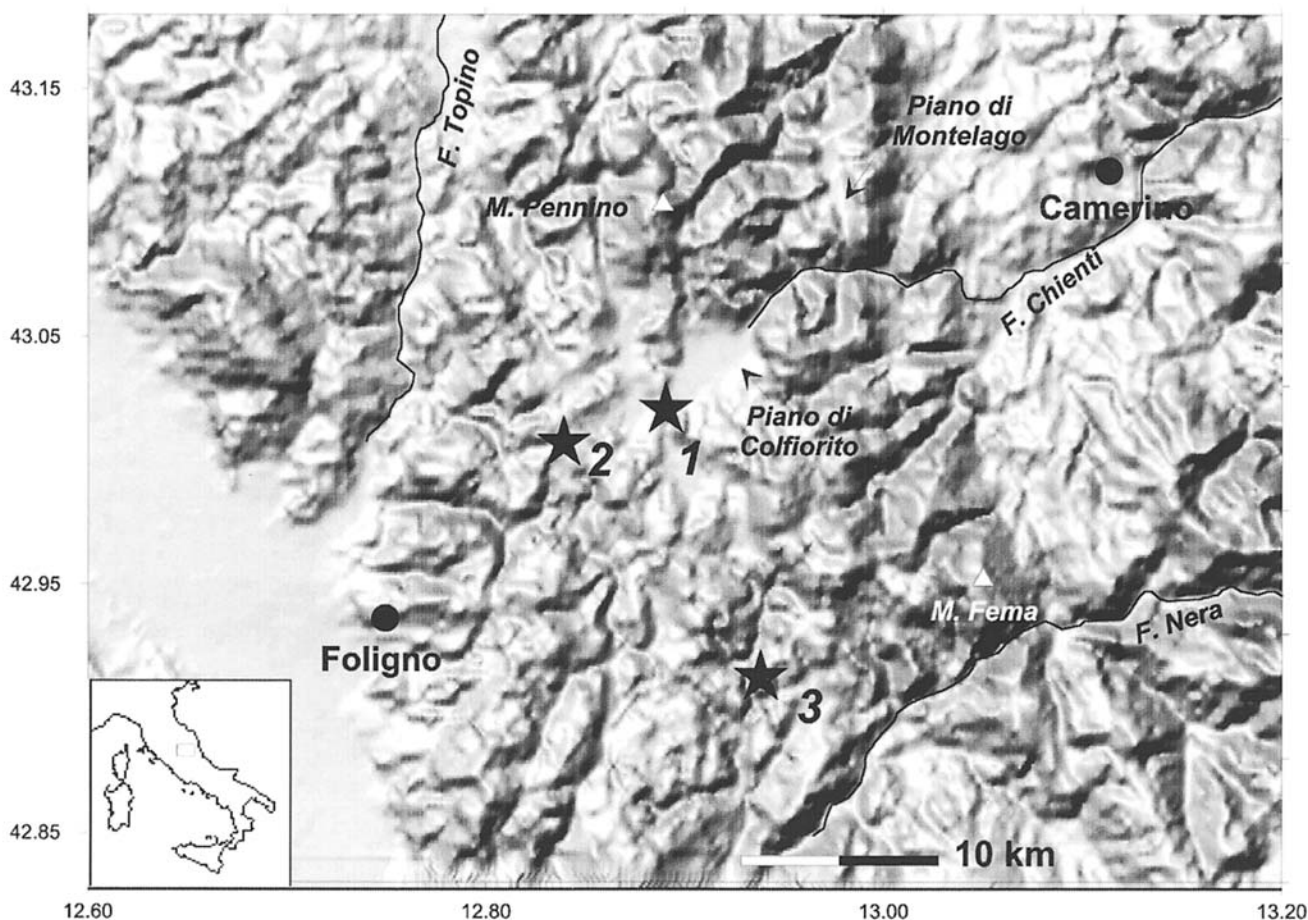


Figura 1 – Schema orografico dell'area considerata. 1, 2, 3: epicentri dei principali eventi del terremoto di Colfiorito del Settembre-Ottobre 1997 (1 – Annifo; 2 – Cesi; 3 - Sellano).

*Orographic scheme of the study area; 1, 2, 3: epicentres of main events of the Colfiorito earthquake of September-October, 1997 (1- Annifo; 2- Cesi; 3- Sellano).*

Situazioni di questo tipo sono note nella valle dell'Aterno (Bertini e Bosi, 1993), nella conca del Fucino (Bosi *et al.*, 1996), nella Valle del Salto (Bosi *et al.*, 1989; Chiarini *et al.*, 1997), nella conca di Rieti (Cavinato, 1993; Carrara *et al.*, 1992) ed in quella di Pescasseroli (Galadini e Messina, 1993), nonché nella conca di Amatrice (Cacciuni *et al.* lav. cit.).

Una superficie relitta sommitale con caratteristiche molto simili a quella dell'Appennino umbro-marchigiano è stata riconosciuta anche nell'Appennino campano-lucano; anch'essa era stata inizialmente interpretata come un paleopaesaggio pianeggiante, realizzatosi più o meno contemporaneamente in tutta l'area in funzione di livelli di base regionali (Brancaccio e Cinque, 1988).

A partire dai primi anni '90 questa interpretazione è però sensibilmente cambiata, nel senso che all'ipotesi di un'unica unità geomorfologica è stata sostituita l'ipotesi di unità plurime, elaboratesi in tempi diversi in relazione a livelli di base locali (Cinque 1992; 1995). Secondo questo Autore l'ipotesi iniziale deve essere accantonata, non solo per alcuni difetti logici nell'impostazione delle ricerche che ne sono alla base, ma soprattutto perché è incompatibile con l'evoluzione strutturale generalmente accettata per l'Appennino meridionale.

Anche in questa parte della catena, nella superficie sommitale sono incassate successioni terrazzate analoghe a quelle dell'Appennino laziale-abruzzese. Queste successioni sono state riconosciute in varie zone fra le quali sono da citare la Val d'Agri (Amato e Dimase, 1997; Di Niro e Giano, 1995), la valle del Noce (La Rocca e Santangelo, 1992), la valle del Tanagro (Ascione, Cinque e Tozzi, 1992), il bacino di Calvello (Amato e Cinque, 1992) e la valle del Volturno (Brancaccio *et al.*, 2000).

Tornando all'Appennino umbro-marchigiano, un'efficace panoramica dei problemi che si incontrano nello studio delle successioni di superfici relitte può essere delineata partendo dal confronto fra due gruppi di lavori, riguardanti la zona oggetto di questa nota.

Il primo gruppo (Ficcarelli *et al.*, 1997; Calamita *et al.*, 1997; Calamita *et al.*, 2000) interessa una vasta area che si estende dalla valle del Topino alla dorsale M.Tolagna-M.Cavallo, comprendendo l'altopiano di Colfiorito. In questi lavori sono individuati numerosi ed estesi lembi di superfici relitte che vengono riferiti ad un'unica *planation surface* correlabile con la "paleosuperficie sommitale". Le principali differenze di quota fra gruppi di lembi di questa superficie sono imputate a dislocazioni tettoniche.

Il secondo gruppo di lavori (Messina *et al.*, 1999; Messina *et al.*, 2002)<sup>4</sup> riguarda un'area che presenta un'ampia zona di sovrapposizione rispetto a quella considerata nel primo gruppo di lavori. Il quadro delle superfici relitte che viene fornito è però sensibilmente diverso. Nel settore occidentale, corrispondente all'altopiano di Colfiorito, i lembi riconosciuti sono stati attribuiti a otto ordini distinti, distribuiti all'incirca fra i 750 ed i 1200 metri di quota; nel settore orientale, corrisponden-

te a parte della dorsale M.Cavallo-M.Tolagna, sono distinti tre ordini di superfici situati fra 1100 e 1400 metri di quota circa.

Secondo gli Autori, i tre ordini riconosciuti sulla dorsale sono riferibili a un paleopaesaggio analogo alla "paleosuperficie sommitale". A questa superficie potrebbero essere riferiti anche i più alti fra gli ordini di superfici relitte riconosciute nell'altopiano; le differenze di quota con le superfici della dorsale potrebbero essere imputabili a dislocazioni tettoniche.

Il contrasto fra i due gruppi di lavori non è riconducibile ad una semplice divergenza di opinioni sul numero degli ordini di superfici, ma rimanda a problematiche più generali che riguardano i criteri applicati nella individuazione e nella correlazione delle superfici relitte.

Nel primo gruppo di lavori questi criteri non sono precisati; non sono quindi espliciti i motivi che hanno portato alla definizione di un'unica superficie relitta a dispetto del fatto, indicato da Messina *et al.* (1999) e confermato dall'analisi svolta nell'ambito del presente lavoro, che nel paesaggio attuale possono essere agevolmente riconosciute successioni di lembi di spianate moderatamente incassate l'una nell'altra. Appare quindi chiaro che con la *planation surface* si è inteso definire un paleopaesaggio "polociclico" comprendente questi lembi, interpretati come effetti di fenomeni di spianamento a carattere locale verificatisi nell'ambito di una fase morfogenetica sostanzialmente unitaria.

Nel secondo gruppo di lavori i criteri adottati sono più analitici, in quanto quelli che vengono considerati sono i singoli lembi osservati e non un insieme di lembi già interpretati come facenti parte di una stessa unità morfologica. Questa impostazione discende chiaramente dall'ipotesi che: (i) i singoli lembi siano geneticamente distinti e suscettibili di correlazione in quanto connessi con la stabilità di livelli di base più generali e (ii) solo i lembi più alti possano essere interpretati come elementi della "paleosuperficie".

Le marcate diversità delle interpretazioni fornite dai due gruppi di Autori devono essere ricercate nei modelli genetici che ne sono alla base e nei metodi di studio che ne derivano.

### 3. MODELLI GENETICI

#### 3.1 La "paleosuperficie sommitale"

La maggior parte degli Autori che si sono interessati dell'argomento ha ipotizzato che i lembi relitti attribuiti a questa superficie configurino un elemento geomorfologico sostanzialmente unitario; esso corrisponderebbe infatti ad un paleopaesaggio pianeggiante che, nell'ambito dell'area considerata da ciascun Autore, si sarebbe originato in una stessa fase morfogenetica ed avrebbe presentato ovunque caratteristiche geomorfologiche analoghe a quelle dei lembi attualmente osservabili.

Questo paesaggio sarebbe quello esistente all'inizio dell'approfondimento del reticolo idrografico, comunemente riferito al Pliocene.

In Appennino i casi in cui i lembi di spianate presentano una contiguità geometrica tale da comprovare direttamente l'unitarietà della "paleosuperficie sommitale" sono decisamente scarsi. Nella maggior parte dei casi questa unitarietà, nell'area considerata da ciascun

<sup>4</sup> Per brevità, nel seguito la citazione dei due gruppi di lavori farà riferimento soltanto a quelli di Ficcarelli *et al.* (1997) e Messina *et al.* (1999) che esprimono compiutamente le valutazioni dei due gruppi di ricercatori.

Autore, può quindi essere affermata solo sulla base di una correlazione fra le varie spianate sommitali. Questa correlazione, data la mancanza pressochè totale di riscontri stratigrafici, è fondata sostanzialmente su due fatti:

- a) i lembi di spianate hanno una posizione sommitale;
- b) le quote dei lembi tendono ad essere relativamente uniformi su aree anche vaste.

Il valore probatorio di questi fatti deve essere considerato con molta cautela. Il primo non ha alcun significato cronologico, se non quello, scontato, che ciascuno dei lembi di spianate sommitali è più antico di tutti gli eventuali lembi in esso incassati. Anche il fatto che si tratta di elementi morfologici che precedono la fase di approfondimento del reticolo connessa con il forte sollevamento tettonico, non è che un vincolo "*ante quem*", insufficiente per una convincente valutazione cronologica

Il secondo fatto (la relativa costanza delle quote) può portare a delineare una superficie unitaria solo se si postula che eventuali differenze di quota fra lembi di spianate sommitali, anzichè essere riconducibili all'incassamento di più superfici d'erosione, siano da imputare a dislocazioni tettoniche. E' evidente che questo postulato è affetto da una marcata circolarità in quanto è fondato sulla supposta originaria unitarietà della paleosuperficie, che è proprio l'elemento in discussione.

D'altra parte, nella correlazione fra le diverse spianate sommitali si deve tener conto anche del fatto, non trascurabile, che i lembi osservabili rappresentano generalmente una porzione molto piccola dell'area che si suppone essere stata interessata da quella superficie; tanto piccola che in molti settori della catena il campione rappresentato dai lembi relitti deve addirittura essere considerato come statisticamente non significativo nei riguardi della ricostruzione di qualsivoglia paesaggio originario di appartenenza<sup>5</sup>.

E' poi importante notare che correlare le spianate sommitali solo perchè si tratta delle spianate più antiche (in altre parole correlare le spianate sommitali in quanto sommitali) porterebbe ad estendere la "paleosuperficie" a tutte le zone nelle quali sono presenti spianate sommitali, il che significa, di fatto, a tutto l'Appennino. Di conseguenza accettare questa correlazione porta, quasi inevitabilmente, ad accettare l'ipotesi di Coltorti e Pieruccini (2000) sulla continuità della superficie su tutta la penisola italiana. Si tratta evidentemente di un'ipotesi che ha importanti conseguenze sulla ricostruzione dell'evoluzione tettonica dell'Appennino, in relazione sia agli aspetti metodologici delle ricerche, sia ai vincoli che verrebbero posti alla ricostruzione stessa. Essa farebbe infatti della "paleosuperficie sommitale", da un lato, un prezioso orizzonte di riferimento che permetterebbe di valutare con continuità l'entità del sollevamento su tutta la penisola e, dall'altro, porterebbe ad ammettere un periodo di generale stabilità tettonica di durata tale da

permettere una fase erosiva<sup>6</sup> in grado di "piallare" l'intero Appennino.

L'ipotesi avanzata, per quanto suggestiva, appare però poco credibile. Essa deve fare i conti, infatti, sia con le citate critiche di Cinque (1992; 1995), sia con riserve a carattere più generale.

Una prima riserva (alla quale ha accennato anche questo Autore) è che, a parte la "paleosuperficie sommitale", nell'evoluzione della catena non sono noti altri indizi di quella fase di stabilità tettonica che essa presupporrebbe. Questa circostanza è indirettamente provata dal fatto che l'eventuale eliminazione di questa fase di spianamento non pregiudica in alcun modo la congruenza degli attuali modelli dell'evoluzione tettonica della catena come, ad esempio, quello di Calamita *et al.* (2000) per l'Appennino centrale.

Altrettanto difficile è indicare nelle successioni sedimentarie dei bacini marini che nel Pliocene delimitavano la dorsale appenninica (lato tirrenico e lato adriatico), attualmente affioranti ai piedi della catena, quelli che dovrebbero essere i depositi correlativi di una fase erosiva commisurata all'entità dello spianamento invocato<sup>7</sup>.

E' chiaro, inoltre, che estendere la paleosuperficie sommitale a tutto l'Appennino significa aumentare enormemente i casi in cui le differenze di quota fra lembi di spianate sommitali devono essere imputati a dislocazioni tettoniche.

L'argomentazione che è alla base dell'ipotesi di una superficie unitaria su tutta la penisola è quindi doppiamente circolare: nei riguardi del rapporto fra paleosuperficie e fase di stabilità tettonica che l'avrebbe generata, e nei riguardi del rapporto fra differenze di quote e dislocazioni tettoniche. Un po' come dire che la fase di stabilità tettonica è dimostrata dalla unitarietà della superficie e che la sua eventuale non-unitarietà geometrica deve essere imputata a dislocazioni tettoniche.

Un po' paradossalmente, è quindi proprio la larga diffusione delle spianate sommitali che rappresenta l'elemento di maggior debolezza nei riguardi dell'ipotesi che tutti i lembi siano il risultato di una stessa fase erosiva.

Per ridurre il peso di questa argomentazione, in modo da poter salvare la possibilità di correlare le spianate sommitali in quanto sommitali e poste a quote simili, si potrebbe pensare di "regionalizzare" la paleosuperficie sommitale. Si potrebbe, cioè, rinunciare all'idea di una superficie estesa su tutto l'Appennino ripiegando su estensioni più modeste, separando ad esempio una paleosuperficie marchigiana da una laziale-abruzzese o da una umbra. Le possibilità di successo di una simile operazione appaiono però piuttosto problematiche in quanto sarebbe necessario, da un lato, tracciare limiti geologicamente motivati fra le diverse aree e, dall'altro, assegnare alle paleosuperfici presenti in ciascuna di queste aree una diversa collocazione temporale ed uno specifico significato tettonico, pena la ricaduta nell'ipotesi della superficie unitaria a scala peninsulare.

In un panorama interpretativo così problematico l'argomento che riveste il peso maggiore a favore dell'ipotesi di una superficie unitaria, regionale o peninsulare

<sup>5</sup> Ovviamente a meno che non si postuli la planarità del paesaggio, ricadendo così nella circolarità dell'argomentazione

<sup>6</sup> Anche se non è possibile formulare valutazioni quantitative al riguardo, l'entità della discordanza della "paleosuperficie" con le successioni sedimentarie che ne sono erose induce a ritenere quanto meno verosimile che si sia trattato di un fenomeno che ha asportato un volume considerevole di materiali, di durata certamente non breve.

<sup>7</sup> Depositi di questo tipo potrebbero essere quelli descritti da Cantalamessa *et al.*, (1986) peraltro limitati alle Marche meridionali

che sia, resta il fatto che questa sembra corrisponde all'unico modello evolutivo in grado di spiegare i fatti osservati. La prima obiezione che viene fatta al tentativo di negare l'unitarietà della superficie è, infatti, che non si vede in quale altro modo si possa spiegare la situazione osservata, visto che la distribuzione di lembi di spianate sommitali a quote relativamente uniformi non può essere casuale.

Vale quindi la pena di esplorare la possibilità di schemi genetici alternativi, che siano in grado di spiegare questa distribuzione senza ricorrere all'ipotesi della superficie unica.

Un tentativo in questo senso può essere effettuato partendo dalle seguenti due circostanze.

- L'evoluzione geomorfologica di gran parte dell'Appennino può essere schematicamente divisa in due parti: la prima, essenzialmente pliocenica, comprende una serie di fasi erosive che hanno interagito con la strutturazione della catena; la seconda corrisponde al marcato approfondimento del reticolo conseguente al successivo forte sollevamento.
- In un'evoluzione morfologica dominata dall'erosione, le forme più conservative sono quelle planari e suborizzontali; questa valutazione è avvalorata anche dal fatto che la maggior parte delle attuali superfici relitte è di questo tipo.

Queste due circostanze, considerate congiuntamente, inducono a ritenere che:

- le forme originatesi nella prima fase evolutiva e "fossilizzate" ad opera della seconda siano rappresentate prevalentemente da spianate;
- queste spianate siano disposte di preferenza in posizione sommitale;
- questa posizione possa essere diversa da quella originaria perché la continua sovrimpressioni di forme di erosione può aver obliterato altre spianate (non necessariamente sommitali) poste originariamente a quote anche più alte.

La distribuzione plano-altimetrica delle spianate sommitali nel paesaggio attuale verrebbe quindi ad essere sostanzialmente determinata dalle quote attuali dei maggiori rilievi: è quindi inevitabile che là dove que-

ste quote sono contenute in intervalli relativamente ristretti (come succede in molte zone non soltanto appenniniche) i lembi delle spianate sommitali abbiano anch'esse quote relativamente uniformi, creando l'impressione di essere riconducibili ad un'unica "paleosuperficie sommitale".

In questa prospettiva la problematica genetica di questa superficie verrebbe quindi ad avere aspetti in comune con la vecchia questione della *Gipfelflur* (Penck, 1955)<sup>8</sup>, in quanto legata anch'essa alla tendenza delle sommità dei rilievi ad assumere quote relativamente uniformi su vaste aree.

Uno schema che esemplifica quanto ora esposto è quella delineato nella figura 2, con una successione di quattro paesaggi incassati l'uno nell'altro, profondamente incisa dall'erosione prodotta dal sollevamento della catena. Dallo schema appare chiaro che i lembi di superfici relitte più o meno pianeggianti, anche se collocati in un ristretto intervallo altimetrico, non rappresentano affatto quello che resta di un'unica paleosuperficie pianeggiante; essi sono invece il risultato di una storia erosiva che, grazie alla stabilità delle forme planari ed alla relativa similitudine di quota della sommità degli attuali rilievi, ha portato a conservare a quote simili lembi di spianate di età diversa.

Allo schema di Fig.2 si potrebbe obiettare che i quattro paesaggi fittizi che vi sono rappresentati corrispondono a morfologie di comodo, miranti a delineare scenari favorevoli all'ipotesi proposta. In realtà non è così, visto che a risultati analoghi si arriva partendo da qualunque insieme di paesaggi incassati l'uno nell'altro, purché siano verificate due condizioni: (i) che i paesaggi comprendano superfici pianeggianti diffuse su tutta l'area considerata e (ii) che i dislivelli fra di esse siano molto minori di quelli che separano le spianate relitte presenti entro le valli che incidono la "paleosuperficie

<sup>8</sup> Si tratta, come è noto, dell'ipotesi che la relativa uniformità delle quote dei rilievi in ampi settori di catena potessero essere dovuti all'esistenza di una fantomatica originaria superficie pianeggiante, corrispondente all'involuppo delle cime.

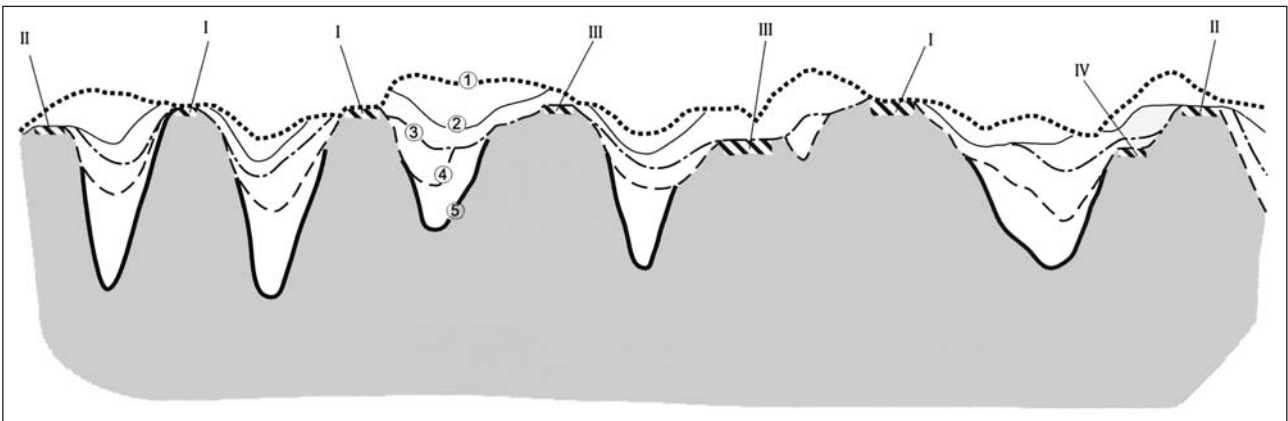


Figura 2 – Schema evolutivo che dimostra la possibilità che spianate sommitali a quote analoghe non siano indicative di una "paleosuperficie sommitale" geneticamente unitaria. 1, 2, 3, 4 - successione di paesaggi pre-sollevamento; 5 - paesaggio attuale; I, II, III, IV - ordine delle spianate riferito alla successione dei paesaggi 1-4. N.B. Per ciascun paesaggio non sono stati considerati gli effetti del rimodellamento relativo ai paesaggi più recenti.

*Evolutionary scheme that demonstrates the possibility that summit surfaces at a similar altitude are not indicative of one genetically unitary surface. 1, 2, 3, 4: flights of landscapes; 5-present landscape; I,II, III, IV order of the planation surfaces referred to flights 1-4. N.B. For each landscape, the effects of remodelling regarding more recent landscapes have not been considered.*

sommitale". Ambedue queste condizioni sono del tutto compatibili con uno scenario evolutivo caratterizzato, per l'Appennino, dalla forte accelerazione dell'erosione provocata dal sollevamento.

Le principali differenze fra l'ipotesi di una "paleosuperficie sommitale" geneticamente unitaria degli Autori ed il modello evolutivo proposto risiede sostanzialmente nelle caratteristiche del paesaggio esistente all'inizio dell'approfondimento del reticolo idrografico e nel ruolo che esso riveste nella ricostruzione della componente verticale delle dislocazioni tettoniche.

Secondo la prima ipotesi si trattava di un paesaggio pianeggiante, diffuso a scala regionale e, almeno secondo alcuni Autori (v. cap.2), originatosi a quote prossime a quelle del mare, suscettibile di fornire un ottimo orizzonte di riferimento per ricostruzioni tettoniche.

Secondo il modello proposto si trattava invece di un paesaggio non definibile sulla base della morfologia attuale: di esso si può solo dire che doveva comprendere lembi di spianate originatesi nel corso di tutta l'evoluzione geomorfologica precedente, alcune delle quali potevano essere anche più antiche (e più alte) di quelle attualmente conservate. Tenendo conto che questa parte dell'evoluzione è interamente precedente alla parte più intensa fase del sollevamento, si può tutt'al più ritenere che il paesaggio fosse probabilmente meno accidentato di quello attuale, senza che sia però possibile alcun riferimento al corrispondente livello del mare.

La possibilità di utilizzare la "paleosuperficie sommitale" nelle ricostruzioni tettoniche viene quindi ad essere notevolmente ridimensionata.

Lo schema evolutivo prospettato in fig. 2 non esclude ovviamente che in Appennino possano esistere paleopaesaggi sommitali geneticamente unitari anche estesissimi; esso porta solo a negare che tutti gli attuali lembi di spianate sommitali siano necessariamente riconducibili ad un unico paesaggio pianeggiante. Ipotesi di paesaggi sommitali geneticamente unitari dovrebbero, di conseguenza, essere accettate solo nei casi in cui si disponga di elementi di valutazione ragionevolmente probanti, diversi ovviamente dall'assunto "a priori" della superficie unica.

### 3.2 Le successioni terrazzate

Dalla sintesi degli studi riportata nel capitolo 2, emerge che situazioni rappresentate da successioni terrazzate di superfici relitte, spesso incassate in lembi di antiche spianate d'erosione, sono diffuse in tutta la catena appenninica.

Ciò dimostra che l'approfondimento del reticolo non si è realizzato in modo continuo, ma con alternanze di fasi di incisione e fasi di spianamento che si sono realizzate, non soltanto nell'intervallo di tempo nel quale si sono realizzate le successioni di terrazzi alluvionali generalmente presenti nella parte inferiore dei versanti, ma durante tutta l'evoluzione morfologica che ha portato al paesaggio attuale. Anche senza entrare nell'esame dei fenomeni che sono alla base di questa alternanza, appare ovvio che la loro generalità alla scala dell'intera catena non può che indicare una forte influenza climatica.

Una situazione che rappresenta nel modo più completo l'assetto delle successioni terrazzate nelle Marche, senz'altro la zona appenninica più conosciuta sotto questo profilo, è quella sintetizzata in Nesci *et al.* (1992) riportata nella figura 3. Da questa figura sembra potersi desumere che, al di là delle distinzioni terminologiche, il fenomeno del terrazzamento è sostanzialmente consistito nel progressivo incassamento di spianate la cui estensione complessiva si è progressivamente ridotta nel corso dell'approfondimento del reticolo, fino ai terrazzi alluvionali conservati nella parte inferiore dei versanti. Sembra potersi desumere anche che le spianate più antiche ("spianate non intravallive" corrispondenti agli *orographic terraces* di Ciccacci *et al.*, 1985) dovevano corrispondere a larghissime depressioni pianeggianti, incassate nella "paleosuperficie sommitale".

La verosimiglianza di questa ipotesi appare piuttosto dubbia, soprattutto per la difficoltà di spiegare in modo convincente la genesi di queste spianate. Essa non può, infatti, essere imputata a fenomeni di erosione fluviale, dal momento che mancano completamente altri indizi di attività dei fiumi corrispondenti; difficile pure pensare a soli processi pedimentari di questa importanza, ripetuti durante tutto il processo di escavazione.

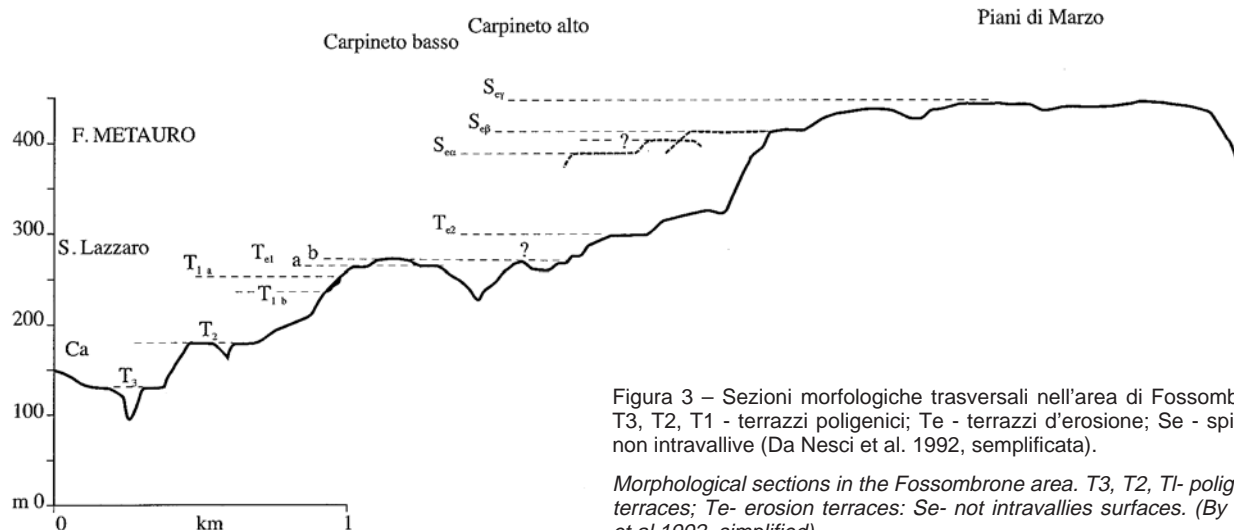


Figura 3 - Sezioni morfologiche trasversali nell'area di Fossombrone. T3, T2, T1 - terrazzi poligenici; Te - terrazzi d'erosione; Se - spianate non intravallive (Da Nesci *et al.* 1992, semplificata).

*Morphological sections in the Fossombrone area. T3, T2, T1 - poligenic terraces; Te - erosion terraces; Se - not intravallies surfaces. (By Nesci *et al.* 1992, simplified).*

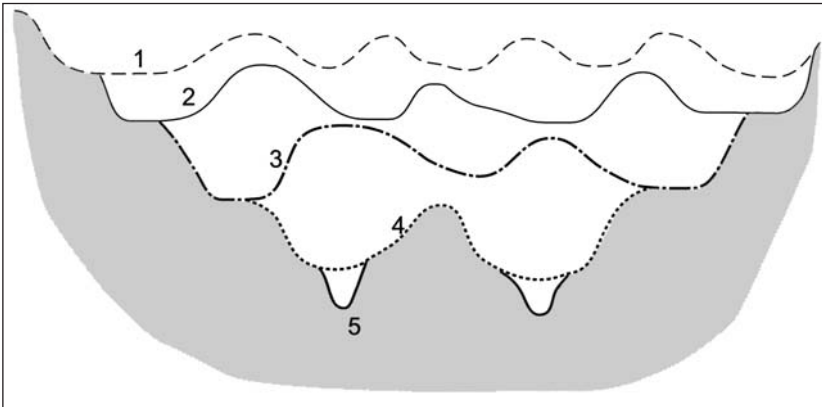


Figura 4 – Schema evolutivo che riconduce i lembi relitti di successioni terrazzate all'approfondimento "per fasi" di un reticolo idrografico costituito da insiemi di incisioni di modesta entità. N.B. Per le tre fasi più antiche non sono state evidenziate le fasi di incisione che hanno terrazzato le spianate di fondovalle dando origine alla successione dei diversi ordini di superfici.

Evolutionary scheme that leads the planation surfaces of terraces flights to a deepening of a hydrographic network made up by a group of modest incisions.

N.B. For the three oldest phases, the phases of incisions that have terraced the valley bottom, giving origin to successions of different surfaces orders, have not been highlighted.

Un altro fatto che lascia perplessi è che, nonostante l'estensione di questi ipotetici spianamenti, l'area dei singoli lembi tende ad essere sempre molto limitata.

Un modello evolutivo che sembra in grado di spiegare in modo più convincente la grande estensione delle aree nelle quali sono conservati lembi, anche modesti, di uno stesso ordine di spianate è quello schematizzato nella figura 4.

Secondo questo schema i lembi di superfici relitte sarebbero da riferire non ad un'unica spianata connessa con la stabilità del livello di base della corrispondente larghissima vallata, ma a spianate sviluppatesi sui fianchi di un insieme di valli distinte, che sono espressione di uno stesso stadio di approfondimento del reticolo. Si tratterebbe quindi di effetti connessi con la stabilità di livelli di base plurimi, accumulati dal fatto di essere significativamente più bassi di quelli corrispondenti alle spianate immediatamente più antiche e più alti di quelli delle spianate immediatamente più recenti.

I limiti delle zone nelle quali sono conservati lembi di spianate di uno stesso ordine corrisponderebbero quindi ai limiti delle aree sulle quali ha agito il sistema di valli appartenenti ad uno specifico stadio di approfondimento del reticolo.

E' da osservare che lo schema evolutivo proposto, se da un lato fornisce una spiegazione più convincente dei fatti osservati, dall'altro complica notevolmente l'interpretazione delle successioni terrazzate di superfici relitte. L'inviluppo dei lembi relitti appartenenti ad uno stesso ordine di superfici dovrebbe infatti essere assimilato non ad una superficie pianeggiante e suborizzontale, ma ad una morfologia più o meno irregolare la cui unica caratteristica certa è quella di presentare quote decrescenti verso i livelli di base. Nel caso di successioni di più superfici incassate l'una nell'altra possono di conseguenza aumentare notevolmente le difficoltà che si incontrano sia nel definire correlazioni fra i lembi osservati, sia nel ricavare indicazioni sulle deformazioni tettoniche partendo dalla attuale distribuzione plano-altimetrica degli stessi lembi.

Per inciso, si può anche osservare che, adottando lo schema di fig.4, le distinzioni terminologiche proposte nel citato lavoro di Nesci *et al.* (terrazzi vallivi poligenici, terrazzi d'erosione, spianate non intravallive), come anche quelle analoghe di altri lavori sull'argomento (v. ad esempio la carta geomorfologica allegata a Dramis *et al.*, 1992 ) potrebbero perdere gran parte delle loro motivazioni; tutte le spianate comprese fra quelle som-

mitali ed i sedimenti alluvionali sospesi sui fondovalle potrebbero, infatti, essere esaurientemente definite dalla loro posizione ordinale e da una precisazione in merito alla loro origine (erosionale o di accumulo).

#### 4. METODI DI STUDIO

In relazione ai metodi seguiti negli studi sulle superfici relitte è opportuno considerare soprattutto i criteri di delimitazione dei lembi di superfici osservati e i criteri di correlazione degli stessi.

I criteri di delimitazione devono fare i conti con un'inevitabile soggettività legata a diverse circostanze, fra le quali sono da citare le seguenti:

- tutte le superfici relitte sono più o meno rimodellate come è dimostrato, fra l'altro, dall'assenza pressoché totale di coltri colluviali e di suoli;
- la distinzione fra rimodellamento ed incassamento di altre superfici può talora essere piuttosto opinabile;
- salvo casi eccezionali, i lembi di spianate non sono delimitati da cigli netti, cartografabili con precisione, ma da convessità più o meno pronunciate che raccordano le spianate ai versanti che le intersecano.

La soggettività della delimitazione può avere conseguenze importanti sui risultati che si possono ottenere. Largheggiare nella delimitazione, ad esempio, finisce inevitabilmente per aumentare in modo rilevante l'area attribuita a resti di paesaggi relitti, contribuendo ad aumentare in modo gratuito la verosimiglianza di ricostruzioni che possono invece essere molto aleatorie; porta inoltre ad ampliare l'intervallo di quota nel quale si sviluppa la superficie e, quindi, ad ipotizzare morfologie originarie più ondulate.

D'altra parte, delineare lembi più ristretti (fino a considerare soltanto le quote più alte dei singoli lembi), orienta di fatto verso l'ipotesi di morfologie originarie più piatte, che possono incoraggiare ipotesi di correlazioni su basi prevalentemente altimetriche.

Più complessi sono i problemi relativi alla correlazione fra i diversi lembi osservati, problemi che sono diversi da quelli già analizzati a proposito delle superfici sommitali (par. 3.1) Considerazioni su questo argomento possono prendere le mosse dai criteri indicati in Messina *et al.* (1999), ripresi da Bosi *et al.* (1996), che sono fondati sulle seguenti caratteristiche:

- quote dei diversi lembi;
- spaziatura altimetrica fra coppie di superfici apparte-



nenti a successioni diverse, tenuto conto della loro pendenza originaria;

- posizione nell'ambito delle diverse successioni.

Esperienze effettuate in varie zone appenniniche sembrano indicare che questi criteri debbano essere rivisti, soprattutto per il fatto, già ricordato nel paragrafo 3.2, che la pendenza delle superfici originarie non è nota. Esiste quindi il rischio, già ventilato, che si finisca con l'adottare un modello rappresentato da una serie di superfici sostanzialmente pianeggianti e suborizzontali progressivamente incassate l'una nell'altra, modello che è privo di adeguate motivazioni.

Un'altra considerazione che induce alla cautela nella applicazione dei criteri sopra ricordati riguarda il ruolo della posizione ordinale delle superfici nelle diverse successioni. E' infatti ovvio che questa posizione può essere di ausilio nella correlazione fra i diversi lembi solo a patto che si possano escludere obliterazioni tali da alterare le successioni originarie, annullando le tracce di uno o più ordini di superfici.

Tenuto conto di queste circostanze e dei modelli evolutivi riportati nel cap.3, nello studio della zona considerata è stata seguita una procedura che può essere sintetizzata come segue.

- a) Sono stati considerati tutti i lembi di spianate d'erosione, da suborizzontali a poco inclinate, che possono essere interpretate come tracce di antiche morfologie realizzatesi con riferimento a livelli di base diversi da quelli attuali. I limiti dei singoli lembi sono stati tracciati in corrispondenza del punto di massima curvatura della convessità che separa la spianata dal sottostante versante, eliminando l'effetto topografico dei più evidenti fenomeni di rimodellamento.
- b) Allo scopo di definire nel modo più affidabile possibile la successione degli eventi di spianamento che hanno interessato la zona, è stato inizialmente individuato un certo numero di "successioni-base", ciascuna delle quali è rappresentata da due o più spianate raccordate da versanti geometricamente continui, in modo da minimizzare il rischio di trascurare gli effetti di dislocazioni tettoniche.  
L'insieme delle "successioni-base" ha portato alla elaborazione di una "successione-tipo", che dovrebbe corrispondere alla successione degli eventi di spianamento e, quindi, agli ordini di superfici da considerare<sup>9</sup>.
- c) Si è proceduto poi ad una correlazione dei singoli lembi cartografati con la successione-tipo, fondata sui rapporti plano-altimetrici riferiti a scenari paleomorfologici ritenuti ragionevoli. In concreto si potrebbe dire che il quadro delle correlazioni effettuate ha corrisposto ad un processo di *best fitting* fondato sui vincoli derivanti dalla successione-tipo, dalla distribuzione plano-altimetrica dei lembi osservati e dalle dislocazioni tettoniche cronologicamente caratterizzate. I lembi di attribuzione problematica sono stati opportunamente evidenziati; quelli per i quali il livello di incertezza era troppo elevato sono stati definiti come "non correlabili".

<sup>9</sup> Si può osservare che, come indicato in altri lavori (Carraro e Ferrarino, 1981), questa successione può essere considerata l'equivalente in campo morfologico delle usuali successioni stratigrafiche ("successione morfosequenziale" in Bosi, 1989a).

E' chiaro che la procedura delineata conserva ancora notevoli margini di opinabilità, in relazione sia alla ricostruzione della successione tipo, sia alla attribuzione dei singoli lembi di spianate agli ordini di questa successione. Il metodo sembra comunque rappresentare un certo progresso non foss'altro perchè, chiarendo le motivazioni delle diverse scelte, facilita la valutazione sull'attendibilità e sulla verosimiglianza della ricostruzione effettuata.

## 5. LA SUCCESSIONE DELLE SUPERFICI RELITTE NELL'AREA STUDIATA

Nella zona esaminata, i lembi di superfici relitte (v. carta allegata) sono relativamente numerosi ma di dimensioni generalmente modeste (raramente raggiungono 0.5-1.0 kmq), tanto che si può stimare che la superficie complessiva dei lembi osservati rappresenti mediamente alcuni percento dell'area totale. I lembi sono però distribuiti in modo tale da rendere possibile l'individuazione di un discreto numero di "successioni-base" (par.4); fra le più rilevanti ai fini dello studio si possono citare quelle delle zone di M.Tito e di M.Camorlo, rispettivamente nel settore meridionale e settentrionale dell'area.

L'insieme delle successioni-base è stato integrato in una "successione-tipo" costituita da otto ordini di superfici.

Per queste superfici l'abituale indicazione per ordine numerico (I, II, III .... ordine) è stata sostituita da una denominazione analoga a quella usata nella litostratigrafia; ogni superficie è stata cioè contraddistinta con un nome di località, tendenzialmente quella nella quale la essa è più evidente. Per le superfici più antiche, riconosciute solo alla sommità dei maggiori rilievi del settore orientale dell'area considerata, è stato utilizzato il termine "gruppo delle spianate sommitali" per esprimere la valutazione che queste superfici, pur appartenendo al paleopaesaggio sul quale si è esplicitata l'erosione conseguente al sollevamento, possono non appartenere ad una stessa fase morfogenetica (v. par. 3.1).

Altre informazioni utili alla interpretazione della carta allegata sono quelle sotto riportate.

- 1) Nell'ambito del "gruppo delle spianate sommitali" l'appartenenza ad un'unica superficie originaria può essere ipotizzata solo per gli estesi lembi conservati alla sommità dei rilievi compresi fra M.Fema, e M.Cavallo, nel settore sud-orientale dell'area considerata, date le modeste distanze che li separano e l'assenza di importanti incisioni interposte. Nessuna correlazione può invece essere ipotizzata fra questi lembi e quelli conservati nelle altre zone.
- 2) La superficie di M.Tito è ben rappresentata alla sommità dei blandi rilievi che caratterizzano il settore occidentale dell'area considerata, ad Ovest della dorsali di M.Tolagna e di M.Prefoglio-M.Scalette; essa sembra però aver interessato anche un'ampia zona in corrispondenza della valle del Chienti e l'altopiano di M.Lago. Il suo incassamento nella superficie di M.Peletta ed in quelle sommitali si può osservare piuttosto chiaramente nel settore meridionale dell'area considerata. Questa superficie è la più recente fra quelle che precedono l'impostazione della depressione tettonica nella quale è contenuta la successio-

ne di Cesi-Colle Curti (Ficcarelli *et al.*, 1997). Dato che, secondo questi Autori, la base di questa successione è riferibile al Pleistocene inferiore (più antico di un milione di anni circa) il completamento della superficie di M.Tito dovrebbe essere riferito Pliocene o, tutt'al più, alla parte basale del Pleistocene inferiore.

- 3) La superficie di Rasenna è sviluppata a tetto della parte superiore della successione pleistocenica di Cesi-Collecortu, studiata da Ficcarelli *et al.* (lav. cit.) e precisata da Messina *et al.* (1999), contenente tephra datati a circa 430.000 anni.
- 4) La superficie di Cavallara, definita sulle alture ad W della palude di Colfiorito, è rappresentata nella parte meridionale dell'area considerata ad un sistema di fondovalle sospesi rispetto alle valli attuali.
- 5) La superficie di Borgo corrisponde alla superficie sommitale di un terrazzo fluviale che, a SSE del piano di Colfiorito, è incassato sia nella superficie di Rasenna, sia in quella di Cavallara.
- 6) La superficie di Casale Paolucci corrisponde al top di conoidi ed a lembi di terrazzi (di erosione e di accumulo)<sup>10</sup>, sospesi sui fondovalle o su sporadici lembi di terrazzi alluvionali recenti che non sono stati considerati.

Si deve anche precisare che, nell'interpretazione dei lembi di superfici relitte ad E di Colfiorito, si è tenuto conto delle importanti faglie ubicate al piede delle dorsali M.Prefoglio-M.Scalette e M.Tolagna, la cui attività si sarebbe protratta fino all'Attuale, come dimostrato dalle dislocazioni verificate in occasione del recente terremoto di Colfiorito (Cello *et al.*, 1997; Cinti *et al.*, 1999). Secondo altri Autori (Basili *et al.*, 1998; Messina *et al.*, 1999), invece, l'attività di queste faglie si sarebbe praticamente arrestata nel Pleistocene medio, ragion per cui esse dovrebbero aver interessato solo le superfici più antiche di quella di Rasenna.

Analoga considerazione si è riservata anche alle faglie che interessano la zona ad Ovest della dorsale M.Acuto-M.Trella che mostrano indizi morfologici di dislocazioni riferibili al Pleistocene medio-superiore<sup>11</sup>.

I risultati sintetizzati nella carta differiscono da quelli di Ficcarelli *et al.* (1997) in modo radicale: tutte le superfici che vi compaiono costituiscono infatti differenziazioni dell'unica superficie sommitale individuata dagli Autori. I risultati ottenuti sono sensibilmente diversi anche da quelli di Messina *et al.* (1999), oltre che per la diversa interpretazione delle spianate sommitali, per il numero minore di superfici riconosciute nell'altopiano di Colfiorito (5 invece di 8) e per la posizione stratigrafica della "superficie di M.Tito", incassata nelle superfici più antiche anziché correlabile con esse.

## 6. SCHEMA EVOLUTIVO

Sulla base dei dati raccolti e delle interpretazioni schematizzate nella carta allegata e precisate nel capitolo precedente, la successione delle fasi erosive che

ha interessato la zona può essere divisa in due parti.

Nella prima, una successione di eventi di spianamento, cronologicamente non precisabili, ha dato origine al gruppo delle "spianate sommitali"; nella seconda si è prodotta una sequenza di almeno sette eventi di spianamento, testimoniati dalle superfici comprese fra quella di Colle Argentiera e quella di Casale Paolucci, seguiti da altrettante fasi di escavazione.

La successione di tutti questi eventi erosionali si è manifestata in un contesto tettonico determinato, oltre che da un sollevamento generalizzato plio-quadernario (v. cap.2), dall'attività della importante struttura tettonica corrispondente al bordo occidentale del gruppo montuoso M.Fema-M.Pennino (faglia di M.Tolagna e faglia M.Prefoglio-M.Scalette già citate) (Calamita *et al.*, 1997).

Le modalità con le quali si è realizzata l'interazione erosione-tettonica possono essere sintetizzate come segue.

- a) Dopo la successione degli eventi di spianamento responsabili della formazione del gruppo delle "spianate sommitali", due distinte alternanze incisione-spianamento hanno dato origine alle superfici di Colle Argentiera e di M.Peletta. La distribuzione dei corrispondenti lembi relitti non fornisce particolari informazioni sull'evoluzione del paesaggio nel corrispondente intervallo di tempo; appare comunque probabile che le fasi erosive siano state di entità piuttosto modesta.
- b) Una successiva, e ben più importante, fase erosiva ha portato alla individuazione di due distinti gruppi di rilievi (M.Fema-M.Tolagna a Sud e M.Camorlo-M.Pennino a Nord), separati da una larga depressione, con asse all'incirca corrispondente all'attuale valle del Chienti (v. Fig.5). Questa fase corrisponde verosimilmente all'inizio del forte sollevamento generalizzato riconosciuto in tutto l'Appennino centrale. Essa è stata seguita da un importante episodio di spianamento che ha dato origine alla superficie di M.Tito, profondamente incassata nelle superfici precedenti e sviluppata in tutta la parte occidentale dell'area considerata, nonché nelle zone corrispondenti alla valle del Chienti ed all'altopiano di M. Lago. Questa fase di spianamento non sembra aver risentito della attività della faglia M.Prefoglio-M.Scalette.
- c) La successiva alternanza incisione-spianamento ha dato origine alla superficie di Rasenna, moderatamente incassata in quella di M. Tito, che mostra una distribuzione sostanzialmente limitata alla parte occidentale dell'area ed alla zona di M. Lago<sup>12</sup>. La differenza fra questa distribuzione e quella della superficie di M.Tito suggerisce una discontinuità del panorama erosivo, probabilmente connessa con l'attività della citata faglia M.Prefoglio-M.Scalette.
- d) L'evoluzione geologica successiva alla superficie di Rasenna appare condizionata dallo sbarramento del

<sup>10</sup> Nella carta allegata sono indicati solo i lembi più importanti.

<sup>11</sup> Questa valutazione è ricavata da un'analisi dei rapporti fra elementi morfologici specifici e paesaggi relitti, che sarà oggetto di una imminente pubblicazione.

<sup>12</sup> A meno che la superficie di Rasenna non possa essere riconosciuta anche nei lembi cartografati come "non attribuibili" nella zona di M.Barbontile, nel qual caso la situazione di M.Lago dovrebbe essere allargata verso Sud.

<sup>13</sup> Secondo Messina *et al.* (lav.cit.) allo sbarramento ha collaborato anche una grande frana verificatasi in corrispondenza del margine orientale del piano di Colfiorito.

reticolo ad opera della faglia M. Prefoglio-M. Scalette<sup>13</sup>, e dalla impostazione, nell'altopiano di Colfiorito, di due distinti bacini separati dalla sella de La Pintura (testata del Percanestro, a SW del M. Tolagna). Vengono così a configurarsi tre distinti bacini (Colfiorito, M. Lago e Percanestro), ciascuno caratterizzato da una propria evoluzione, legata peraltro ad un'analogha successione di alternanze incisione-spianamento.

- e) La parte più recente dell'evoluzione geomorfologica si collega direttamente a quella in atto, determinata dalla forte approfondimento dei bacini del Chienti, del Topino e del Nera e dall'evoluzione endoreica degli altopiani di Colfiorito e di M.Lago, influenzata da

vistosi fenomeni carsici. Per l'altopiano di Colfiorito appare inoltre evidente il ruolo svolto, anche in questa fase, dalla struttura corrispondente alla faglia M.Prefoglio-M.Scalette.

Ai fini della ricostruzione della evoluzione geologica dell'area dovrebbero, ovviamente, essere considerate anche le indicazioni fornite dalle successioni sedimentarie esistenti nell'area. Rinviando ad un successivo lavoro lo sviluppo di questo argomento, ci si limita in questa sede a ricordare che le successioni di interesse più generale sono quelle contenute nelle principali depressioni, descritte da Ficarelli *et al.* (1997) e da Messina *et al.* (1999), cronologicamente collocabili fra gli eventi indicati ai punti b) e c). Altre successioni di un qualche rilievo sono quelle immediatamente sottostanti alle superfici di Borgo e di C.Paolucci.

Lo schema dell'evoluzione geologica così delineato sembra suggerire che l'inizio del sollevamento generalizzato dell'area sia da porre in un Pliocene piuttosto inoltrato, piuttosto che nella parte superiore del Pliocene inferiore come ritenuto da Coltorti e Pieruccini (2000). Questa valutazione deriva sia dalla non-significatività della situazione della zona di Spoleto, descritta da Coltorti e Pieruccini, 1997), sia sul verosimile assunto di una durata non breve degli eventi che, oltre alla strutturazione della catena, hanno dato origine all'evoluzione geologica testimoniata dalla successione "superfici sommitali"- S. di Colle Argentiera - S.di M.Paletta.

Lo schema porterebbe anche a ritenere che l'inizio dell'attività delle faglie che delimitano verso ovest le dorsali di M.Tolagna e di M.Prefoglio-M.Scalette (o quanto meno l'inizio della fase più importante delle dislocazioni lungo di esse) sia riferibile all'intervallo compreso fra il completamento della superficie di M.Tito e la sedimentazione degli strati basali della successione di Cesi - Colle Curti.

## 7. CONCLUSIONI

L'esame critico della bibliografia geologica relativa alle superfici relitte di buona parte dell'Appennino centro-meridionale ha portato ad approfondire alcuni aspetti dei modelli genetici che sono alla base delle interpretazioni finora pubblicate.

Un primo aspetto riguarda l'unitarietà della "paleosuperficie sommitale". Partendo dalla critica al procedimento che porta a correlare le spianate sommitali solo sulla base del fatto che si tratta delle superfici relitte più antiche nell'ambito delle varie successioni terrazzate osservate e dalle numerose

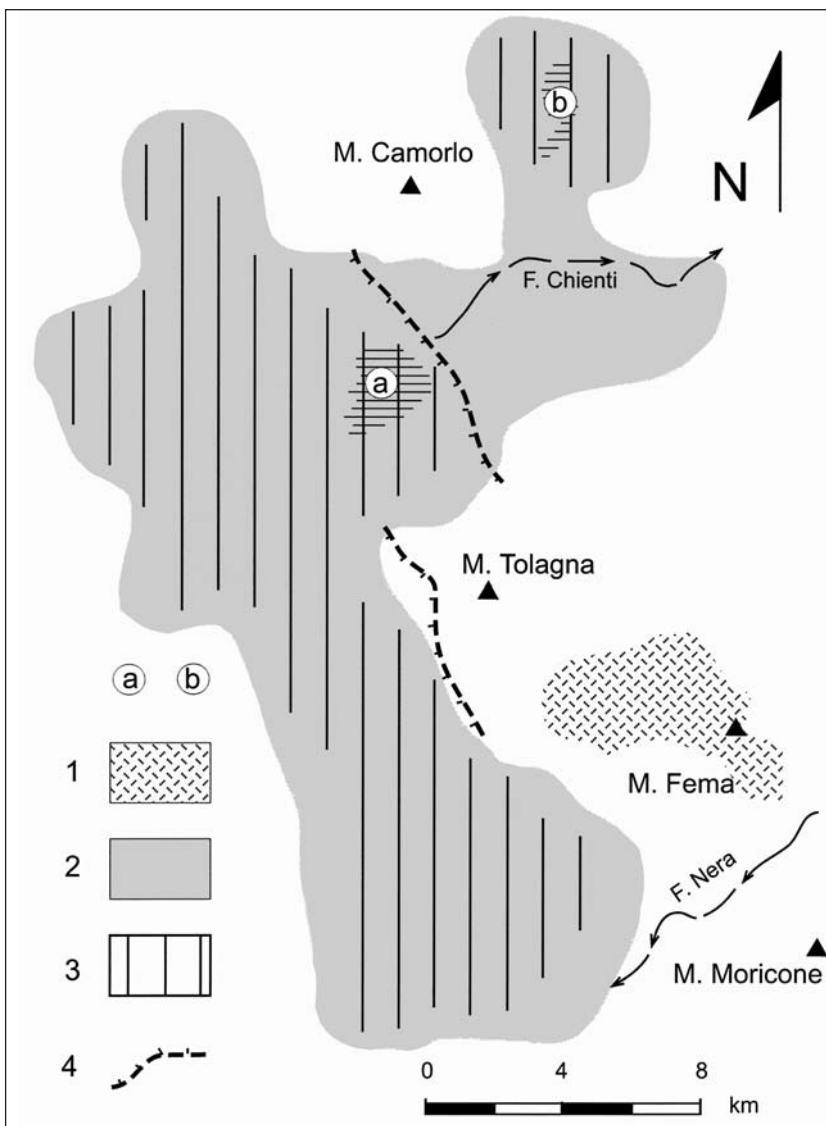


Figura 5 – Quadro schematico della diffusione areale di alcune superfici relitte. Legenda: a - Piano di Colfiorito; b - Piano di Monte Lago; 1 - superficie di M.Fema ("gruppo spianate sommitali"); 2 - superficie di M.Tito; 3 - superficie di Rasenna; 4 - faglie ad attività meso-supra pleistocenica.

Schematic outline of the distribution of some remnant surfaces. Key: a - Piano di Colfiorito; b - Piano di Monte Lago; 1 - M. Fema surfaces ("summit surfaces group"); 2 - M. Tito surface; 3 - Rasenna surface; 4 - Meso-supra pleistocene faults.

riserve che si possono sollevare nei riguardi delle ricostruzioni che logicamente ne conseguono (come quella che ipotizza l'estensione della paleosuperficie sommitale su tutto l'Appennino), è stata prospettata la possibilità che le spianate sommitali possano essere riferibili non ad un unico evento morfogenetico, ma ad un insieme di più eventi verificatisi nell'ambito di tutta l'evoluzione geologica precedente al sollevamento.

Un secondo aspetto della problematica relativa alle superfici relitte riguarda l'evoluzione dei fenomeni erosivi che sono all'origine della distribuzione spaziale delle più alte delle superfici incassate in quelle sommitali. La difficoltà di ipotizzare valli di larghezza sufficiente a comprendere tutti i lembi appartenenti ad uno stesso ordine (larghezza dell'ordine anche di parecchi km), possono essere rimosse ammettendo che l'alternanza di fasi di approfondimento e di spianamento, che ha caratterizzato tutto l'approfondimento del reticolo, abbia interessato non singole larghe vallate, ma insiemi di valli minori, accumulate dal fatto di essere condizionate da livelli di base relativamente uniformi.

Ambedue gli schemi evolutivi proposti hanno sensibili implicazioni nei riguardi dell'interpretazione tettonica di superfici relitte. Il primo induce a ritenere che l'operazione di ricavare indicazioni sull'entità dei sollevamenti differenziali dalle differenze di quota delle superfici sommitali debba essere limitata alle sole zone nelle quali si possono proporre fondate correlazioni fra le stesse superfici.

Il secondo, oltre a complicare il problema delle correlazioni fra i lembi relitti, riduce considerevolmente l'importanza che le quote attuali delle superfici relitte hanno nei riguardi della ricostruzione di deformazioni tettoniche.

Nonostante queste limitazioni, le superfici relitte possono fornire informazioni utili ai fini della ricostruzione della evoluzione geologica di zone di catena.

Nel caso della zona considerata in questo lavoro, integrando la riconsiderazione dei modelli genetici con precisazioni di ordine metodologico, è stata ricostruita una successione di superfici relitte, la cui distribuzione plano-altimetrica può contribuire a precisare l'evoluzione dell'area considerata.

Queste precisazioni riguardano sostanzialmente:

- l'inizio del sollevamento e del conseguente forte approfondimento del reticolo idrografico, che risulterebbe riferibile ad un Pliocene inoltrato, e quindi probabilmente più recente di quanto ipotizzato da Coltorti e Pieruccini (2000);
- l'inizio dell'attività delle faglie che bordano le dorsali di M.Tolagna e M.Prefoglio-M.Scalette che potrebbe essere riferito all'intervallo cronologico compreso fra il completamento della superficie di M.Tito e l'età degli strati basali della successione Cesi-Colle Curti;
- l'origine dell'altopiano di M.Lago che risulterebbe connessa con una evoluzione analoga a quella dell'altopiano di Colfiorito, in accordo con le similitudini fra le caratteristiche orografiche delle due aree.

## RINGRAZIAMENTI

L'autore ringrazia C.Bartolini e F.Carraro per la revisione del testo e per i suggerimenti forniti.

## LAVORI CITATI

- Amato A., Azzara R., Chiarabba C., Cimini G.B., Cocco M., Di Bona M., Margheriti L., Mazza S., Mele F., Selvaggi G., Basili A., Boschi E., Courboux F., Deschamps A., Gaffet S., Bittarelli G., Chiaraluce L., Piccinini D. & Ripepe M. (1998). The 1997 Umbria-Marche, Italy, earthquake sequence: a first look at the main shocks and aftershocks. *Geophys. Res. Lett.* 25 (15), 2861-2864.
- Amato A. & Cinque A. (1992). Il bacino plio-pleistocenico di Calvello (Potenza): evoluzione geologica e geomorfologica. *Studi Geol. Camerti*, vol. Spec. 1992/1, 181-189
- Amato A. & Cinque A. (1999). Erosional landscape of the Campano-Lucano Apennines (S. Italy): genesis, evolution and tectonic implications. *Tectonophysics*, 315, 251-267
- Amato A. & Di Mase A.C. (1997). Caratteristiche paleoambientali ed evoluzione geomorfologica dei plateaux della media valle dell'Agri. *Il Quaternario*, 10, 213-230
- Ascione A., Cinque A. & Tozzi M. (1992). La valle del Tanagro: una depressione strutturale ad evoluzione complessa. *Studi Geol. Camerti*, vol. spec. 1992/1, 209-219
- Bartolini C. (1980). Su alcune superfici sommitali dell'Appennino settentrionale (prov. Di Lucca e Pistoia). *Geogr. Fis. Din. Quat.* 3, 42-60
- Basili R., Bosi V., Galadini F., Galli P., Meghraoui M., Messina P., Moro M. & Sposato A. (1998). The Colfiorito earthquake sequence of September-October 1997. Surface breaks and seismotectonic implications for the central Apennines (Italy). *Journ. Earth. Eng.* 2, 291-302.
- Bernini M., Clerici A., Papani G. & Sgavetti M. (1977). Analisi della distribuzione planoaltimetrica delle paleosuperfici nell'Appennino Emiliano Occidentale. *L'ateneo parmense*, vol. 13, n. 4
- Bertini T. & Bosi C. (1976). Sedimenti continentali probabilmente pliocenici nella valle del Salto e nella conca del Fucino (Rieti-L'Aquila). *Boll. Soc. Geol. It.* 95 (4), 767-801.
- Bertini T. & Bosi C. (1978). Dati preliminari sulla neotettonica dei fogli 145 (Avezzano) e 146 (Sulmona). Contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia, P.F.Geodinamica, pubbl. n.155
- Bertini T & Bosi C. (1993). La tettonica quaternaria della conca di Fossa (L'Aquila). *Il Quaternario*, 6, 293-314
- Bosi C., (1978). Relazione introduttiva al tema "Neotettonica". *Mem. Soc. Geol.It.*, 19, 521-534
- Bosi C. (1989a). Considerations and proposals on morpho-pedo-litostratigraphic units in Quaternary studies. *Il Quaternario*, 2, 3-9
- Bosi C. (1989b). Tentativo di correlazione fra le successioni plio-pleistoceniche. In "Elementi di tettonica pliocenico-quaternaria ed indizi di sismicità olocenica nell'Appennino laziale-abruzzese". Guida all'escursione, Soc. Geol. It., Esagrafica Roma.
- Bosi C., Caiazza C., Cinque A. & Messina, P. (1996). Superfici relitte ed evoluzione plio-quaternaria dell'area fucense (Appennino centrale). *Il Quaternario* 9 (1), 381-386.

- Bosi, C. & Messina, P. (1991). Ipotesi di correlazione fra successioni morfo-litostratigrafiche plio-pleistoceniche nell'Appennino laziale-abruzzese. *Studi Geol. Cam.*, vol. spec. 1991/2, 257-263.
- Bosi C., Messina P. & Sposato A. (1989). La depressione del Salto. In elementi di tettonica pliocenico-quadernaria ed indizi di sismicità olocenica nell'Appennino laziale-abruzzese. Guida all'escursione, Soc. Geol. It., Esagrafica Roma
- Brancaccio L. & Cinque A. (1988). L'evoluzione geomorfologica dell'Appennino capano-lucano. *Mem. Soc. Geol. It.*, 41, 83-86
- Brancaccio L., Di Crescenzo G., Roskopf C., Santangelo N. & Scarciglia F. (2000). *Il Quaternario*, 13, 81-94
- Cacciuni A., Centamore E., Di Stefano R. & Dramis F. (1995). Evoluzione morfotettonica della Conca di Amatrice. *Studi Geol. Camerti*, vol. speciale 1995/2, 95-100
- Calamita F., Coltorti M., Pierantoni P.P., Pizzi A., Scisciani V. & Turco E. (1997). Relazioni tra le faglie quaternarie e la sismicità nella dorsale appenninica: l'area di Colfiorito. *Studi Geologici Camerti*, XIV, 177-191
- Calamita F., Coltorti M., Pieruccini P. & Pizzi A. (1999). Evoluzione strutturale e morfogenesi plio-quadernaria dell'Appennino umbro-marchigiano tra il preappennino umbro e la costa adriatica. *Boll. Soc. Geol. It.*, 118, 125-139
- Calamita F., Coltorti M., Piccinini D., Pierantoni P.P., Pizzi A., Ripepe M., Scisciani V. & Turco E. (2000). Quaternary faults and seismicity in the Umbro-Marchean Apennines (Central Italy): evidence from the 1997 Colfiorito earthquake. *Journ. Geodynamics*, 29, 245-264.
- Cantalamesa G., Centamore E., Chiocchini U., Colalongo M.L., Micarelli A., Nanni T., Pasini G., Potetti M. & Ricci Lucchi F. (1986). Il Plio-Pleistocene delle Marche. In: *La geologia delle Marche*, Studi Geol. Camerti, vol. spec.
- Carrara C., Brunamonte F., Ferrelì L., Lorenzoni P., Margheriti L., Michetti A.M., Raglione M., Rosati M. & Serva L. (1992). I terrazzi della medio-bassa valle del Fiume Velino. *Studi Geologici Camerti*, vol. spec. 1992/1, 97-102
- Carraro F. & Ferrarino G. (1981). Tentativo di realizzazione di un nuovo tipo di carte morfologiche: la carte morfostratigrafiche. *Atti XVII Conv. Naz. Ass. It. Cartografia*, Venezia 19-21 Nov. 1981
- Cavinato G.P. (1993). Recent tectonic evolution of the quaternary deposits of the Rieti basin (Central Apennines, Italy): southern part. *Geologica Romana*, 29, 411-434
- Chiarini E., Messina P. & Papasodaro F. (1997). Evoluzione geologica e tettonica plio-quadernaria dell'alta valle del F. Salto (Italia centrale): primi risultati derivanti dall'analisi delle superfici relitte e dei depositi continentali. *Il Quaternario*, 10, 625-630
- Ciccacci S., d'Alessandro L., Dramis F., Fredi P. & Panbianchi G. (1985). Geomorphological and neotectonic evolution of the Umbria-Marche ridge, Northern sector. *Studi Geol. Camerti*, X, 7-15
- Cinque A. (1992). Distribuzione spazio-temporale dei movimenti tettonici verticali nell'Appennino campano-lucano: alcune riflessioni. *Studi Geologici Camerti*, Vol. Spec. 1992/1
- Cinque A. (1995). Verso una reinterpretazione delle evidenze geomorfologiche di neotettonica in un'area di tettonogenesi recente: l'Appennino campano-lucano. *Il Quaternario*, 5 (2) 299-304
- Cinti F.R., Cucci L., Marra F. & Montone P. (1999). The 1997 Umbria-Marche earthquake (Italy): relation between ground deformation and seismogenic structure. *Geoph. Res. Lett.*, 26, 895-898
- Coltorti M. & Pieruccini P. (1997). The southern east Tiber Basin (Spoleto, Central Italy): geology and stratigraphy of the Plio-Pleistocene sediments. *Il Quaternario* 10 (2), 159-180.
- Coltorti M., Albianelli A., Bertini A., Ficarelli G., Laurenzi M., Napoleone G. & Torre, D. (1998). The Colle Curti mammal site in the Colfiorito area (Umbro-Marchean Apennine, Italy): geomorphology, stratigraphy, paleomagnetism and palynology. *Quat. Int.* 47/48, 107-116.
- Coltorti M. & Pieruccini P. (2000). A late Lower Pliocene planation surface across the Italian Peninsula: a key tool in neotectonic studies. *Journ. Geodynamics*, 29, 323-328.
- Demangeot J. (1965). *Geomorphologie des Abruzzes adriatiques*. CNRS, Masson, Parigi
- Desplanches H. (1969). *Champagnes ombriennes*. CNRS, Paris
- Di Niro A. & Giano S.I. (1995). Evoluzione geomorfologica del bordo orientale dell'alta Val d'Agri. *Studi geol. Camerti*, vol. Spec. 1995/2
- Dramis F. (1992). Il ruolo dei sollevamenti tettonici a largo raggio nella genesi del rilievo appenninico. *Studi Geologici Camerti*, vol. spec. 1992/1, pag.9-15
- Dramis F., Pambianchi G., Nesci O. & Consoli M. (1991). Il ruolo di elementi strutturali trasversali nell'evoluzione tettonico sedimentaria e geomorfologica della regione marchigiana. *Studi Geol. Camerti*, vol. spec. 1991/2, P.287-293
- Dramis F., Gentili B. & Pambianchi G. (1992). La depressione morfostrutturale di Macerata. *Studi Geol. Camerti*, vol. spec. 1992/1
- Ficarelli G., Abbazzi L., Albianelli A., Bertini A., Coltorti M., Magnatti M., Mazza P., Mezzabotta C., Napoleone G., Rook L., Rustioni M. & Torre D. (1997). Cesi, an early Middle Pleistocene site in the Colfiorito basin (Umbro-Marchean Apennine, Central Italy). *Journ. Quat. Sci.* 12 (6), 507-518.
- Galadini F. & Messina P. (1993). Stratigrafia dei depositi continentali, tettonica ed evoluzione geologica quadernaria dell'alta valle del F. Sangro. *Boll. Soc. Geol. It.*, 112
- La Rocca S & Santangelo N. (1992). Nuovi dati sulla stratigrafia e sull'evoluzione geomorfologica del bacino lacustre pleistocenico del F. Noce (Basilicata). *Geogr. Fis. Din. Quaternaria* 14, 229-242
- Lipparini T. (1935). I terrazzi fluviali dell'Emilia, *Giorn. Geol.*, serie 2a, 9bis, 43-88
- Marchetti G. (1974). *Studi geomorfologici in rapporto alla neotettonica della fascia pedecollinare piacentina*. St. Trent. di Sc. Nat. vol.51.
- Marchetti G., Perotti C. & Vercesi P.I. (1979). Possible significance of the paleosurfaces with reference to the geomorphological plio-quadernaria evolution of

- the Piacenza Appennine. Proc. 15th Plenary Meeting of IGU Commission on Geomorphological Survey and Mapping. Catania 7-15 Sett. 1979
- Marinelli O. (1922). Atlante dei tipi geografici. Firenze IGM
- Messina P., Galadini F., Galli P. & Sposato A. (1999). Evoluzione a lungo termine e caratteristiche della tettonica attiva nell'area umbro-marchigiana colpita dalla sequenza sismica del 1997-1998 (Italia centrale). In: L.Peruzza (a cura di), *Metodi innovativi per la stima dell'hazard: applicazione all'Italia centrale*. CNR – GNDT?
- Messina P., Galadini F., Galli P. & Sposato A. (2002). Quaternary basin evolution and present tectonic regime in the area of the 1997-1998 Umbria-Marche seismic sequence (central Italy). *Geomorphology*, 42
- Nesci O., Savelli D. & Veneri F. (1992). Terrazzi vallivi e superfici di spianamento nell'evoluzione del rilievo appenninico marchigiano. *Studi Geol. Camerti*, vol. spec. 1992/1
- Penck A. (1955). *Morphological Analysis of Landforms*. London, Mc Millan
- Sestini A. (1939) - Osservazioni geomorfologiche sull'Appennino Tosco-emiliano tra il Reno ed il Bisenzio. *Att. Soc. Tosc. Scienze Nat.*, XLVIII
- Sestini A. (1981). Un'antica superficie di erosione nei monti del Chianti. *Riv. Geogr. It.*, 88, 214-220
- Ms. ricevuto il 26 marzo 2002  
Testo definitivo ricevuto il 28 maggio 2002
- Ms. received: March 26, 2002*  
*Final text received: June 28, 2002*