

## ANALISI MORFOTETTONICA ED EVOLUZIONE QUATERNARIA DELLA VAL D'AGRI, APPENNINO MERIDIONALE

Marcello Bianca & Riccardo Caputo

Di.S.G.G., Università della Basilicata, Campus Macchia Romana, 85100, Potenza, Italia

### RIASSUNTO

Sulla base di una dettagliata indagine morfologica dei terrazzi fluviali e marini che caratterizzano la Val d'Agri (Italia meridionale), è stato possibile ricostruire l'evoluzione morfotettonica quaternaria di questo settore dell'Appennino meridionale. I risultati ottenuti permettono di suddividere la valle in tre settori a diversa evoluzione morfotettonica, separati da due evidenti soglie morfostrutturali coincidenti con altrettante importanti strutture tettoniche. Il settore più occidentale, rappresentato dall'alta Val d'Agri, è compreso tra la sorgente ed il sovrascorrimento dell'Armento. L'evoluzione morfotettonica e sedimentaria tardo-quaternaria di questo tratto vallivo è stata principalmente controllata dalla persistenza, durante il Pleistocene, di una soglia rappresentata da un'estesa anticlinale con asse NNO-SSE, strutturalmente associata al sovrascorrimento dell'Armento e responsabile della formazione del 'paleolago' del Pertusillo. La presenza, a quote prossime al corso attuale dell'Agri, di due ordini simmetrici di terrazzi alluvionali (il più recente dei quali è attualmente sommerso dal lago artificiale del Pertusillo), attribuibili al Pleistocene superiore-Olocene, suggerisce altrettante fasi discrete di sollevamento tettonico che potrebbero essere il risultato dell'attività recente di una o più faglie bordiere dell'alta Val d'Agri. La media Val d'Agri è invece impostata sulle successioni clastiche marine e continentali plio-pleistoceniche del Bacino di Sant'Arcangelo ed è confinata tra il sovrascorrimento dell'Armento e un'altra soglia, anch'essa di origine tettonica, rappresentata dalla faglia di Scorciabuoi. La proiezione longitudinale dei quattro ordini di terrazzi fluviali medio-suprapleistocenici rilevati lungo la riva destra dell'Agri, nel settore dell'abitato di Sant'Arcangelo, evidenzia che questo versante è stato interessato, nel tardo Quaternario, da un processo di sollevamento e di piegamento antifforme, che suggerisce un'attività recente della faglia di Scorciabuoi o di un'eventuale struttura contrazionale sepolta. Infine, la bassa Val d'Agri, compresa tra la faglia di Scorciabuoi e la costa ionica, è caratterizzata dalla presenza di terrazzi sia fluviali che marini. La buona correlazione fisica tra i terrazzi marini, sviluppati trasversalmente alla foce dell'Agri, e i terrazzi fluviali presenti lungo il tratto più basso del fiume, conferma l'influenza predominante dell'eustatismo nell'evoluzione morfologica di questa porzione della valle. L'analisi morfotettonica della distribuzione dei terrazzi marini del Pleistocene medio-superiore ha evidenziato che il settore costiero della foce dell'Agri è stato interessato da un sollevamento tettonico quaternario non uniforme nello spazio e nel tempo, caratterizzato da tassi compresi tra 0,03 mm/a e 2,76 mm/a.

### ABSTRACT

*The Agri River extends for about 100 km from the axial zone of the Southern Apennines to the Ionian coast of the Basilicata region, Southern Italy, flowing with a mean E-W direction and crossing both the internal and external geological domains of the NE-verging fold-and-thrust Apennines belt. The Agri Valley develops along one of the most tectonically active regions of southern Italy, which has been struck by recurrent and large seismic events in historical times, such as the 1857 Basilicata earthquakes. Based on the great sensitivity of the alluvial rivers to the variations in topographical gradient, a morphotectonic analysis has been carried out on the Quaternary alluvial, erosional and marine terraces occurring along and at the mouth of the Agri River. The preliminary results allow us to divide the Agri Valley into three reaches (sectors A, B and C), bounded by two major tectonic structures, the Armento Thrust and the Scorciabuoi Fault and characterized by different deformation and morphogenic processes. The orders of terraced surfaces have been labelled with roman numbers, starting from the youngest and lowest terrace (I) to the older ones. Except terrace I that has been observed throughout most of the valley, all other terraces are followed by a letter, indicating the sector of the Agri Valley where they occur (a, b or c) if of fluvial origin, or by the letter "m" when they represent marine terraces. The Quaternary morphological and sedimentary evolution of high Agri Valley (sector A) has been controlled mainly by the persistence, until Present time, of an important threshold occurring at the nucleus of the anticline associated to the E-verging Armento Thrust. During the Middle-Late Pleistocene, the beginning of the entrenchment of the threshold caused the progressive outpouring of the ancient Pertusillo lake, previously generated by the growing anticline, with the formation of the wide terrace (III-a) representing the top of the lacustrine deposits. On the other hand, the alluvial terraces I and II-a are possibly related to as many, probably fault-related, uplifting phases which occurred in Late Pleistocene-Holocene time. The middle Agri Valley (sector B), crossing the Middle Pliocene-Middle Pleistocene S. Arcangelo Basin, is eastward bounded by the NW-SE-trending strike-slip Scorciabuoi Fault. Four orders of asymmetrical Middle Pleistocene-Holocene alluvial terraces, showing a clear antiform warping, have been recognized in this sector. The deformed terraces, together with the shifting of the entrenching channel toward the opposite northern bank of the river, suggest that the uplift and the warping processes are likely to be associated to a blind thrust or, alternatively, to the tectonic activity of the Scorciabuoi Fault. The occurrence of a seismogenic fault in the central part of the Agri Valley would account for the strong damages (I=X MCS) undergone by the villages of Aliano and Alianello during the 1857 Basilicata earthquake (M=6.5). Finally, the low Agri Valley (sector C) is characterized by the occurrence of both alluvial and marine terraces showing a good morphological correlation. The morphotectonic analysis of the marine terraced sequence, considered as the result of the interaction between tectonic uplift and Middle-Late Quaternary eustatic changes, pointed out a non-uniform tectonic uplifting rate of the coastal area, the magnitude of which clearly decreases toward the front of the Apennines orogenic belt. Moreover, the vertical distribution of the palaeo-shorelines of the marine terraces allowed us to estimate uplift rates ranging from about 0.2 mm/a to more than 2.5 mm/a, which are more typical of fault activity rather than regional uplift.*

Parole chiave: Tettonica quaternaria; Val d'Agri; terrazzi fluviali e marini; tassi di sollevamento.

Keywords: : Quaternary tectonics; Agri Valley; fluvial and marine terraces; uplift rates.

### INTRODUZIONE

Il fiume Agri scorre in direzione circa E-O per oltre 100 km lungo il settore meridionale della Basilicata, dalla zona assiale dell'Appennino lucano fino alla costa del Mar Ionio, seguendo una direzione diagonale rispetto all'andamento della catena (Fig. 1b). La Val d'Agri è

quindi impostata su diversi domini geologici, passando dalle unità geologico-strutturali interne a quelle esterne dell'orogene appenninico fino ad attraversare, nel suo tratto finale, i depositi clastici dell'Avanfossa Bradanica (Fig. 1b). Questo settore di catena-avanfossa è stato caratterizzato da una complessa storia deformativa cominciata nel Miocene inferiore, con la messa in posto

dell'edificio a falde E-vergenti dell'Appennino, e seguita da fasi tettoniche tardo-orogeniche testimoniate da diversi sistemi strutturali sia distensivi che trascorrenti. Alcune di queste strutture sono ancora attive, come testimonia la forte sismicità storica di questa regione, colpita da numerosi eventi sismici ad alta energia, come il terremoto della Basilicata del 1857.

Questo lavoro, che rappresenta un tentativo di analisi morfotettonica della Val d'Agri, è stato suddiviso in due fasi: nella prima fase sono state individuate e interpretate le principali morfostrutture fluviali e marine presenti rispettivamente lungo il corso del fiume Agri e lungo il tratto costiero adiacente alla foce; nella seconda fase, invece, questi elementi morfologici sono stati utilizzati come elementi diagnostici degli eventi deformativi quaternari che hanno interessato questo settore della Basilicata meridionale. A questo scopo, sono state applicate metodologie d'indagine basate prevalentemente sulla sensibilità dei fiumi alle variazioni del gradiente topografico, e sulla distribuzione dei terrazzi fluviali e marini presenti rispettivamente lungo il corso d'acqua principale e in corrispondenza della foce (Schumm *et al.*, 2000; Burbank & Anderson, 2001).

Il rilevamento delle superfici terrazzate fluviali e

marine è stato eseguito mediante l'analisi aerofotogrammetrica di stereocoppie a scala 1:33.000 dell'IGM e verificato successivamente con dettagliate e specifiche indagini di terreno. I dati ottenuti sono stati così cartografati sulla base topografica a scala 1:25.000 dell'IGM. La scarsa continuità laterale dei terrazzi fluviali, assieme alla mancanza di datazioni assolute, non ha consentito una correlazione univoca tra i diversi ordini terrazzati lungo l'intero corso dell'Agri. Tuttavia, la distribuzione areale dei dati raccolti mostra una continuità sufficiente per correlare i diversi ordini terrazzati all'interno dei tratti alto (settore A), mediano (settore B) e basso (settore C) della Val d'Agri (Fig. 1). Questi tre settori, separati da due importanti soglie coincidenti con altrettante strutture neotettoniche (sovrascorrimento dell'Armento e faglia di Scorciabuoi), si differenziano in base al diverso ruolo che i principali fattori morfogenici, ovvero i processi tettonici, climatici ed eustatici, hanno giocato nell'evoluzione geomorfologica di questa valle. L'influenza di questi diversi fattori sull'evoluzione della Val d'Agri dipende fortemente dalla scala cronologica in cui vengono analizzati. Infatti, considerando che l'intervallo temporale analizzato abbraccia quasi l'intero Quaternario, è possibile affermare che il processo continuo di sollevamento

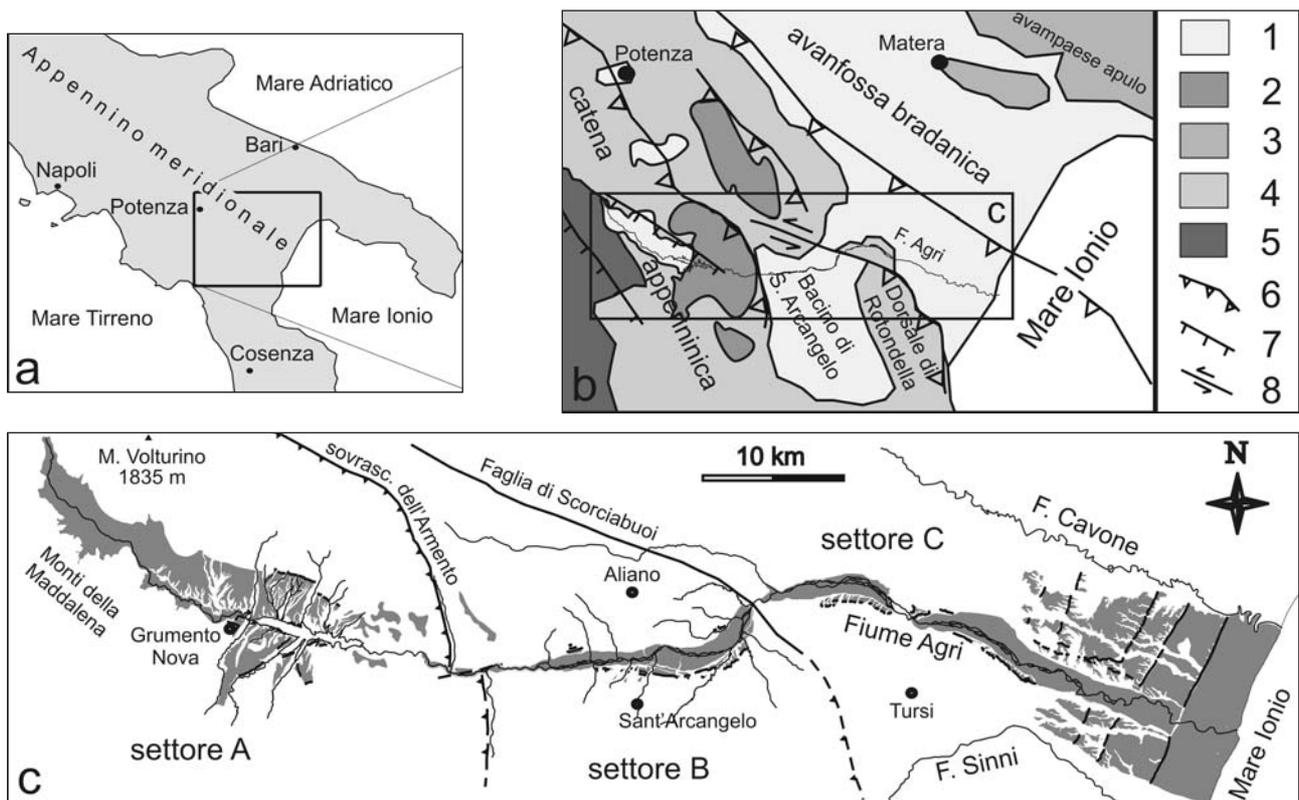


Fig. 1 - a: localizzazione regionale dell'area attraversata dalla Val d'Agri. b: schema geologico-strutturale del settore lucano dell'Appennino meridionale. Legenda: 1 = depositi clastici dell'Avanfossa Bradanica (Pliocene-Quaternario); 2 = depositi di flysch (Miocene); 3 = Unità Lagonegresi (Triassico inferiore-Miocene medio); 4 = Unità carbonatiche della piattaforma apula (Mesozoico-Cenozoico); 5 = Unità carbonatiche della piattaforma Campano-Lucana (Mesozoico-Cenozoico); 6 = sovrascorrimenti; 7 = faglie normali; 8 = faglie trascorrenti. c: carta morfotettonica schematica della Val d'Agri, in cui sono rappresentate le superfici terrazzate fluviali e marine (aree in grigio) con i rispettivi bordi interni e le due principali strutture tettoniche che segmentano la valle e che permettono di distinguere tre settori.

a: Southern Italy map and location of the investigated area. b: geological-structural sketch of the Lucanian Apennines. Legend: 1 = clastic deposits of the Bradanic foredeep (Pliocene-Quaternary); 2 = flysch deposits (Miocene); 3 = Lagonegro units (Lower Triassic-Middle Miocene); 4 = carbonates of the Apulian platform (Mesozoic-Cenozoic); 5 = carbonates of the Campania-Lucania platform (Mesozoic-Cenozoic); 6 = thrust faults; 7 = normal faults; 8 = strike-slip faults. c: morphotectonic sketch of the Agri Valley, showing the fluvial and marine terraces (grey-coloured areas) with their inner edges and the two principal tectonic structures cutting the valley allowing the distinction of three sectors.

tettonico regionale, sebbene caratterizzato da tassi sicuramente variabili nel tempo, può essere considerato il fattore morfogenico preponderante nell'evoluzione della valle, rispetto ai processi ciclici come le variazioni climatiche ed eustatiche. A questo proposito, è importante sottolineare che un processo ciclico può lasciare una traccia morfologica in un sistema fluviale soltanto se il suo periodo di oscillazione è superiore al tempo di risposta del sistema fluviale stesso, che è generalmente nell'ordine di  $10^3$  anni (Vandenbergh, 2002). Di conseguenza, le variazioni climatiche comprese tra quelle stagionali e quelle millenarie non possono lasciare una traccia morfologica evidente lungo una valle fluviale. Un ruolo morfogenico ben diverso hanno invece avuto le principali oscillazioni eustatiche quaternarie, in particolare lungo quei tratti del fiume Agri che si trovavano in prossimità della paleolina di costa. L'impatto morfogenico importante delle oscillazioni eustatiche è legato principalmente al loro lungo periodo di ciclicità ( $10^4$ - $10^5$  anni) e alla loro notevole escursione verticale (120-150 m tra un piccolo glaciale e un piccolo interglaciale).

I diversi ordini di superfici fluviali, marine e continentali sono stati indicati mediante cifre romane, crescenti dagli ordini più bassi e recenti a quelli più elevati

e antichi. Ognuno dei settori è ovviamente caratterizzato da una numerazione dei terrazzi fluviali autonoma, evidenziata dalla lettera del settore (a, b o c) che segue il numero romano, mentre i terrazzi d'origine marina sono indicati dalla lettera "m". A questa classificazione fa eccezione la superficie alluvionale più recente (terrazzo I), che è presente con una buona continuità laterale lungo l'intero corso dell'Agri. E' da notare che lungo alcuni tratti tale superficie, che rappresenta sempre il tetto dei depositi fluviali più recenti, costituisce l'attuale letto di piena del fiume, mentre lungo altri tratti la stessa superficie appare sospesa rispetto al canale attuale, formando così il terrazzo fluviale più giovane tra quelli rilevati in questo studio.

Nelle sezioni successive del presente articolo, saranno descritti e discussi separatamente, da un punto di vista dell'evoluzione morfologica e fluviale, i tre settori in cui è stata suddivisa la valle del Fiume Agri.

*Settore A: alta Val d'Agri*

L'alta Val d'Agri (Fig. 2) attraversa il settore interno dell'Appennino lucano che è costituito da un sistema a pieghe e sovrascorrimenti (*fold-and-thrust system*) NE-vergente strutturatosi tra il Miocene inferiore

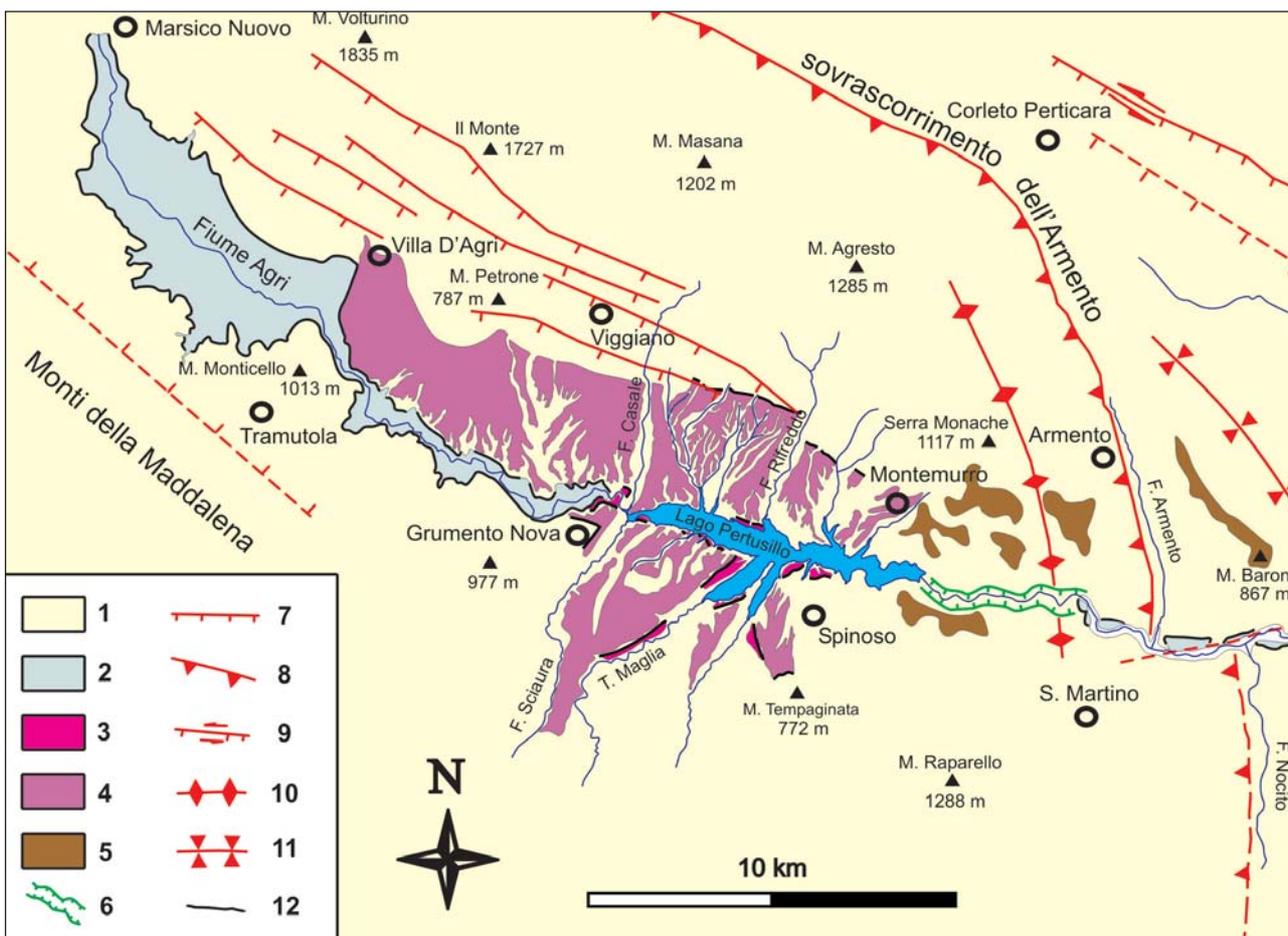


Fig. 2 - Carta morfotettonica dell'alta Val d'Agri (settore A). Legenda: 1 = substrato delle superfici terrazzate e dei terrazzi fluviali quaternari; 2 = terrazzo fluviale I; 3 = terrazzo fluviale II-a; 4 = terrazzo fluviale III-a; 5 = superficie terrazzata IV-a; 6 = tratto fluviale inforrauto; 7 = faglia diretta; 8 = sovrascorrimento; 9 = faglia trascorrente; 10 = traccia assiale di anticlinale; 11 = traccia assiale di sinclinale; 12 = bordo interno di terrazzo.

*Morphotectonic map of the high Agri Valley (sector A). Legend: 1 = substratum of the Quaternary terraced surfaces and fluvial terraces; 2 = fluvial terrace I; 3 = fluvial terrace II-a; 4 = fluvial terrace III-a; 5 = terraced surface IV-a; 6 = fluvial canyon; 7 = normal fault; 8 = thrust fault; 9 = strike-slip fault; 10 = axial trace of anticline; 11 = axial trace of syncline; 12 = inner edge of terrace.*

(D'Argenio *et al.*, 1973) ed il Pleistocene inferiore (Carbone *et al.*, 1991; Cinque *et al.*, 1993). I terreni coinvolti nella deformazione orogenica, prevalentemente mesozoici, appartengono sia alle unità lagonegresi (Scandone, 1967), che alle unità di piattaforma carbonatica (Scandone, 1971). Nel settore orientale dell'alta Val d'Agri, il substrato mesozoico è ricoperto dai depositi flyschoidi miocenici delle formazioni di Gorgoglione e Albidona.

Questo settore della Val d'Agri è delimitato verso est da una soglia morfostrutturale rappresentata da una serie di rilievi localizzati tra l'abitato di Montemurro e il torrente Armento (Fig. 2) e litologicamente costituiti dai terreni silicoclastici della formazione di Gorgoglione. Quest'area di soglia coincide con la zona assiale di una anticlinale con asse orientato NNO-SSE strutturalmente associata al sovrascorrimento dell'Armento. Questa struttura fa parte di una serie di sovrascorimenti principali che caratterizzano il quadro strutturale dell'alta Val d'Agri e che mostrano una geometria generalmente arcuata con convessità verso est e con una direzione media N150°, coincidente con l'andamento dell'intera dorsale appenninica.

Il profilo longitudinale del canale attuale del fiume Agri, infatti, conferma la presenza di una netta variazione di pendenza (*knick-point*) in corrispondenza della zona assiale di questa anticlinale (Fig. 3), suggerendo che il processo di erosione regressiva, che dovrebbe portare il fiume a raggiungere il profilo di equilibrio ideale, è tuttora in corso.

Le principali strutture di tipo contrazionale sono disseccate ad alto angolo da diversi sistemi di faglie estensionali e trascorrenti, riferibili alle fasi tettoniche tardo-orogene del Pleistocene. Il più importante tra questi sistemi strutturali borda il bacino intramontano nel quale si sviluppa l'alta Val d'Agri ed è formato da faglie a direzione media N 120° (Fig. 2), caratterizzate da una cinematica trascorrente sinistra durante il Pleistocene inferiore e riattivate come faglie dirette durante il Pleistocene medio (Giano *et al.*, 2000).

Il riempimento sedimentario del bacino è costituito da una successione clastica quaternaria, denominata 'Complesso Val d'Agri' (Di Niro *et al.*, 1992), caratterizzata da argille e limi lacustri alla base, che passano verso l'alto a depositi marcatamente fluviali, per terminare al tetto con uno spessore di depositi caotici di conoide alluvionale.

La morfologia dell'alta Val d'Agri è alquanto differenziata: infatti, mentre lungo il tratto più elevato del suo corso il fiume Agri scorre all'interno di un fondo vallivo piatto e alluvionato, a cominciare dagli abitati di Villa d'Agri e Tramutola i versanti della valle cominciano ad essere reinci e terrazzati dal fiume e dai suoi affluenti. Sui versanti del settore centro-orientale dell'alta Val d'Agri sono stati rilevati quattro ordini di superfici terrazzate (I, II-a, III-a e IV-a), sia erosionali che deposizionali, impostate sia sul substrato pre-quaternario che sul tetto dei depositi clastici quaternari del Complesso Val d'Agri (Fig. 2).

Alcuni relitti della superficie più antica (terrazzo IV-a), costituita da una spianata d'erosione impostata prevalentemente sui depositi terrigeni miocenici del Flysch di Gorgoglione, sono ubicati su ambedue i versanti vallivi tra Montemurro e il torrente Armento, ad una quota compresa tra 780 e 850 m circa. Questa superficie è stata attribuita al Pleistocene medio (Di Niro *et al.*,

1992) sulla base di una correlazione fisica con una superficie sviluppata a quote analoghe al tetto delle 'Sabbie e conglomerati di Serra Corneta', affioranti a est dell'Armento, nel bacino di Sant'Arcangelo, e attribuite al Pleistocene medio (Pieri *et al.*, 1994; Casciello *et al.*, 2000). Se questa interpretazione è corretta, il Pleistocene medio rappresenta, probabilmente nella sua parte inferiore, il limite cronologico inferiore dell'intera successione terrazzata dell'alta Val d'Agri.

Il terrazzo III-a è rappresentato da una superficie ampia e piuttosto continua, riconoscibile sui due versanti dell'Agri compresi tra Villa D'Agri e Montemurro ed estesa nella fascia altimetrica compresa tra 560 m e 700 m circa. Probabilmente, lungo il versante sinistro della valle la superficie di ordine III-a è presente anche a quote più elevate, ricoperta da alcuni conoidi alluvionali. La superficie di ordine III-a è disseccata trasversalmente dai numerosi torrenti che affluiscono nell'asta fluviale principale e che incidono profondamente i sedimenti fluvio-lacustri del Complesso Val d'Agri. Una caratteristica peculiare di questo ordine terrazzato è la sua notevole ampiezza, intesa come distanza tra bordo interno e bordo esterno, che varia da un minimo di 3 km circa fino a raggiungere un massimo di 5 km circa sul versante destro dell'Agri, ad est di Grumento Nova. La superficie terrazzata è impostata quasi interamente sul top dei depositi fluvio-lacustri quaternari del Complesso Val d'Agri, per cui la sua età risulta compresa tra l'età del terrazzo IV-a (Pleistocene medio basale) e l'età del tetto del Complesso Val d'Agri (Pleistocene superiore).

La successione terrazzata dell'alta Val d'Agri termina con due ordini di terrazzi fluviali (terrazzi II-a e I), anch'essi impostati sui depositi quaternari della valle e rappresentati da due superfici molto meno ampie del terrazzo III-a, che si estendono tra Grumento Nova e Spinoso sia parallelamente al corso dell'Agri, sia lungo alcuni tributari di destra, come il torrente Maglia (Fig. 2). Il bordo interno del terrazzo II-a si trova ad una quota di circa 550 m, mentre il bordo esterno viene stagionalmente sommerso dalle acque del lago artificiale del Pertusillo, il cui livello è stato fissato a circa 530 m sulla base cartografica a scala 1:50.000 utilizzata per questo lavoro. Poiché l'analisi aereofotogrammetrica è stata eseguita su stereocoppie scattate in un periodo precedente alla costruzione della diga del Pertusillo, è stato possibile individuare anche l'ordine terrazzato più recente (terrazzo I), di solito completamente sommerso dalle acque dell'invaso e quindi non cartografabile attualmente, delimitato a monte da un bordo interno localizzato ad una quota media di circa 520 m.

La mancanza di riferimenti cronologici assoluti all'interno della successione di terrazzi fluviali del settore A della Val d'Agri, non consente di elaborare una precisa interpretazione quantitativa dell'evoluzione morfotettonica di questo settore. Tuttavia, la distribuzione e le caratteristiche morfologiche delle superfici terrazzate, assieme all'analisi stratigrafica dei depositi clastici quaternari che riempiono il bacino dell'alta Val d'Agri, indicano che questo settore ha subito un'evoluzione morfologica e sedimentaria controllata prevalentemente dallo sviluppo della soglia in corrispondenza dell'anticlinale con asse NNO-SSE associata al sovrascorrimento dell'Armento. Anche un possibile effetto di morfoselezione ha certamente influito sull'evoluzione di questo tratto del fiume, dove si può tuttora notare (Fig. 3) l'esistenza di un *knick-point* lungo il profilo del fondo valle. E'

comunque evidente che, poiché la forra formatasi attraverso l'anticlinale dell'Armento incide un'unica litologia (Flysch di Gorgoglione), quest'ultimo effetto non può da solo giustificare la presenza di terrazzi fluviali.

L'attribuzione della superficie di spianamento di ordine IV-a al Pleistocene medio (Di Niro *et al.*, 1992) pone un limite *ante quem* all'intera successione terrazzata di questo settore. Nell'intervallo di Pleistocene

medio compreso tra la formazione della superficie di ordine IV-a e il terrazzo di ordine III-a, si è verificato l'episodio di parziale riempimento del settore dell'alta Val d'Agri che ha portato alla deposizione delle argille lacustri basali del Complesso Val d'Agri (Di Niro *et al.*, 1992). E' possibile ipotizzare che questo episodio deposizionale sia collegato con una fase di forte innalzamento relativo della soglia, durante la quale il fiume Agri

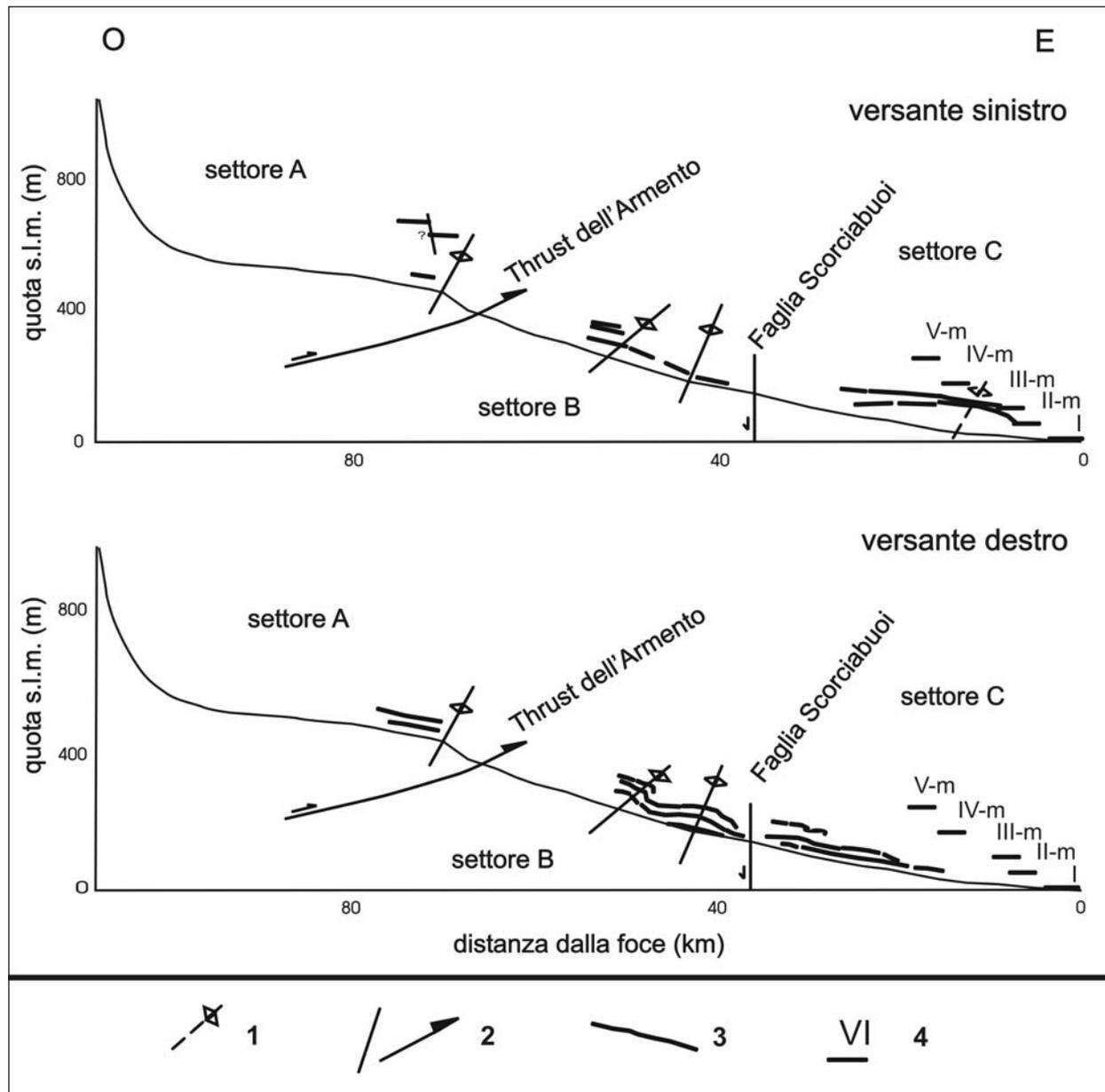


Fig. 3 - Proiezione longitudinale dei bordi interni dei terrazzi fluviali e marini presenti rispettivamente sui versanti della Val d'Agri e lungo il tratto costiero ionico adiacente alla foce del fiume. Sono inoltre schematizzati i principali elementi strutturali che intersecano la valle. Si notino la brusca variazione di pendenza (*knick-point*) lungo il profilo del terrazzo fluviale di ordine I in corrispondenza dell'anticlinale dell'Armento (settore A), i terrazzi fluviali deformati in riva destra della media Val d'Agri (settore B) e la corrispondenza morfologica tra terrazzi fluviali e marini dello stesso ordine nell'ultimo tratto fluviale (settore C). Legenda: 1 = asse di anticlinale; 2 = faglia; 3 = traccia longitudinale di bordo interno di terrazzo fluviale; 4 = traccia di bordo interno di terrazzo marino, e relativo ordine.

*Longitudinal projection of the inner edges of the fluvial and marine terraces occurring on the flanks of the Agri Valley and along the Ionian coastal reach of the river mouth. Main structural features are also sketched. It is worthy to note the knick-point in the profile of the fluvial terrace I, corresponding to the Armento anticline (sector A), the warped fluvial terraces along the right flank of the middle Agri Valley (sector B) and the morphological continuity of the fluvial and marine terraces of the same order along the last fluvial reach (sector C). Legend: 1 = axis of anticline; 2 = fault; 3 = longitudinal trace of the inner edge of fluvial terrace; 4 = trace of inner edge of marine terrace and relative order.*

continua comunque ad incidere un profondo *canyon* perpendicolarmente alla zona di cerniera dell'anticlinale, ma con una velocità inferiore a quella del sollevamento tettonico della soglia. Si è così formato l'attuale profilo a geometria articolata.

Alla fine del Pleistocene superiore, il tasso di sollevamento relativo della soglia diminuisce fino ad essere superato dal tasso di incisione verticale dell'Agri, con il conseguente svuotamento graduale del 'paleolago' del Pertusillo. Il risultato morfologico di questo processo è rappresentato dall'ampia superficie del terrazzo III-a impostata sul tetto del Complesso Val d'Agri. La continuità del fenomeno, testimoniata dalla particolare ampiezza e regolarità morfologica della superficie del terrazzo III-a, conferma l'avvenuto arresto del processo di sollevamento tettonico dell'area di soglia e la persistenza di un 'effetto filtro' generato dalla soglia stessa che ha annullato l'influenza delle oscillazioni eustatiche sull'evoluzione morfologica dei versanti sia del lago che del *canyon* in incisione.

In questa ipotesi di modello morfo-evolutivo indipendente dalle oscillazioni eustatiche, i due ordini di terrazzi fluviali più recenti II-a e I possono essere interpretati come il risultato di altrettante fasi di sollevamento locale che sono state tentativamente attribuite all'attività recente di una o più strutture bordiere dell'alta Val d'Agri (Fig. 2; Burrato, 1995). Inoltre, anche le variazioni climatiche potrebbero aver giocato un ruolo nella formazione dei terrazzi fluviali. Non conoscendo, però, l'età precisa

di questi ultimi, non è possibile quantificare il contributo climatico nell'intero processo evolutivo.

#### Settore B: media Val d'Agri

Questo settore di valle è compreso tra l'Armento e un'altra importante soglia di origine tettonica rappresentata dalla faglia di Scorciabuoi (Lentini & Vezzani, 1974), una struttura lunga circa 40 km e caratterizzata da un andamento curvilineo, con direzione variabile da ONO-ESE a NO-SE (Fig. 4). L'attività di questa faglia, che sembra essere iniziata nel Pleistocene medio (Pieri *et al.*, 1997), è stata caratterizzata da una cinematica inizialmente di tipo traspressivo sinistro, in quanto tale struttura ha probabilmente agito come rampa laterale-obliqua del sovrascorrimento che ha prodotto l'anticlinale di Rotondella (Fig. 1). Successivamente, nell'attuale regime tettonico estensionale che caratterizza l'asse della catena appenninica, la faglia di Scorciabuoi è stata invertita acquisendo così una cinematica trassensiva destra (Casciello, 2002).

Il tratto centrale della Val d'Agri scorre sulle successioni sedimentarie del bacino di Sant'Arcangelo, interpretato come *thrust-top basin* formatosi nel Pliocene superiore sui sovrascorrimenti più esterni dell'Appennino Lucano ed evolutosi a bacino di *piggy-back* nel Pleistocene inferiore-medio (Pieri *et al.*, 1994; Casciello, 1999). Questo bacino è prevalentemente caratterizzato da tre sequenze deposizionali marine, d'età compresa tra il Pliocene superiore e il Pleistocene

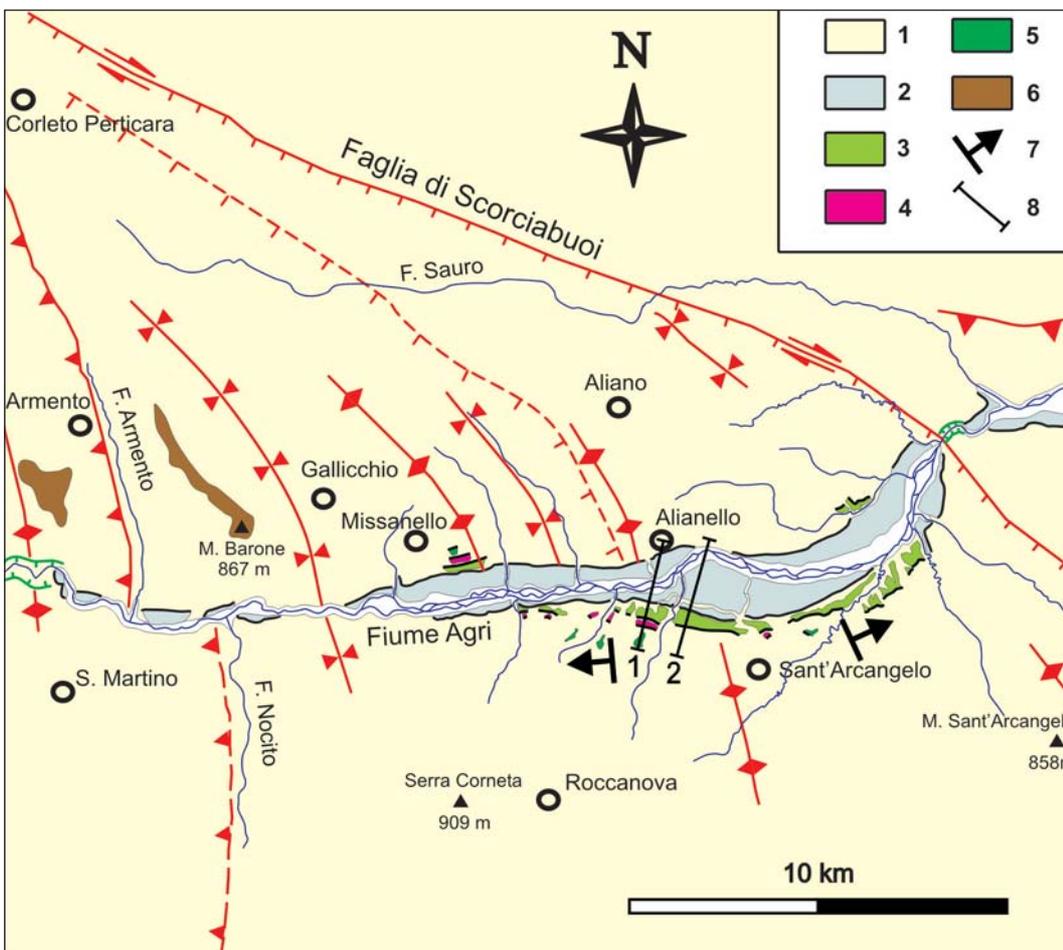


Fig. 4 - Carta morfotettonica della media Val d'Agri (setto-re B).

Legenda: 1 = substrato dei terrazzi fluviali quaternari; 2 = terrazzo fluviale I; 3 = terrazzo fluviale II-b; 4 = terrazzo fluviale III-b; 5 = terrazzo fluviale IV-b; 6 = superficie terrazzata V-b; 7 = immersione delle superfici terrazzate; 8 = traccia delle sezioni trasversali rappresentate in figura 5.

Morphotectonic map of the middle Agri Valley (sector B). Legend: 1 =? substratum of the Quaternary fluvial terraces; 2 = fluvial terrace I; 3 = fluvial terrace II-b; 4 = fluvial terrace III-b; 5 = fluvial terrace IV-b; 6 = terraced surface V-b; 7 = dip of the terraced surfaces; 8 = trace of the cross-sections represented in figure 5.

inferiore, ricoperte da una sequenza sedimentaria continentale del Pleistocene medio, denominata Formazione di Serra Corneta (Pieri *et al.*, 1994). Gli elementi morfologici fluviali presenti lungo questo secondo settore si sono quindi sviluppati in un intervallo compreso tra la parte alta del Pleistocene medio e l'Olocene.

In corrispondenza del bordo orientale del bacino di Sant'Arcangelo, la faglia di Scorciabuoi mette in contatto laterale i depositi clastici plio-pleistocenici precedentemente descritti con i terreni bacinali meso-cenozoici e i depositi silicoclastici miocenici delle unità Sicilidi, strutturalmente localizzati in corrispondenza della dorsale di Rotondella (Pieri *et al.*, 1997). La funzione di 'soglia' della faglia di Scorciabuoi rispetto all'attività erosiva dell'Agri è probabilmente legata alla presenza di litotipi caratterizzati da un grado di erodibilità sensibilmente diverso, in quanto i terreni sicilidi sono generalmente meno erodibili dei depositi clastici del bacino di Sant'Arcangelo.

Lungo la media Val d'Agri sono stati riconosciuti tre ordini di terrazzi fluviali più alti del terrazzo I, che mostrano una distribuzione notevolmente asimmetrica sviluppata prevalentemente lungo la riva destra dell'Agri (Fig. 4). La successione terrazzata è ottimamente esposta in corrispondenza di una fascia lunga circa 12 km in prossimità dell'abitato di Sant'Arcangelo (riva destra), mentre in riva sinistra la serie di terrazzi è visibile solo per una distanza di alcune centinaia di metri a SE dell'abitato di Missanello.

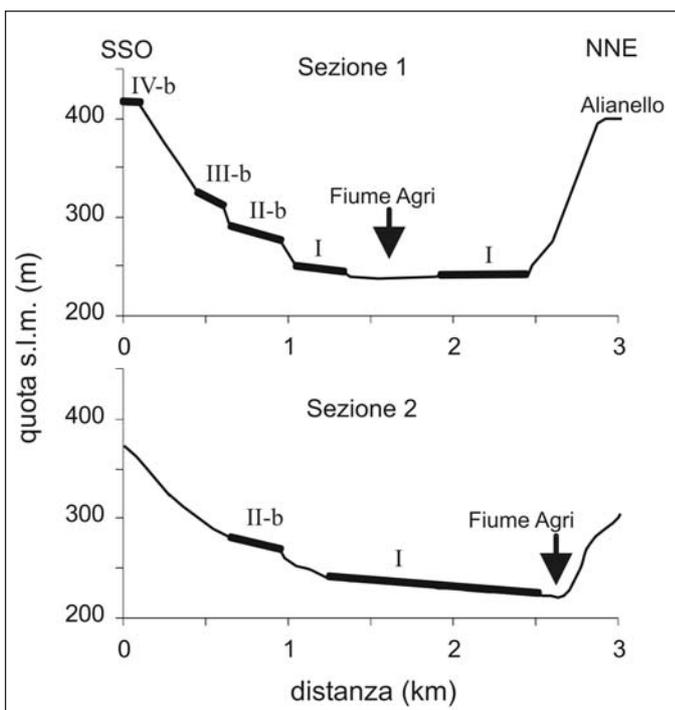


Fig. 5 - Sezioni trasversali del fiume Agri, eseguite a ovest dell'abitato di Sant'Arcangelo (ubicazione in figura 4). Si noti l'asimmetria dei terrazzi fluviali II-b, III-b e IV-b, presenti solo sul fianco meridionale della valle (sezione 1), e la migrazione del fiume verso nord in concomitanza con il sollevamento del terrazzo I (sezione 2).

*Cross-sections of the Agri Valley, traced west to the Sant'Arcangelo village (for location, see fig. 4). The asymmetry of terraces II-b, III-b and IV-b, occurring only along the southern flank of the valley (section 1), and the northward migration of the Agri river in the area where the terrace I is uplifted (section 2) are observed.*

Il profilo longitudinale dei bordi interni delle superfici terrazzate (Fig. 3) evidenzia un piegamento antiforame dei terrazzi fluviali, compreso l'ultimo terrazzo alluvionale (terrazzo I). Sebbene non sia possibile determinare la direzione e l'immersione dell'asse di questa anticlinale, è probabile che il suo orientamento sia analogo all'andamento assiale del sistema di strutture plicative sviluppato sui depositi marini e continentali del Bacino di Sant'Arcangelo (Fig. 4). Questa analogia strutturale suggerisce che i terrazzi fluviali possano essere stati sollevati e piegati a causa dell'attività tardo pleistocenica di una faglia inversa minore sepolta e parallela alle principali strutture superficiali presenti nel settore della media Val d'Agri (Fig. 4).

Inoltre, è da notare che, in corrispondenza della sezione 1 (Fig. 5) tracciata a circa 3 km ad ovest di Sant'Arcangelo, i terrazzi fluviali occupano una fascia altimetrica compresa tra 420 m (terrazzo IV-b) e 240 m circa. Le sezioni 1 e 2 (Fig. 5), tracciate a poche centinaia di metri l'una dall'altra, mostrano la netta asimmetria della distribuzione dei terrazzi fluviali presenti, in questo settore, solo sul versante destro del fiume. Risulta quindi evidente, in questo tratto del fiume, uno spostamento verso nord dell'attuale letto. E' probabile che gli apporti sedimentari progressivamente scaricati nell'Agri dal suo affluente di destra Fiumarella di Roccanova abbiano causato tale migrazione dell'asta fluviale principale, favorendo così l'erosione dei terrazzi fluviali che presumibilmente si erano formati anche sul versante settentrionale. In alternativa a tale ipotesi, legata alle normali dinamiche fluviali erosivo-deposizionali, è però verosimile imputare tali variazioni altimetriche (longitudinale e trasversale) a fenomeni deformativi recenti associati alle strutture plicative presenti in questo settore del Bacino di Sant'Arcangelo (Fig. 4).

Le osservazioni eseguite in corrispondenza del tratto vallivo intersecato dalla faglia di Scorciabuoi hanno fornito le seguenti indicazioni sull'attività di questa struttura. Il profilo longitudinale del letto fluviale attuale (Fig. 3) mostra una leggera variazione di pendenza in corrispondenza dell'intersezione con la faglia di Scorciabuoi, non permettendo però di separare l'effetto dovuto alla tettonica da quello legato alle diverse litologie incise dal fiume. L'evidente deviazione quasi ad angolo retto del corso dell'Agri, che a pochi km a sud della faglia passa da una direzione circa E-W ad una direzione circa NNE-SSO, sembra invece geometricamente compatibile con una dislocazione cumulativa chilometrica associata alla cinematica trascorrente sinistra, già ipotizzata per questa struttura (Casciello, 2002). Dall'analisi della morfologia del fiume, comunque, non si hanno elementi per riconoscere l'evidenza di una attività tettonica recente di questa faglia che è stata ipotizzata come struttura sismogenica, potenzialmente associata all'evento sismico della Basilicata del 1857 (Lizza, 2001).

#### *Settore C: bassa Val d'Agri*

Il settore più basso della Val d'Agri è caratterizzato non solo dalla presenza di tre ordini di terrazzi fluviali ben definiti, ma anche da una sequenza di sei terrazzi marini che si estendono lungo il tratto costiero ionico adiacente alla foce del fiume (Fig. 6a). Analogamente ai terrazzi fluviali, anche quelli marini vengono indicati con cifre romane crescenti procedendo dall'ordine più

basso e recente verso quello più alto e più antico.

Dal punto di vista sedimentario, i terrazzi costieri sono costituiti da depositi marini conglomeratico-sabbiosi caratterizzati dalla classica geometria cuneiforme legata all'aumento di spessore che si osserva procedendo dal bordo interno al bordo esterno di ogni singolo ter-

razzo. Questi corpi sedimentari terrazzati poggiano in discordanza sulle argille marnose grigio-azzurre dell'Avanfossa Bradanica (Fig. 1), il cui tetto stratigrafico è attribuito al Pleistocene inferiore (Carbone *et al.*, 1991).

I cinque ordini di terrazzi più bassi (Fig. 6b) sono

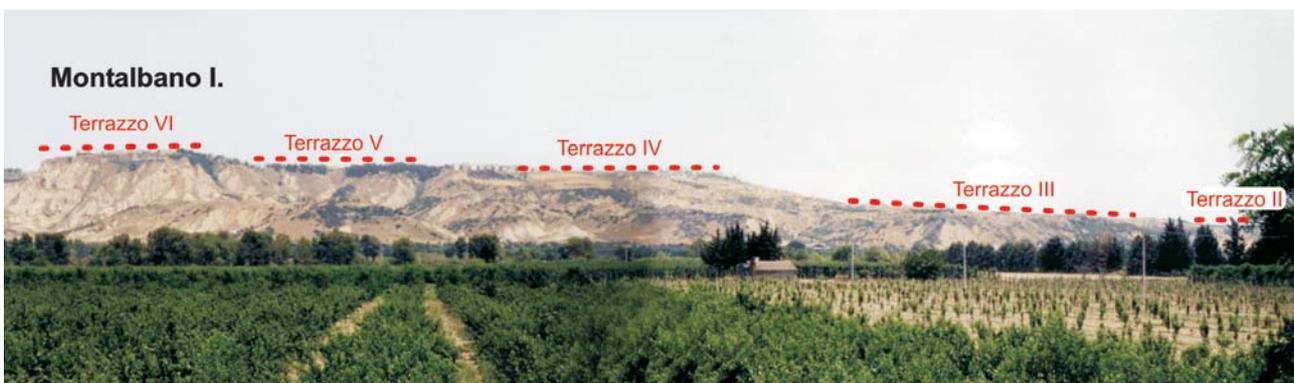
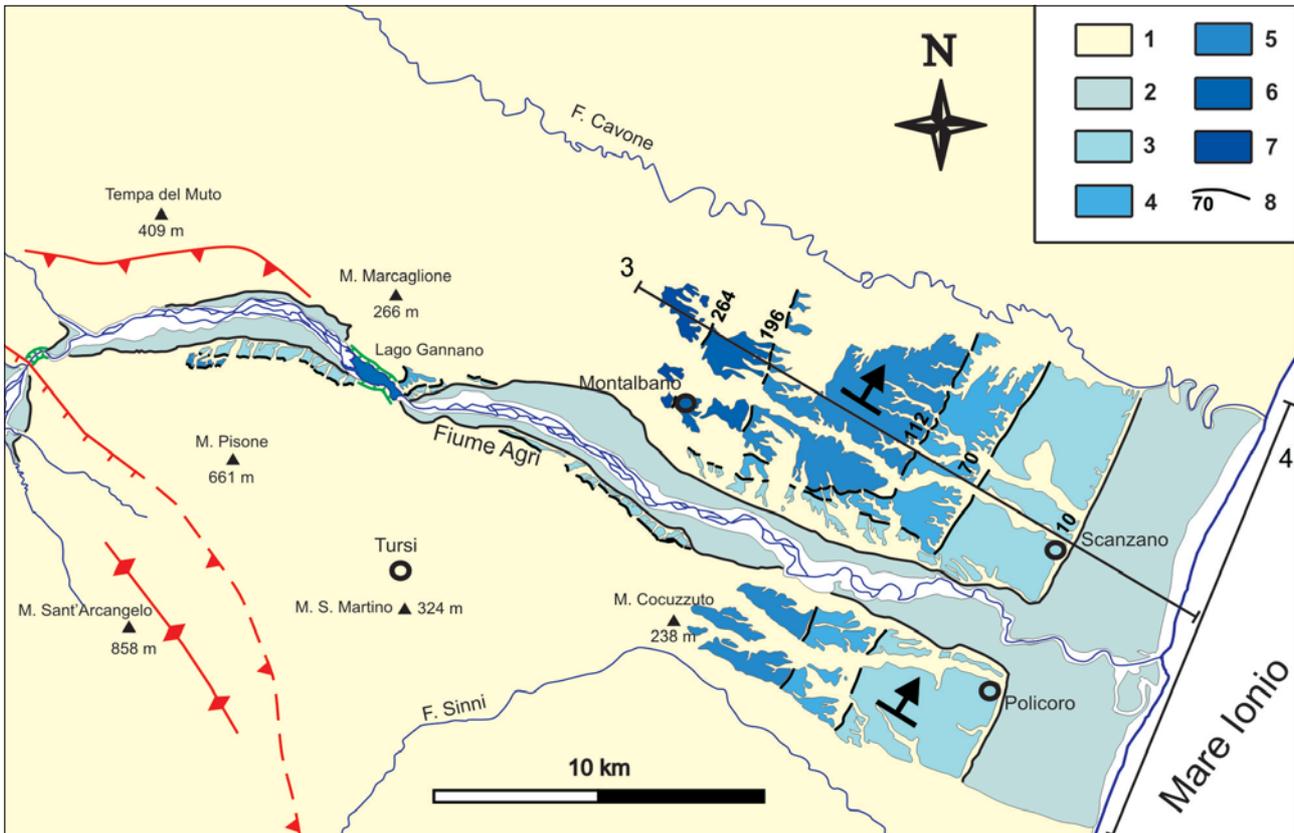


Fig. 6 - a) Carta morfotettonica della bassa Val d'Agri (settore C). Legenda: 1 = substrato dei terrazzi fluviali e marini quaternari; 2 = terrazzo fluviale I e terrazzo marino I-m; 3 = terrazzo fluviale II-c e terrazzo marino II-m; 4 = terrazzo fluviale III-c e terrazzo marino III-m; 5 = terrazzo marino IV-m; 6 = terrazzo marino V-m; 7 = terrazzo marino di ordine VI-m; 8 = bordo interno di terrazzo marino e/o fluviale con relativa quota in metri s.l.m.

- b) Panoramica da S della serie di terrazzi marini dell'area di Montalbano, localizzati lungo il versante sinistro della bassa Val d'Agri (settore C) e poggianti in discordanza sulle argille azzurre plio-pleistoceniche dell'Avanfossa Bradanica. In primo piano, il terrazzo fluviale I. Il terrazzo marino più basso (I-m) non è visibile.

a) *Morphotectonic map of the low Agri Valley (sector C). Legend: 1 = substratum of the Quaternary fluvial and marine terraces; 2 = fluvial terrace I and marine terrace I-m; 3 = fluvial terrace II-c and marine terrace II-m; 4 = fluvial terrace III-c and marine terrace III-m; 5 = marine terrace IV-m; 6 = marine terrace V-m; 7 = marine terrace VI-m; 8 = inner edge of fluvial and/or marine terrace and its elevation in m a.s.l.*

- b) *View from S to N of the sequence of marine terraces of the Montalbano area, developed along the left flank of the Agri Valley and overlying the Plio-Pleistocene clays of the Bradanic foredeep. In the foreground, the fluvial terrace I. The lowest marine terrace I-m is not visible.*

delimitati verso monte dalle loro rispettive paleolinee di costa, mentre il terrazzo più alto, sul quale è stata costruita la parte più antica dell'abitato di Montalbano, è rappresentato da una superficie isolata che verso l'entroterra si interrompe bruscamente in corrispondenza di un versante calanchivo inciso sulle sottostanti argille azzurre. I tre ordini di terrazzi fluviali presenti su ambedue le rive del fiume (III-c, II-c e I), mostrano una chiara continuità fisica con i terrazzi III-m, II-m e I-m, rispettivamente. Infatti, è facile osservare come ogni coppia di terrazzo fluviale e terrazzo marino correlati sia delimitata a monte dallo stesso bordo interno che, in prossimità della costa, curva ad angolo retto, passando da un'orientazione perpendicolare alla costa ad un'orientazione parallela ad essa. Questo tipo di correlazione morfologica è sufficiente per confermare che i tratti di scarpata paralleli alla linea di costa attuale sono sicuramente interpretabili come bordi interni di terrazzi marini, escludendo la possibilità che si tratti di eventuali scarpate di faglie dirette che dislocano verticalmente un singolo terrazzo marino. Inoltre, il segnale eustatico assieme al sollevamento tettonico rappresentano evidentemente i fattori morfogenici più importanti anche per la formazione dei terrazzi fluviali presenti lungo il tratto finale del fiume Agri.

Per quanto riguarda i terrazzi marini che sono presenti in prossimità della foce dell'Agri, si è utilizzato un modello di deformazione basato sull'assunzione generale secondo cui una successione marina terrazzata pleistocenica rappresenta il risultato geomorfologico più evidente dell'interazione tra il sollevamento tettonico di un'area costiera e le oscillazioni glacio-eustatiche globali del livello marino (Selli, 1962; Lajoie, 1986; Westaway, 1993; Bosi *et al.*, 1996; Armijo *et al.*, 1996; Bianca *et al.*, 1999).

Le oscillazioni glacio-eustatiche quaternarie sono state oggetto di numerosi studi precedenti (Chappell, 1974; Ward, 1985; Chappell & Shackleton, 1986; Aharon & Chappell, 1986; Shackleton, 1987; Chappell *et al.*, 1996), che hanno consentito l'elaborazione di un modello di curva eustatica (Fig. 8), riferita agli ultimi 400 ka e che può essere ormai considerata sufficientemente affidabile e valida a scala globale. La curva eustatica evidenzia come il livello marino abbia subito oscillazioni assolute di circa 120-130 m, tra le fasi glaciali di basso eustatico (picchi 'freddi', indicati con le cifre pari) e le fasi interglaciali di alto eustatico (picchi 'caldi', indicati con le cifre dispari). Inoltre, è importante osservare che negli ultimi 400 ka il mare ha superato il livello attuale soltanto durante lo stadio interglaciale 5.5 (125 ka), detto Eutirreniano (+6 m; Chappell & Shackleton, 1986).

Un singolo terrazzo marino è costituito da un insieme più o meno complesso di elementi erosivi e deposizionali (bordi interno ed esterno, superficie superiore, deposito marino, ecc.) formatosi durante una fase di stazionamento relativo del livello marino rispetto alla terraferma. Verso monte, il terrazzo marino è delimitato dal bordo interno, che corrisponde alla paleolina di costa relativa al livello massimo raggiunto dal mare durante la relativa fase di alto stazionamento eustatico (Bloom *et al.*, 1974; Ota, 1994; Bosi *et al.*, 1996).

Lungo un'ipotetica fascia costiera non soggetta a movimenti tettonici verticali, sarebbe quindi possibile osservare un unico terrazzo marino con la relativa paleolina di costa, assieme al suo corrispondente terrazzo fluvio-alluvionale lungo l'ultimo tratto degli even-

tuali corsi d'acqua presenti, tutti correlati allo stadio OIT 5.5 (Eutirreniano, 125 ka), mentre le eventuali tracce di stazionamento marino degli altri stadi interglaciali sarebbero attualmente sommerse. Una paleolina di costa rappresenta quindi un elemento morfologico, originariamente orizzontale, formatosi ad una quota assoluta deducibile, in seguito ad una sua datazione diretta o indiretta, dalla curva eustatica di riferimento. La quota attuale ( $Q_f$ ) di una paleolina di costa è funzione della sua età, della quota iniziale ( $Q_i$ ) alla quale si è formata e della velocità del sollevamento tettonico ( $S_t$ ), secondo la formula:

$$Q_f = (\text{età} \times S_t) + Q_i$$

dalla quale si può ricavare il sollevamento tettonico

$$S_t = (Q_f - Q_i) / \text{età}.$$

Di conseguenza, le quote assolute di una serie di paleolinee di costa datate, misurate lungo sezioni trasversali, consentono di ottenere dei diagrammi di velocità di sollevamento che quantificano la storia deformativa dell'area costiera in esame.

E' importante rilevare che un tasso di sollevamento medio di 0,2-0,3 mm/a è sufficiente per consentire la 'fossilizzazione' dell'intera successione di terrazzi marini relativi ai principali picchi interglaciali della curva eustatica (Bianca, 1998), a partire dal terrazzo di età corrispondente all'inizio del processo di sollevamento. Tuttavia, perché ciò si verifichi è necessario che il processo di sollevamento sia continuo per un intervallo di tempo dell'ordine di  $10^4$ - $10^5$  anni, corrispondente al periodo delle principali oscillazioni eustatiche (Fig. 7a).

Questo modello di morfogenesi assume una particolare importanza nello studio dei settori costieri terrazzati in cui le evidenze geomorfologiche, possibilmente integrate con almeno un vincolo cronologico assoluto, confermano la persistenza di un processo di sollevamento tettonico quaternario continuo e sufficientemente veloce, in quanto consente la datazione indiretta dell'intera successione di terrazzi marini.

Gli studi precedenti sulla distribuzione dei terrazzi marini presenti lungo il settore costiero dell'Avanfossa Bradanica sono concordi nell'attribuire l'intera successione terrazzata al Pleistocene medio-superiore (De Marco, 1990; Amato *et al.*, 1997). La presenza stessa di sei ordini di terrazzi marini medio-suprapleistocenici rappresenta l'evidenza geomorfologica più convincente del fatto che questo settore costiero è stato interessato da un sollevamento tettonico sufficientemente rapido da consentire la registrazione morfologica di una serie continua di alti stazionamenti marini corrispondenti ad alcuni dei principali picchi interglaciali della curva eustatica globale (Fig. 7a).

Sebbene nessuno dei terrazzi marini analizzati in questo lavoro sia stato datato, alcune datazioni assolute sono state eseguite su alcuni terrazzi presenti immediatamente a sud della foce dell'Agri. In particolare, nei pressi di Rocca Imperiale, un terrazzo posto a circa 100 m di quota è stato attribuito allo stadio isotopico 5.3 tendente al 5.5 (Fig. 7a), che corrisponde ad un'età compresa tra 100 e 125 ka (Amato *et al.*, 1997). Poiché la nostra interpretazione del numero di terrazzi marini non concorda con quella di Amato *et al.* (1997), non è possibile correlare il terrazzo datato con uno dei terrazzi analizzati nel presente lavoro. Tuttavia, questa datazione costituisce un importante vincolo per l'interpretazione cronologica della successione terrazzata presente lungo il tratto costiero della foce dell'Agri.

Sulla base del modello morfogenico precedentemente discusso e delle datazioni disponibili in aree limitrofe, abbiamo utilizzato le quote delle cinque paleolinee di costa più recenti, misurate lungo la sezione 3 (Fig. 6a), proponendo così quattro ipotetici modelli quantitativi di deformazione verticale (Figg. 7b-e).

Questi modelli sono stati ottenuti ipotizzando quattro diverse età per il terrazzo V-m, corrispondenti rispettivamente agli stadi interglaciali OIT 11.1 (410 ka), 9.3 (330 ka), 7.5 (240 ka) e 7.1 (200 ka) della curva eustatica (Fig. 7a), attribuendo così ai terrazzi più recenti le età

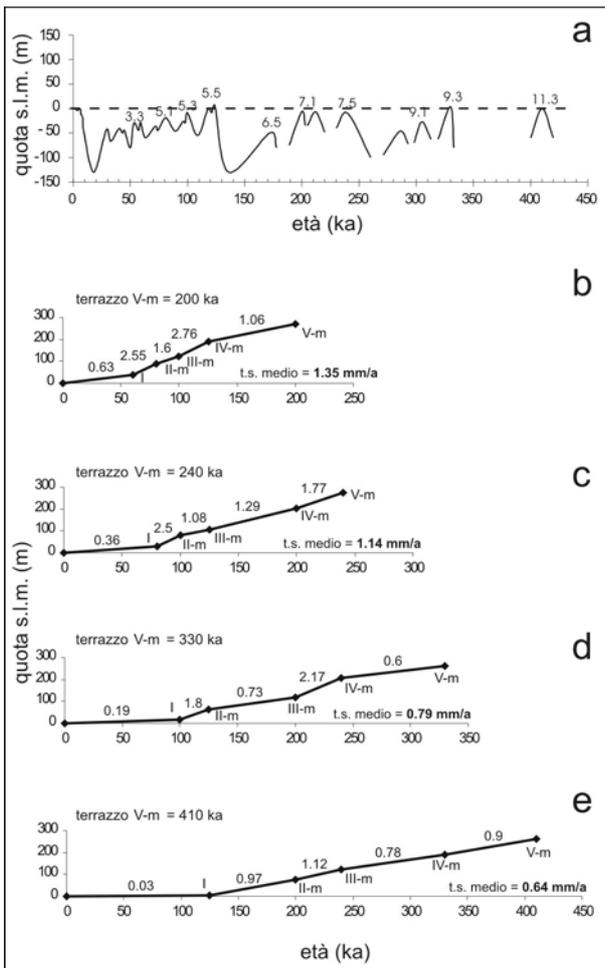


Fig. 7 - a) Curva eustatica globale (modificata da Shackleton, 1987). I numeri indicano le fasi principali di alto stazionamento del livello marino, corrispondenti agli stadi interglaciali più importanti.

- b-e) Diagrammi raffiguranti il processo di sollevamento tettonico del settore costiero della Val d'Agri, basato sulle quote attuali delle paleolinee di costa dall'ordine I-m al V-m, misurate lungo la sezione 3 (Fig. 6a). I tassi di sollevamento sono stati calcolati per intervalli compresi tra due paleolinee successive, attribuendo alla paleolinea di ordine V-m quattro diverse possibili età comprese tra 200 e 410 ka.

a) *Global eustatic curve (modified from Shackleton, 1987). The numbered peaks represent the marine high-stands corresponding to the main interglacial stages.*

- b-e) *Diagrams showing the tectonic uplift of the coastal area of the Agri Valley, based on the present elevation of the palaeo-shorelines of order I-m to V-m measured along section 3 (Fig. 6a). Uplift rates have been calculated for time spans between two consecutive palaeo-shorelines, assuming four different ages for the marine terrace V-m in the interval 200-410 ka.*

dei picchi interglaciali successivi. I diagrammi così ottenuti descrivono quattro diverse ipotesi di evoluzione morfotettonica del settore costiero della Val d'Agri, con tassi di sollevamento medi decrescenti all'aumentare dell'età ipotetica del terrazzo V-m (Fig. 7b). I relativi diagrammi (Figg. 7b, 7c and 7d) mostrano tassi di sollevamento notevolmente variabili durante gli ultimi 200-300 ka, compresi tra circa 0,2 mm/a (Fig. 7d) e 2,8 mm/a (Fig. 7b). Il diagramma rappresentato in figura 7e, ottenuto ipotizzando un'età di 410 ka (OIT 11.1) per il terrazzo V-m, indica un tasso di sollevamento più costante, compreso tra 1,1 e 0,8 mm/a fino a 125 ka (OIT 5.5), che si riduce quasi a zero da 125 ka ad oggi. Nei diagrammi sono anche indicati i tassi medi di sollevamento, che ovviamente decrescono con l'aumentare dell'età ipotetica del terrazzo V-m, variando da 1,35 mm/a a 0,64 mm/a.

Un altro dato importante sulla deformazione tettonica medio-suprapleistocenica del settore costiero della Val d'Agri è stato ottenuto dall'analisi della proiezione longitudinale dei cinque ordini di paleolinee di costa (Fig. 8) lungo una direzione NNE-SSO (sezione 4 in Fig. 6a), cioè parallela alla linea di riva attuale. La proiezione mostra un basculamento evidente di tutte le paleolinee di costa dall'ordine V-m al I-m, che, formatesi con una geometria originariamente orizzontale, mostrano attualmente un'inclinazione verso NE. La paleolinea di ordine I-m, al contrario, mostra ancora un andamento suborizzontale. Questo tipo di deformazione indica chiaramente un sollevamento tettonico differenziale del settore costiero ionico, verificatosi durante il periodo compreso tra la formazione delle paleolinee V-m e I-m, la cui entità decresce gradualmente verso NE, ovvero verso il fronte di sovrascorrimento più esterno dell'Appennino meridionale (Figg. 1 e 6a).

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presenza di diversi ordini di superfici terrazzate lungo l'intero corso dell'Agri, assieme ad una successione di terrazzi marini localizzati in prossimità della foce, tutti riferibili al Quaternario, indicano un processo di

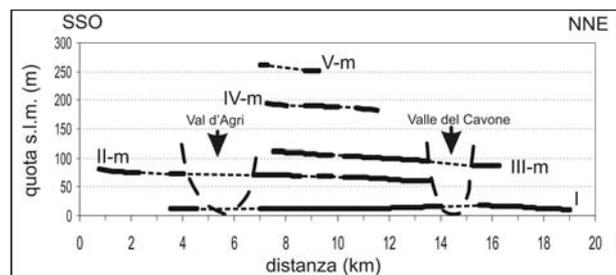


Fig. 8 - Proiezione longitudinale delle paleolinee di costa (tratteggiate quando interpolate) di ordine compreso tra I-m e V-m lungo una direzione parallela alla costa attuale, orientata NNE-SSO (traccia 4 in fig. 6a). Il diagramma mostra un evidente basculamento delle paleolinee, originariamente orizzontali, la cui quota decresce verso NNE.

*Longitudinal projection of the palaeo-shorelines (dashed where inferred) of order I-m to V-m along a NNE-SSW-striking direction, parallel to the present coastline (trace 4 in fig. 6a). A tilting of the coastal area, indicated by north-northeastward decreasing elevations of the palaeo-shorelines, can be observed.*

approfondimento continuo e articolato di questa valle che si è protratto, con l'eccezione del tratto iniziale dell'alta Val d'Agri, fino all'Olocene. Il continuo abbassamento del livello di base dell'erosione dell'Agri rappresenta la conseguenza più evidente del processo di sollevamento tettonico che ha interessato questo settore di Appennino lucano e di Avanfossa Bradanica durante il Quaternario (Fig. 1). L'entità dei movimenti verticali positivi deve essere considerata come la risultante del sollevamento tettonico regionale, tipicamente diffuso e generalmente uniforme alle scale ridotte, e della componente di sollevamento localmente legata all'attività di possibili strutture neotettoniche.

I risultati di questo studio morfotettonico hanno consentito di elaborare alcuni modelli qualitativi e quantitativi di evoluzione tettonica quaternaria della Val d'Agri, con la conseguente individuazione di alcuni settori dove le deformazioni recenti sono probabilmente legate alla presenza di strutture recenti o attive.

Due importanti soglie morfostrutturali, il sovrascorimento dell'Armento e la faglia di Scorciabuoi (Fig.1), intersecano ad alto angolo il corso dell'Agri, suddividendo la valle in tre settori caratterizzati da una evoluzione morfologica quaternaria differenziata.

In alta Val d'Agri, i processi erosivi e deposizionali sembrano regolati principalmente dalle fasi più recenti di sollevamento relativo della soglia posta in corrispondenza dell'anticlinale dell'Armento. L'ultima fase di sollevamento di questa soglia, infatti, ha permesso la formazione del 'paleolago' del Pertusillo e l'inizio della sedimentazione del Complesso Val d'Agri durante il Pleistocene medio-superiore. L'incisione della soglia da parte del fiume Agri per erosione regressiva indotta dal sollevamento regionale causa il progressivo svuotamento del lago e l'incisione parziale degli stessi depositi fluvio-lacustri del Complesso Val d'Agri. I terrazzi fluviali più recenti, probabilmente olocenici, rappresentano il risultato morfologico di fasi di sollevamento episodiche che riteniamo indipendenti dalle oscillazioni eustatiche del livello marino, e che potrebbero quindi essere collegate all'attività recente di una o più strutture bordiere dell'alta Val d'Agri e, in misura minore, ad effetti climatici.

In media Val d'Agri, i terrazzi fluviali medio-supra-pleistocenici e olocenici evidenziano una geometria antiforme che sembra strutturalmente compatibile con le principali strutture fragili e plicative che deformano i terreni plio-pleistocenici del bacino di Sant'Arcangelo. E' quindi ipotizzabile che il regime tettonico compressivo orientato circa NE-SO sia perdurato fino all'Olocene. La possibile presenza di una o più strutture sismogeniche nella media Val d'Agri (Lizza, 2001) potrebbe inoltre spiegare la forte intensità macrosismica ( $I=X$  MCS) registrata dai centri abitati di Aliano e Alianello durante il terremoto della Basilicata del 1857 ( $M=6.5$ ; Boschi *et al.*, 1995).

Infine, in bassa Val d'Agri, la buona correlazione geometrica tra terrazzi fluviali e marini sottolinea il ruolo determinante delle variazioni eustatiche nei processi morfogenici che hanno modellato questo settore di valle. In base all'ipotesi che la successione terrazzata del Pleistocene medio-superiore rappresenti una serie continua di elementi morfologici correlati con alcune delle principali fasi interglaciali indicate dalla curva eustatica di riferimento, sono state elaborate quattro ipotesi alternative che quantificano i tassi di sollevamento del settore costiero della foce dell'Agri.

La notevole variabilità dei tassi di sollevamento, gli alti valori dei tassi più elevati (~3 mm/a) e l'evidente basculamento delle paleolinee di costa, suggeriscono che il sollevamento di quest'area sia da associare all'attività recente di una o più strutture tettoniche presenti in questo settore esterno di catena appenninica, e non soltanto al sollevamento regionale, che viene normalmente considerato più costante, omogeneo e caratterizzato da velocità meno elevate.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano M. Schiattarella, I. Giano, M. Mattei per le numerose discussioni. La ricerca è stata svolta con fondi MIUR (COFIN 2000, resp. M. Schiattarella) e dell'Università della Basilicata (resp. R. Caputo).

## BIBLIOGRAFIA

- Aharon P. & Chappell J., 1986 – Oxygen isotopes, sea level changes and the temperature history of a coral reef environment in New Guinea over the last  $10^5$  years. *Paleogeogr. Paleoclim. Paleoc.*, **56**, 3/4, 337-379.
- Amato A., Belluomini G., Cinque A., Manolio M. & Ravera F., 1997 – *Terrazzi marini e sollevamenti tettonici quaternari lungo il margine ionico dell'Appennino lucano*. *Il Quaternario*, **10** (2), 329-336.
- Armijo R., Meyer B., King G.C.P., Rigo A. & Papanastassiou D., 1996 – *Quaternary evolution of the Corinth Rift and its implications for the Late Cenozoic evolution of the Aegean*. *Geophys. J. Int.*, **126**, 11-53.
- Bianca M., Monaco C., Tortorici L. & Cernobori L., 1999 – *Quaternary normal faulting in southeastern Sicily (Italy): a seismic source for the 1693 large earthquake*. *Geophys. J. Int.*, **139**, 370-394.
- Bianca M., 1998 – *Tettonica recente ed attiva del bordo orientale dell'avampaese ibleo*. Tesi di Dottorato, Università di Camerino, 1998.
- Bloom A.L., Broecker W.S., Chappell J., Matthews R.K. & Mesolella K.J., 1974 – *Quaternary sea level fluctuations on a tectonic coast; new  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  dates from the Huon Peninsula, New Guinea*. *Quat. Res.*, **4**, 185-205.
- Bosi C., Carobene L. & Sposato A., 1996 – *Il ruolo dell'eustatismo nella evoluzione geologica nell'area mediterranea*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **51**, 363-382.
- Boschi E., Ferrari G., Gasperini P., Guidoboni E., Smriglio G. & Valensise G., 1995 – *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.c. al 1980*. Istituto Nazionale di Geofisica, S.G.A., Roma.
- Burbank D.W. & Anderson R.S., 2001 – *Tectonic Geomorphology*. Blackwell Science, 274 pp.
- Burrato P., 1995 – *Tettonica attiva, sismogenesi e caratteri evolutivi del reticolo idrografico: tre esempi dall'Italia meridionale*. Tesi di Laurea, Università "La Sapienza", 69 pp., Roma.
- Carbone S., Catalano S., Lazzari S., Lentini F. & Monaco C., 1991 – *Presentazione della carta geologica del bacino del fiume Agri (Basilicata)*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **47**, 129-143.
- Casciello E., Cesarano M., Ferranti L., Oldow J.S. &

- Pappone G., 2000 – *Pleistocene non-coaxial fold development in the northern portion of the S. Arcangelo basin (Southern Apennines)*. Mem. Soc. Geol. It., **55**, 133-140.
- Casciello E., 1999 – *Analisi strutturale di un bacino sintettonico Plio-Pleistocenico dell'Appennino meridionale: il bacino di Sant'Arcangelo (Potenza)*. Tesi di Dottorato, Università di Camerino.
- Casciello E., 2002 - *Deformazioni da taglio in materiali argillosi: analisi dei sedimenti deformati dalla faglia di Scorciabuoi*. Studi Geologici Camerti, **1**, Nuova serie, 51-62.
- Chappell J. & Shackleton N.J., 1986 – *Oxygen isotopes and sea level*. Nature, **324**, 137-140.
- Chappell J., Omura A., Esat T., McCulloch M., Pandolfi J., Ota Y. & Pillans B., 1996 - *Reconciliation of late Quaternary sea levels derived from coral terraces at Huon Peninsula with deep sea oxygen isotope records*. Earth Planet. Sci. Lett., **141**, 227-236.
- Chappell J., 1974 – *Geology of coral terraces, Huon Peninsula, New Guinea: a study of Quaternary tectonic movements and sea-level changes*. Bull. Geol. Soc. Am., **85**, 553-570.
- Cinque A., Patacca E., Scandone P. & Tozzi M., 1993 – *Quaternary kinematic evolution of the Southern Apennines. Relationship between surfaces geological features and deep lithospheric structures*. Ann. Geofis., **36** (2), 249-259.
- D'Argenio B., Pescatore T. & Scandone P., 1973 – *Schema geologico dell'Appennino Meridionale*. Atti convegno: Moderne vedute sulla geologia dell'Appennino. Acc. Naz. Lincei, **183**, 49-72.
- Di Niro A., Giano S.I. & Santangelo N., 1992 – *Primi dati sull'evoluzione geomorfologica e sedimentaria del bacino dell'Alta Val D'Agri (Basilicata)*: Volume Speciale **1992/1**, 257-263.
- De Marco A., 1990 – *Rapporti tra geodinamica e sedimentazione nella fossa Bradanica durante il pleistocene: testimonianze mineralogiche*. Boll. Soc. Geol. It., **109**, 313-324.
- Giano S.I., Lapenna V., Piscitelli S. & Schiattarella M., 1997 – *Nuovi dati geologici e geofisici sull'assetto strutturale dei depositi continentali quaternari dell'alta Val d'Agri (Basilicata)*. Il Quaternario, **10(2)**, 589-594.
- Lajoie K. R., 1986 – *Coastal Tectonics*. Studies in Geophysics, 95-124, National Academy Press, Washington.
- Lentini F. & Vezzani L., 1974 – *Note illustrative del Foglio 506 S. Arcangelo*. I.R.P.I CNR (Cosenza), 46 pp.
- Lizza C., 2001 – *Il terremoto della Basilicata 1857: individuazione della sorgente con tecniche geofisiche*. Tesi di laurea, Università della Basilicata, Potenza.
- Ota Y., 1994 – *Study on coral reef terraces of the Huon Peninsula, Papua New Guinea*. Yokohama National University, Japan, 429 pp.
- Pieri P., Sabato L., Loiacono F. & Marino M., 1994 – *Il bacino di piggy back di Sant'Arcangelo: evoluzione tettonico-sedimentaria*. Boll. Soc. Geol. It., **113**, 465-481.
- Pieri P., Vitale G., Beneduce P., Doglioni C., Gallicchio S., Giano S.I., Loizzo R., Moretti M., Prosser G., Sabato L., Schiattarella M., Tramutoli M. & Tropeano M., 1997 – *Tettonica quaternaria nell'area bradanico-ionica*. Il Quaternario, **10(2)**, 535-542.
- Scandone P., 1967 – *Studi di geologia lucana: la serie calcareo-silico-marnosa e i suoi rapporti con l'Appennino calcareo*. Boll. Soc. Natur. Napoli, **76**, 1-175.
- Scandone P., 1971 – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Fogli 199 (Potenza) e 210 (Lauria)*. Servizio Geologico d'Italia.
- Schumm S.A., Dumont J.F. & Holbrook J. M., 2000 - *Active tectonics and alluvial rivers*. Cambridge University Press, 276 pagg.
- Selli R., 1962 – *Le Quaternaire marin du versant Adriatique-Jonien de la péninsule Italienne*. Quaternaria, **6**, 391-413.
- Shackleton N.J., 1987 – *Oxygen isotopes, ice volume and sea level*. Quaternary Science Reviews, **6**, 183-190.
- Vandenbergh J., 2002 – *The relation between climate and river processes, landforms and deposits during the Quaternary*. Quaternary International, **91**, 17-23.
- Ward W. T., 1985 – *Correlation of East Australian Pleistocene shorelines with deep-sea cores stages: a basis for a coastal chronology*. Geol. Soc. Am. Bull., **96**, **9**, 1156-1166.
- Westaway R., 1993 – *Quaternary uplift of southern Italy*. J. Geophys. Res., **98**, 21741-21772.

Ms. ricevuto il 7 gennaio 2003

Testo definitivo ricevuto il 24 giugno 2003

Ms. received: January 7, 2003

Final text received: June 24, 2003