

FRANCO ORTOLANI (*), MICLA PENNETTA (**), & ROMEO MARIANO TOCCACELI (***)

EVOLUZIONE MORFOSTRUTTURALE PLEISTOCENICO-OLOCENICA DEL GOLFO DI POLICASTRO E MOVIMENTI DI MASSA PROFONDI

ABSTRACT: ORTOLANI F., PENNETTA M. & TOCCACELI R.M., *Pleistocene-Holocene Morphostructural Evolution of the Policastro Bay (Tyrrhenian Sea) and Deep-Seated Gravitational Deformations*. (IT ISSN 0391-9838, 1997).

Geological researches have been realised in the Policastro Bay through the survey of both the emerged and submerged sectors, the analysis of 3.5 kHz seismic profiles and the sampling of the bottom and the subbottom.

The Policastro Bay is limited by emerged fault scarps controlling the coastal morphology, and by submerged fault scarps representing the margins of the deep basin, connected with the continental shelf. The Policastro Bay margins represent the emerged portion of an important structural depression generated during Pleistocene and well delimited also in its submerged part by the morphostructures identifying the Sapri Basin, which represent the base level for the gravitative processes.

The Sapri Basin margins are formed by mainly carbonatic rocks characterized by *duplex*-type structures generated and evolved during the mio-pliocene and the pleistocene phases; among the carbonatic blocks clayey rocks are often interbedded.

At the top of the emerged slopes as well as along the continental shelf break some morphostructures (*trenches*) connected with deep-seated gravitational deformations slope have been recognized.

KEY WORDS: Continental Margin, Quaternary evolution, Deep-seated gravitational slope deformations, Geomorphological evolution, Tyrrhenian Sea.

RIASSUNTO: ORTOLANI F., PENNETTA M. & TOCCACELI R.M., *Evoluzione morfostutturale pleistocenico-olocenica del Golfo di Policastro e movimenti di massa profondi*. (IT ISSN 0391-9838, 1997).

Sono state eseguite ricerche geologiche sia con rilevamenti diretti della parte emersa e sommersa che mediante lo studio di profili sismici 3.5 kHz e campionatura del fondo e del sottofondo del Golfo di Policastro.

Il Golfo di Policastro è delimitato da scarpate di faglia emerse che controllano la morfologia costiera e da scarpate di faglia sommerse che costituiscono i margini del bacino profondo; tali scarpate sono raccordate dalla piattaforma continentale. I suoi bordi rappresentano la parte emersa di un'importante struttura depressa sviluppatasi nel Pleistocene, ben deli-

mitata anche nella parte sommersa dalle morfostrutture che individuano il Bacino di Sapri, livello di base dei processi gravitativi.

I margini del Bacino di Sapri sono costituiti da rocce prevalentemente carbonatiche caratterizzate da strutture tipo *duplex* originatesi ed evolutesi durante le fasi mio-plioceniche e pleistoceniche; tra i blocchi carbonatici sono spesso interposte rocce argillose.

Alla sommità dei versanti emersi e lungo il ciglio della piattaforma continentale sono rilevabili varie morfostrutture (*trenches*) correlabili con movimenti gravitativi profondi che interessano le scarpate.

TERMINI CHIAVE: Margini continentali, Tettonica quaternaria, Deformazioni gravitative profonde, Evoluzione morfologica, Mar Tirreno.

PREMESSA

Il Golfo di Policastro è ubicato sul margine tirrenico in corrispondenza di un marcato restringimento della catena sud appenninica; i suoi bordi rappresentano la parte emersa di una importante struttura depressa, sviluppatasi prevalentemente nel Pleistocene, ben delimitata anche nella parte sommersa dalle morfostrutture che individuano il «Bacino di Sapri» (fig. 1). Le ricerche geologiche della parte emersa e sommersa hanno consentito di ricostruire l'assetto morfostutturale dei margini nordoccidentale e nordorientale e correlare i principali elementi strutturali e morfologici che caratterizzano i versanti emersi e sommersi dalla piattaforma continentale al Bacino di Sapri.

SETTORE EMERSO

I margini del «Bacino di Sapri», emersi e sommersi, sono costituiti da rocce prevalentemente carbonatiche caratterizzate da strutture tipo *duplex* originatesi ed evolutesi durante le fasi mio-plioceniche e pleistoceniche (Ortolani & alii, 1989, 1990); tra i blocchi carbonatici si trovano quasi sempre interposte rocce argillose. La tettonica, che interessa anche i sedimenti continentali e marini del Pleistocene medio, ha originato scarpate di faglia con orientamento «appenninico» ed «antiappenninico» che costituiscono i margini nord-occidentale e nord-orientale del «Bacino di Sapri» con rigetti complessivi variabili da 1000 m a

(*) Dipartimento di Pianificazione e Scienza del Territorio, Università degli Studi «Federico II», Napoli.

(**) Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi «Federico II», Napoli.

(***) c/o Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi «Federico II», Napoli.

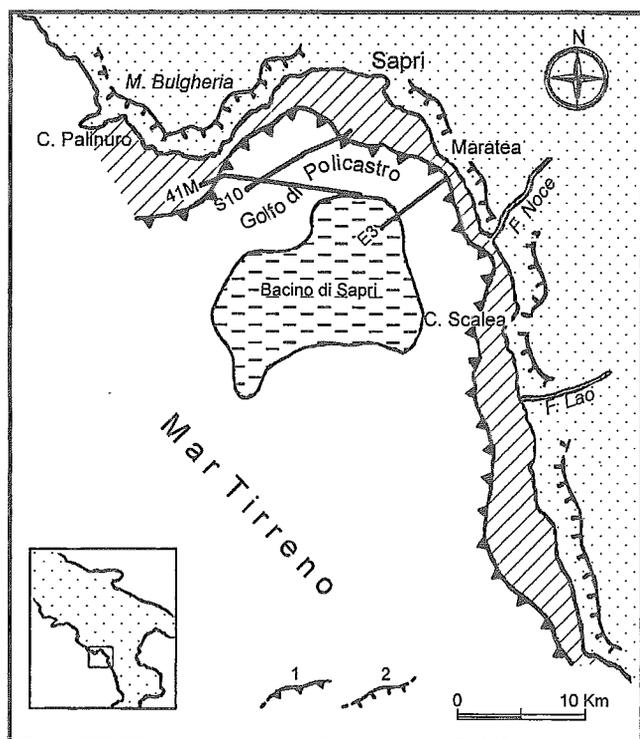


FIG. 1 - Area in studio, settore sommerso: morfologia essenziale dell'area in studio. Sono indicate le tracce dei profili mostrati nelle figure successive e il ciglio (1) della piattaforma continentale. Le depressioni tensionali (*trenches*) sono ubicate presso il ciglio della piattaforma in corrispondenza dei profili S10 e 41M. Settore emerso: coronamento della scarpata morfostrutturale del tratto di costa (2).

FIG. 1 - Investigated area, submerged sector: morphologic map of the investigated area. Thick lines refer to the 3.5 kHz echosounding profiles shown in the following figures and the shelfbreak (1) of the continental shelf. The tensional depressions (*trenches*) are located at the shelfbreak near the S10 and 41M profiles. Emerged sector: coronamento della scarpata morfostrutturale del tratto di costa (2).

2000 m circa (Toccaceli, 1992). In particolare, il rigetto verticale complessivo è dato dalla somma delle dislocazioni di due blocchi. Il tetto del blocco più ribassato e sommerso rappresenta la piattaforma continentale su cui si è rilevata una copertura sedimentaria olocenica di limitato spessore (fig. 2).

Le scarpate di faglia del blocco emerso delimitano verso mare il rilievo di monte Bulgheria e i Monti di Maratea, rispettivamente con orientamento antiappenninico ed appenninico; lungo di esse sono evidenti vari dissesti gravitativi profondi che hanno contribuito a modellare i versanti ben differenziabili morfologicamente in relazione all'assetto geometrico delle rocce che li costituiscono e alle caratteristiche delle faglie pleistoceniche (Ortolani & alii, 1990; Guericchio & Melidoro, 1978; Guida & alii, 1987; Guericchio & alii, 1987). Alla sommità dei versanti sono rilevabili varie morfostutture (*trenches*) correlabili con movimenti gravitativi profondi che interessano la scarpata (fig. 1). Lungo la linea di costa sono stati riconosciuti blocchi ruotati durante il Pleistocene per la presenza di stalattiti

oblique e antichi solchi di battigia sensibilmente inclinati verso mare (Ortolani & Toccaceli, 1994).

I fenomeni gravitativi profondi più importanti sono quelli della Valle di Maratea, che interessano tutto il versante a monte dell'abitato giungendo fino a mare, quelli di Cersuta e di Scario-S. Giovanni a Piro.

SETTORE SOMMERSO

L'articolata fisiografia del margine continentale del Golfo di Policastro è controllata dalle faglie parallele e perpendicolari al margine (Pennetta, 1996b), individuatesi durante le fasi tettoniche plio-pleistoceniche che hanno provocato la marcata surrezione della catena e l'accentuato ribassamento dell'area tirrenica (Kastens & alii, 1988). L'unità fisiografica che caratterizza questo tratto di margine è il Bacino di Sapri, bacino di scarpata peri-tirrenico (Selli, 1970; Fabbri & alii, 1981), ubicato sulla scarpata superiore. È sotteso verso terra (a Nord e ad Est) da una piattaforma continentale ristretta (fig. 1), raccordata al bacino da una scarpata continentale disseccata da numerosi canali; è orlato verso mare da due dorsali sottomarine, con orientamento meridiano, che impediscono la dispersione dei depositi terrigeni ivi convogliati da flussi gravitativi a diversa scala (Pennetta, 1966a).

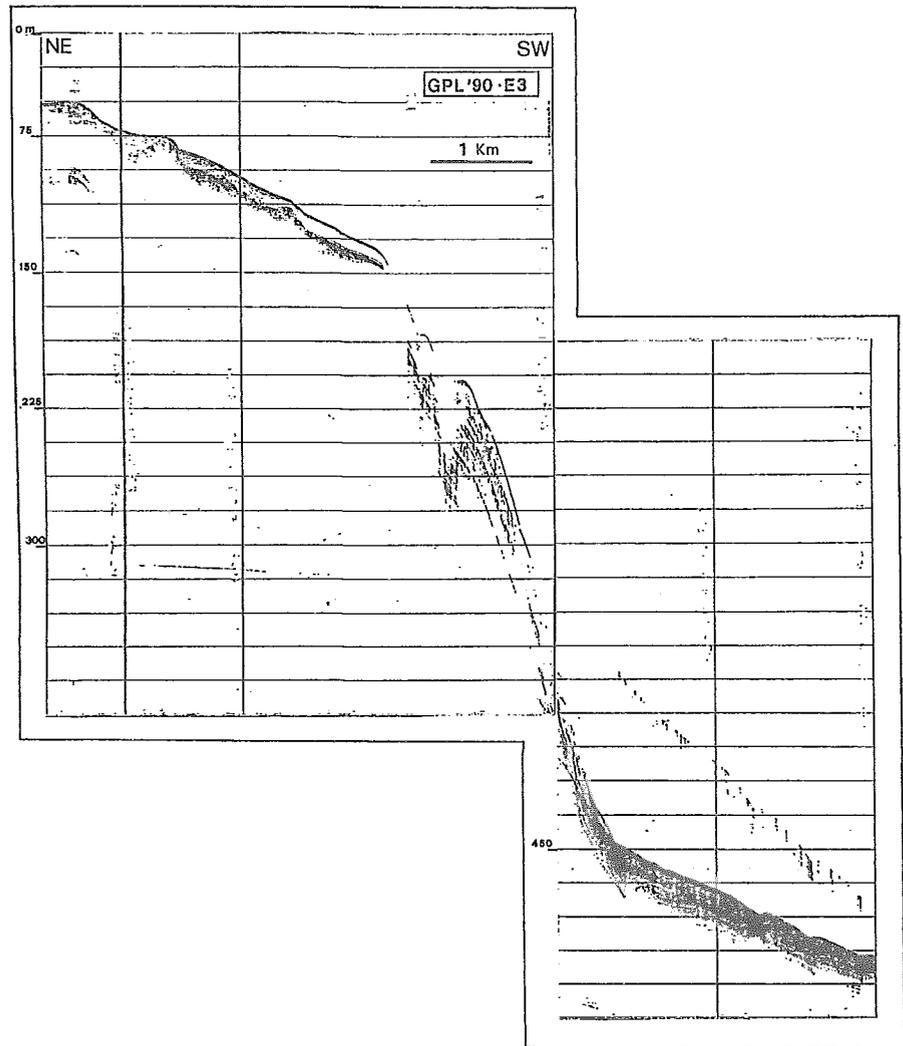
Lo studio congiunto di circa 1700 km di profili acustici 3.5 kHz e della campionatura del fondo e del sottofondo tramite 85 campioni, acquisiti nel corso di due crociere oceanografiche eseguite con navi del Cnr, ha consentito di definire i caratteri morfologici e sedimentari di questo tratto di margine.

È stata individuata una piattaforma continentale con elevati gradienti di inclinazione (circa 1°) e con ciglio in erosione, lambito dalle testate di numerosi canali che innescano estesi processi di arretramento. La piattaforma è spesso ristretta (da 1000 a 2000 m) con ciglio netto e profondo nell'intorno dei 120 m (fig. 2). Per un tratto di circa 10 km il ciglio, profondo nell'intorno dei 95 m, è interessato da un terrazzo morfostutturale (Pennetta, 1996a); in corrispondenza dei tratti più ampi (fino a 7500 m) è sempre di tipo netto con profondità nell'intorno dei 130 m e talvolta sino a 175 m circa.

Nei tratti in cui il ciglio è più profondo si rinvengono, generalmente, depressioni tensionali tipo *trenches* che interessano il substrato acustico (figg. 3, 4, 5). La scala dei profili non consente di riconoscere il coinvolgimento dei sedimenti recenti; tuttavia il mancato colmamento delle depressioni induce a ritenere un'attività recente dei processi morfodinamici individuati. I *trenches* si sviluppano parallelamente al ciglio della scarpata per almeno 2500 m, nell'area antistante Sapri, e per circa 1000 m di fronte Punta Isoletti. La profondità della depressione è variabile nell'intorno dei 15 m e l'ampiezza è pari a circa 300 m. Nell'area con ciglio di neoformazione a -175 m (fig. 3) la sommità del blocco principale dislocato è a -200 m mentre è a -132 m nell'area con ciglio a -120 m (fig. 4). L'area a tergo dei *trenches* talvolta è affetta da depressioni e zone in contropendenza.

FIG. 2 - Profilo 3.5 kHz GPL'90-E3: Piat-taforma con ciglio netto ed in erosione al traverso di Maratea. Nel sottofondo si riconosce una superficie di erosione subae-rea, connessa all'ultimo basso eustatico di 18 Ka, drappeggiata da sedimenti fangosi, potenti non oltre i 10 m. Sono coinvolti nella destabilizzazione del ciglio anche i depositi attuali. Sulla scarpata, le riflessio-ni caotiche indicano movimenti di massa gravitativi. Alla base della scarpata si indi-vidua il margine orientale del bacino di Sapri dove sono evidenti riflessioni on-dulate interpretabili quali deformazioni plastiche in accumuli di sedimenti.

FIG. 2 - 3.5 KHz GPL'90-E3 profile: shelf with sharp break in erosion in front of Maratea. In the subbottom surface subae-rial erosion is evident, due to the last gla-cial (18 Ka) and draped with thin Holoce-ne deposits (10m). The most recent sedi-ments are involved in collapses. On the slope deformational structures are repre-sented by slumps. At the base of the slope is present the eastern margin of the Sapri basin; are evident the echo undulating re-flections to identify plastic deformations on the sediments.



L'importanza delle morfostrutture rinvenute rende necessa-rie, al fine di una corretta valutazione dei processi, ul-teriori indagini su profili a maggiore penetrazione. Tali in-dagini potranno definire se le morfologie osservate sono da mettere in relazione a fenomeni gravitativi o ad una con-vergenza morfologica dovuta a differenti processi. L'origi-ne dei *trenches* potrebbe, infatti, essere connessa a fenome-ni gravitativi profondi interessanti la scarpata simili a quel-li rilevati da Dingle (1973, 1977) sulla scarpata continenta-le sudafricana. Le frane sottomarine, caratterizzate da scor-rimento rotazionale lungo superfici di distacco e scivolame-nto (*glide plane*) che si raccordano in un'unica superfic-ie curva (fig. 5), si sono sviluppate in modo regressivo perche' ogni distacco ha destabilizzato l'area a monte della scarpata generando la recessione della nicchia. I fenomeni gravitativi profondi possono anche evolvere in correnti tor-biditiche che depositano potenti successioni sabbioso-silto-se nel bacino di Sapri (fig. 3).

Dal ciglio si passa ad una scarpata (figg. 2, 3, 4) gene-ralmente con elevati gradienti di inclinazione (da 5° a 10°

e frequentemente incisa da *canyons* la cui origine potrebbe essere ricollegata all'azione erosiva dei processi di traspor-to in massa (tipo *slumpings*) sulla parte alta della scarpata e allo scorrimento retrogressivo (Farre & alii, 1983). Lo svi-luppo dei *canyons* puo' continuare grazie all'azione erosiva di flussi gravitativi di sedimenti canalizzati ivi convogliati dall'opera di intercettazione, attuata dalle testate dei *canyons*, di sedimenti trasportati da correnti litoranee o di sedimenti distribuiti dai fiumi. L'ampliamentto delle testa-te e' operata dalle onde di tempesta che ivi focalizzano la propria energia (Reimnitz, 1971), contribuendo, peraltro, a destabilizzare i sedimenti ivi accumulatisi grazie all'opera di intercettazione.

Con una brusca diminuzione di pendenza della scarpa-ta si passa al bacino di Sapri (figg. 1, 2 e 3); esso si sarebbe formato sin dal Miocene superiore e da allora ha rappre-sentato un importante depocentro sedimentario testimo-niato dal notevole spessore di depositi plio-quaternari (Fabbri & alii, 1981). I caratteri acustici del suo fondo e sottofondo, dati da riflessioni del fondo indistinto e molto

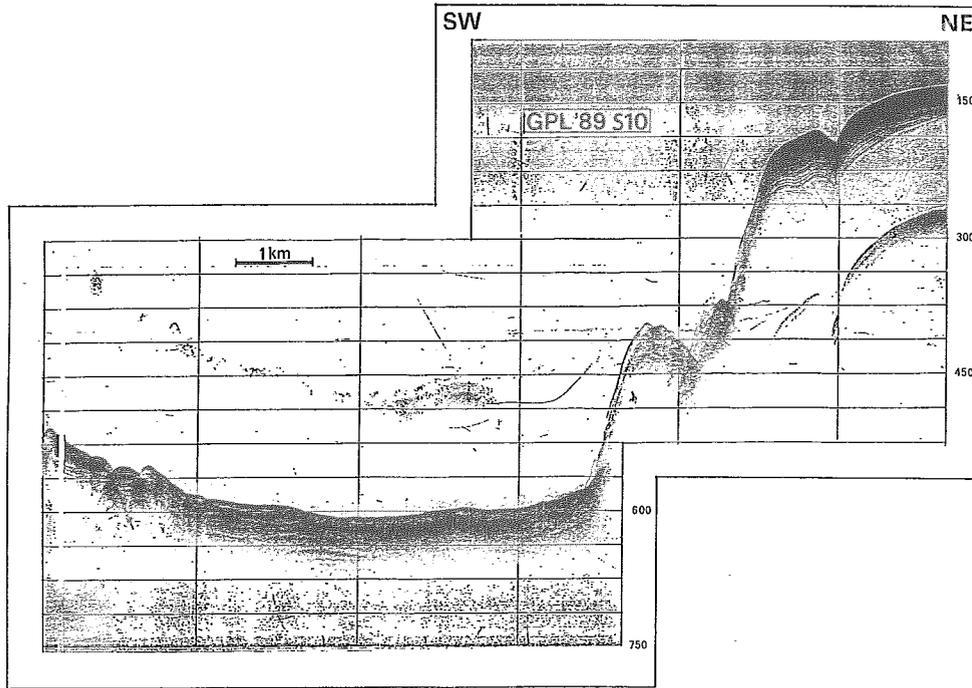


FIG. 3 - Profilo 3.5 kHz GPL'89-S10: Piattaforma continentale antistante Sapri con depressione tensionale (*trench*) presso il ciglio. Sulla scarpata gli echi riflessi consentono di individuare un fondo indistinto con iperboli grosse ed irregolari che si sovrappongono, interpretabili quali depositi messi in posto da flussi gravitativi profondi. Tali depositi passano a successioni torbiditiche con giacitura piana che colmano il margine settentrionale del bacino di Sapri.

FIG. 3 - 3.5 KHz GPL'89-S10 profile: Continental shelf in front of Sapri with tensional depression (*trench*) at the shelfbreak. On the continental slope the echo reflections identify an indistinct bottom with big and irregular superimposed hyperboles that can be interpreted as deep gravitative flow deposits. These deposits pass to sandy turbiditic successions with a flat attitude filling the northern margin of the Sapri basin.

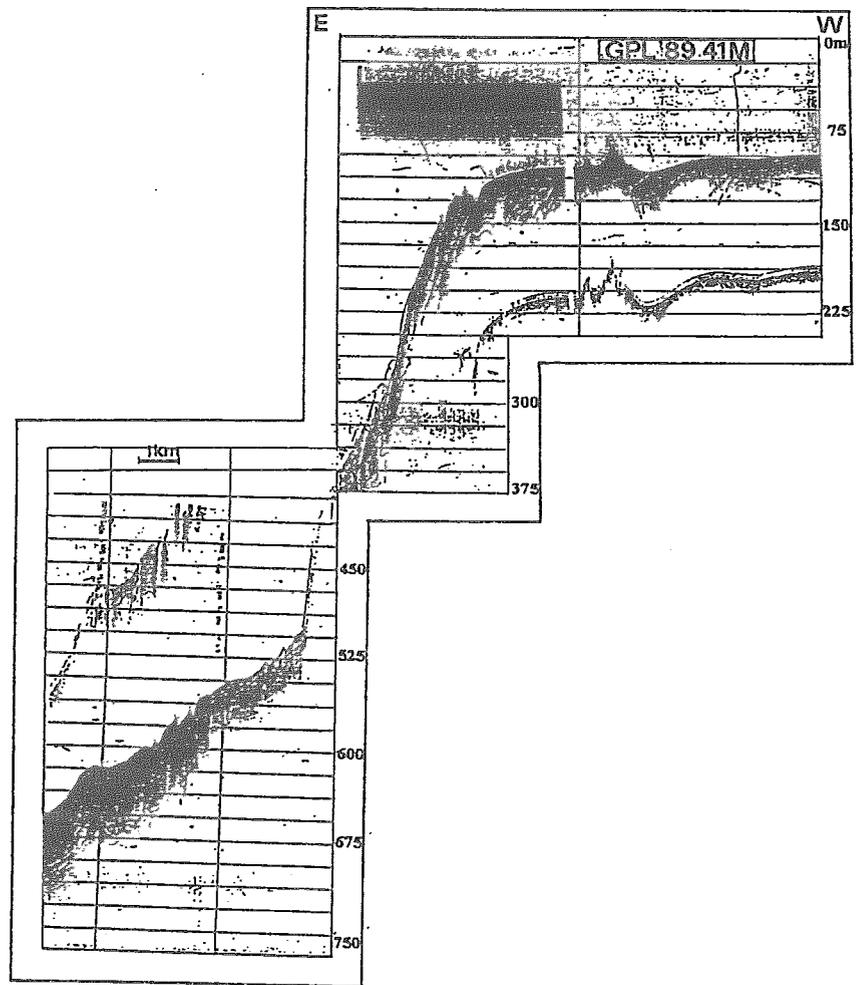


FIG. 4 - Profilo 3.5 kHz GPL'89-41M: Piattaforma continentale al traverso di Punta Iscoletti con depressione tensionale (*trench*) presso il ciglio. Sulla scarpata il tipo di riflessione è riconducibile a flussi gravitativi profondi con depositi caoticizzati a profondità maggiori.

FIG. 4 - 3.5 KHz GPL'89-41M profile: The continental shelf in front of Punta Iscoletti with tensional depression (*trench*) at the shelfbreak. On the continental slope the reflection type can be connected with deep gravitational flows bringing chaotic deposits to deeper positions. The more recent deposits are also destabilized.

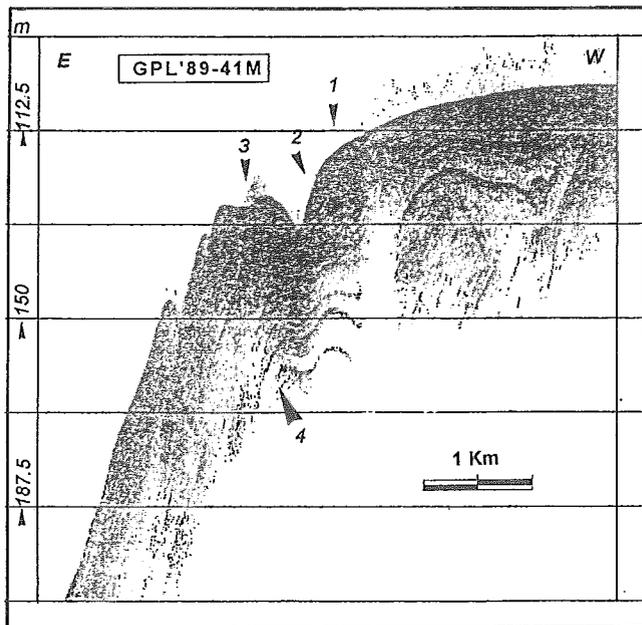


FIG. 5 - Particolare del trench della figura 5: è evidente un sottofondo strutturalmente complesso tagliato da un piano di scorrimento curvo (4). 1) Ciglio di neoformazione; 2) Scarpata principale del piano di scorrimento; 3) Blocco principale dislocato; 4) Piano di scorrimento.

FIG. 5 - 3.5 KHz GPL'89-41M profile: Detail of the continental shelf in front of Punta Isoletti with tensional depression (trench) at the shelfbreak. A complex structural substratum is cut by a curve glide plane. 1) neoforced shelfbreak; 2) main glide-plane scarp; 3) rotated main block; 4) glide plane.

prolungato senza riflessioni nel sottofondo, consentono di ipotizzare la presenza di depositi torbiditici sabbioso-siltosi (fig. 3). Tale interpretazione è avvalorata dal fatto che il fondo attuale del bacino è liscio e pianeggiante e che nessun ostacolo impedisce l'arrivo delle torbiditi dall'area sorgente relativamente vicina.

I sedimenti del bacino di Sapri provengono prevalentemente dalla destabilizzazione dei sedimenti del ciglio della piattaforma in recessione e delle scarpate che bordano il bacino. Lungo il ciglio della piattaforma sono presenti sorgenti puntiformi all'imbocco dei *canyons*. Nel bacino sono evidenti aree di irradiazione testimoniate sia dal graduale aumento di pendenza del fondo del bacino in direzione della piattaforma che dai depositi di conoide che indicano il loro ruolo modellatore. I punti di irradiazione sono ubicati al piede dei pendii alimentatori, presso il livello di base dei processi gravitativi. La forma approssimativamente quadrangolare del bacino di Sapri e la sua conformazione morfologica con il fondo più depresso rispetto ai margini ne evidenziano il controllo strutturale, confermato dal riconoscimento di faglie bordiere nel settore sommerso, correlabili con quelle evidenti nel settore emerso costiero (Pennetta, 1996b). La componente anche trascorrente di alcune di queste faglie, unitamente alla geometria e all'accentuata subsidenza recente, fanno ritenere il bacino di Sapri un bacino di tipo *pull-a-part*.

CONCLUSIONI

La ricerca ha evidenziato che il Golfo di Policastro è delimitato da scarpate di faglia emerse che controllano la morfologia costiera e da scarpate di faglia sommerse che costituiscono i margini del bacino profondo; tali scarpate sono raccordate dalla piattaforma continentale. L'assetto strutturale delle rocce carbonatiche con vari prismi sovrapposti tettonicamente a rocce argillose ha favorito una serie di dissesti gravitativi profondi che hanno modellato le scarpate di faglia emerse e sommerse; numerosi dissesti profondi sono tuttora attivi ed interessano le aree emerse recentemente antropizzate ed urbanizzate.

BIBLIOGRAFIA

- DINGLE R.V. (1973) - *The geology of the continental shelf between Luderitz and Cape Town (southeast Africa), with special reference to Tertiary strata*. Journ. Geol. Soc. London, 129, 337-363.
- DINGLE R.V. (1977) - *The anatomy of a large submarine slump on a sheared continental margin (SE Africa)*. Journ. Geol. Soc. London, 134, 293-310.
- FABBRI A., GALLIGNANI P. & ZITELLINI N. (1981) - *Geologic evolution of the peri-tyrrhenian sedimentary basins*. In Wezel F.C. (ed.), *Sedimentary Basins of the Mediterranean Margins*, Tecnoprint, Bologna, 101-126.
- FARRE J.A., MC GREGOR B.A., RYAN W.B.F. & ROBB J.M. (1983) - *Breaching the shelfbreak: passage from youthful to mature in submarine canyon evolution*. S.E.P.M. Spec. Pubbl. 33, 121-137.
- GUERRICCHIO A. & MELIDORO G. (1978) - *Deformazioni gravitative profonde del tipo «Sakung» nei Monti di Maratea*. Geol. Appl. Idrogeol., 8, 315-373.
- GUERRICCHIO A., MELIDORO G. & RIZZO V. (1987) - *Sulla dinamica geomorfologica recente ed attuale della Valle di Maratea (Lucania)*. Boll. Soc. Geol. It., 106, 293-302.
- GUIDA D., GUIDA M., PERRIELLO ZAMPPELLI S., VALLARIO A. & VIGGIANI A.S. (1987) - *Deformazioni gravitative al margine di morfostrutture carbonatiche: un esempio nel Monte Bulgheria (Campania)*. Mem. Soc. Geol. It., 363-373.
- KASTENS K., MASCLE J., AUROUX C., BONATTI E., BROGLIA C., CHANNEL J., CURZI P., EMEIS K., GLACON G., HASEGAWA S., HIEKE W., MASCLE G., MCKENZIE J., MENDELSON J., MULLER C., REHAULT J., ROBERTSON A., SARTORI R., SPROVIERI R. & TORH M. (1988) - *ODP Leg 107 in the Tyrrhenian Sea: insights into passive margin and back-arc basin evolution*. Geol. Soc. Am. Bull., 100, 1140-1156.
- ORTOLANI F., PAGLIUCA S. & TOCCACELI R.M. (1989) - *Geologia, geomorfologia e tettonica attiva di aree significative della Campania interessate da instabilità degli abitati*. Atti Conv. «Studio centri abitati instabili», Portonovo di Ancona.
- ORTOLANI F., PAGLIUCA S. & TOCCACELI R.M. (1990) - *Urban landslides related to neotectonic evolution of Southern Apennines*. ALPS 90, 6th ICFL, Milano.
- ORTOLANI F. & TOCCACELI R.M. (1994) - *Evidenze di dissesti profondi costieri in base ad osservazioni morfologiche sui solchi di battente: il caso di «Cala Longa» lungo il margine sudorientale del Monte Bulgheria (Cilento)*. Atti Conv. Intern. Geologia Subacquea «Geosub '94», 143, Palinuro, p. 143.
- PENNETTA M. (1996a) - *Margine tirrenico orientale: morfologia e sedimentazione tardo-pleistocenica-olocenica del sistema piattaforma-scarpata tra Capo Palinuro e Paola*. Boll. Soc. Geol. It., 115, 339-354.
- PENNETTA M. (1996b) - *Evoluzione morfologica quaternaria del margine tirrenico sudorientale tra Capo Palinuro e Capo Bonifati*. Il Quaternario, 9, 353-358.
- REIMNITZ E. (1971) - *Surf-beat origin for pulsating bottom currents in Rio Balsas Submarine Canyon, Mexico*. Geol. Soc. America Bull., 82, 81-90.
- SELLI R. (1970) - *Cenni morfologici generali sul Mar Tirreno*. In: Selli R. (ed), *Ricerche Geologiche Preliminari nel Mar Tirreno*, Giorn. Geol., 37, 5-24.
- TOCCACELI R.M. (1992) - *Principali elementi morfostrutturali del tratto di costa sommerso tra Sapri e la foce del fiume Noce (Golfo di Policastro)*. Giorn. Geol., ser. 3, 54 (2), 91-101.