

ATTIVITA' DI UNA FAGLIA E VARIAZIONI LATERALI DELLE GEOMETRIE DI UN SYSTEMS TRACT NEL GOLFO DI NAPOLI

A. Milia

Dip. di Scienze della Terra, Università di Napoli "Federico II"

ABSTRACT - *Fault activity and stacking pattern variations of a systems tract in the Gulf of Naples (Southern Italy)* - Il Quaternario *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 10(2), 1997, 461-464 - The interpretation of very high-resolution seismic data reveals stacking pattern variations of a systems tract in the northern part of the Gulf of Naples (Eastern Tyrrhenian margin, Italy). The last late Quaternary sequence was recognized: it is formed of a fall systems tract, a lowstand systems tract, a transgressive systems tract and, finally, a highstand systems tract. The northern part of the Gulf of Naples is characterized by active volcanism and tectonics. Lateral variations of depositional forms are evident across a synsedimentary fault characterized by normal separation. In particular, a parasequence of the transgressive systems tract is replaced by two superposed parasequences in the hangingwall block, and by one small sequence in the footwall block. This is explained by an increase of the accommodation space in the lowered block, and by a simultaneous drop of the accommodation space in the uplifted block.

Parole chiave: Faglia, tardo Quaternario, sequenza deposizionale, Golfo di Napoli

Key words: Fault, late Quaternary, depositional sequence, systems tract, Gulf of Naples, Southern Italy.

1. INTRODUZIONE

L'attività di una faglia diretta è responsabile di variazioni locali del tasso di subsidenza o sollevamento e inevitabilmente di variazioni relative del livello del mare che producono geometrie contrastanti delle unità deposizionali sui due blocchi di faglia (Gawthorpe *et al.*, 1994). Ciò genera un certo numero di parasequenze che dipendono dall'attività della faglia e non sono collegate alla curva eustatica (Fig. 1). Questi concetti sono stati applicati da Collier & Gawthorpe (1995) al caso di un delta all'interno di un semigraben attivo in ambiente marino, studiato attraverso un'analisi stratigrafico-sequenziale che teneva conto di superfici limite a carattere locale. Per ogni singolo spostamento su una faglia normale, gli Autori hanno riscontrato che il letto si solleva per cui si formano discordanze subaeree e, contemporaneamente, sul tetto della faglia le conoidi deltizie possono essere sommerse a causa della subsidenza.

L'analisi di una successione sedimentaria contemporanea all'attività di una faglia offre quindi l'opportunità di studiare i movimenti avvenuti lungo la faglia. Quest'approccio è stato utilizzato nello studio della piattaforma continentale del Golfo di Napoli, dove si è riscontrato che l'attività di una faglia controlla lo sviluppo di un'unità deposizionale determinando localmente delle variazioni della sua geometria.

2. METODOLOGIE DI STUDIO

Lo studio del Golfo di Napoli è stato eseguito attraverso l'interpretazione di 3500 km (2700 km di linee Sparker, e 800 km di linee Surfboom) di linee sismiche

ad alta risoluzione acquisite dall'Istituto di Oceanologia dell'Istituto Universitario Navale di Napoli. In particolare, l'area settentrionale del golfo è ricoperta da una griglia dei profili sismici *surfboom* con spaziatura di 250 m l'una dall'altra e risoluzione verticale dell'ordine di 1 m.

La metodologia utilizzata per l'interpretazione dei profili sismici è la stratigrafia sequenziale che è definita come lo studio dei corpi sedimentari, all'interno di un quadro cronostatigrafico, correlati geneticamente da superfici di erosione o non deposizione, o dalle equivalenti superfici di continuità (Van Wagoner *et al.*, 1988). Le interazioni tra ciclicità glacio-eustatica e subsidenza sono state modellizzate quantitativamente da Jervoy (1988) e le applicazioni del modello all'interpretazione delle successioni sedimentarie sono state sviluppate soprattutto da Posamentier *et al.* (1988) e Van Wagoner *et al.* (1988). Questi Autori riconoscono nella sequenza deposizionale l'unità di base della stratigrafia sequenziale. Essa è definita come: un corpo sedimentario delimitato verticalmente da due superfici di discontinuità stratigrafica e dalle loro equivalenti superfici di continuità. In maniera schematica, ogni sequenza deposizionale è costituita da *systems tract* (ST) i quali a loro volta possono essere formati da parasequenze. Queste ultime sono definite da Van Wagoner *et al.* (1988) come pacchi sedimentari sviluppati su spessori da metrici a decametrici e delimitati da superfici di ingressione marina (*flooding surfaces*). Le parasequenze sono state riconosciute in ambienti di piana costiera, deltaici, di spiaggia e di piattaforma. All'interno di una sequenza deposizionale si possono riconoscere un *systems tract* basale di caduta (FST) e di stazionamento basso (LST), un *systems tract* intermedio trasgressivo (TST) e un *systems tract* sommitale di stazionamento alto (HST).

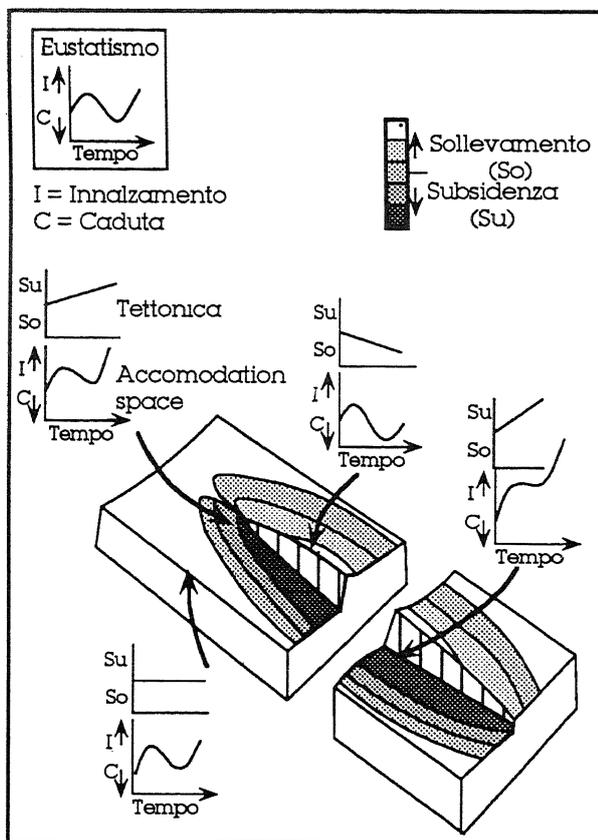


Fig. 1 - *Block diagram* che illustra l'interazione tra variazione eustatica del livello marino e subsidenza o sollevamento tettonico nel controllo dello spazio disponibile per l'accumulo dei sedimenti (*accommodation space*) intorno ad un segmento di faglia (modificato da Gawtorpe *et al.*, 1994). In alto a sinistra è rappresentato il diagramma della curva eustatica. Le altre coppie di diagrammi sono relative alla subsidenza tettonica locale e la risultante curva di variazione dello spazio disponibile per l'accumulo dei sedimenti (*accommodation space*) per punti diversi intorno alla faglia.

*Block diagram displaying the relationships between eustatic changes of sea level and tectonic subsidence and uplift producing accommodation space around a fault segment (modified from Gawtorpe *et al.*, 1994). The upper left diagram is the eustatic curve. The other diagram couples are the local tectonic subsidence curve and the resulting accommodation space curve for different positions around the fault.*

3. QUADRO GEOLOGICO

Il Golfo di Napoli è un bacino peritirrenico attivo dal punto di vista tettonico e vulcanico. Esso costituisce una depressione tettonica quaternaria separata da quella del Golfo di Salerno dall'alto strutturale della Penisola Sorrentina.

Lo studio della fitta maglia di dati sismici del Golfo di Napoli ha permesso una dettagliata ricostruzione della stratigrafia e struttura dell'area (Milia, 1996).

La fisiografia del golfo comprende un'ampia piattaforma continentale, la scarpata e il bacino. La successione stratigrafica è costituita da un substrato mesozoico, da una soprastante unità deposizionale che ricopre l'intero golfo, da sei sequenze deposizionali progradanti del 4° ordine e dalla successione tardo-quater-

naria. Quest'ultima è costituita da due sequenze deposizionali nell'area centrale e da una sola sequenza nell'area settentrionale del golfo, dove sono presenti, intercalate nella successione stratigrafica, diverse unità vulcaniche.

La piattaforma continentale settentrionale del Golfo di Napoli è costituita da un substrato vulcanico (Unità V4), ricoperto dall'ultima sequenza deposizionale tardo-quaternaria che si sviluppa in un margine di orlo di piattaforma ed è costituita da un *systems tract* di caduta e stazionamento basso (FST/LST), da un *systems tract* trasgressivo e da un *systems tract* di stazionamento alto. I primi si sviluppano come cunei progradanti al margine della piattaforma durante l'abbassamento e l'inizio della risalita del livello marino. I secondi si depositano durante il successivo innalzamento del livello marino e sono caratterizzati da una prima unità deposizionale caratterizzata da un'arretramento verso terra di depositi, seguita da due unità progradanti più recenti, una avente il tetto a -75 m e una a -30 m. Queste ultime unità potenti circa 35 m si sono formate probabilmente durante le stasi del livello marino dell'ultima risalita eustatica (Fairbanks, 1989; Bard *et al.*, 1990). L'ultimo *systems tract* ricopre in *onlap* i precedenti. Infine, unità vulcaniche più recenti (V2, V1) si intercalano ai *systems tract* trasgressivo e di stazionamento alto.

Il Golfo di Napoli è inoltre caratterizzato da un'attività tettonica recente e da un complesso quadro strutturale. Sono, infatti, presenti faglie orientate NE-SO, NO-SE, NNO-SSE ed E-O (Milia, 1996).

4. VARIAZIONI DI GEOMETRIA ALL'INTERNO DEL SYSTEMS TRACT TRASGRESSIVO CONNESSE ALL'ATTIVITÀ DI UNA FAGLIA

Nell'area a sud di Capo Miseno, contemporaneamente alla deposizione del *systems tract* trasgressivo, ed in particolare alla deposizione dell'unità progradante avente il tetto a -75 m, si sviluppa una faglia orientata NNO-SSE. Tale faglia (Fig. 2) disloca con rigetto diretto l'unità vulcanica di base. L'interpretazione dei profili sismici (con spaziatura di 250 m) ad altissima risoluzione ha infatti permesso di evidenziare differenti geometrie delle parasequenze all'interno del *systems tract* trasgressivo. In particolare, nella Figura 2 sono raffigurati tre profili paralleli distanziati di 500 m con tre differenti geometrie del *systems tract* trasgressivo che sono attribuibili all'attività tettonica della faglia.

Esempio A: progradazione sul letto della faglia

La Figura 2A mostra: una unità progradante (1), potente circa 20 m, limitata al tetto da una troncatura erosiva e una successiva migrazione dell'*onlap* verso mare; una soprastante unità (2s), obliqua progradante, il cui tetto si forma lateralmente al tetto della prima unità, con spessore di circa 15 m e una superficie di *toplap* ad una profondità più bassa rispetto alla troncatura erosiva. Le geometrie descritte mostrano che lo spostamento del depocentro verso Nord è accompagnato da una superficie di erosione alla base della seconda unità progradan-

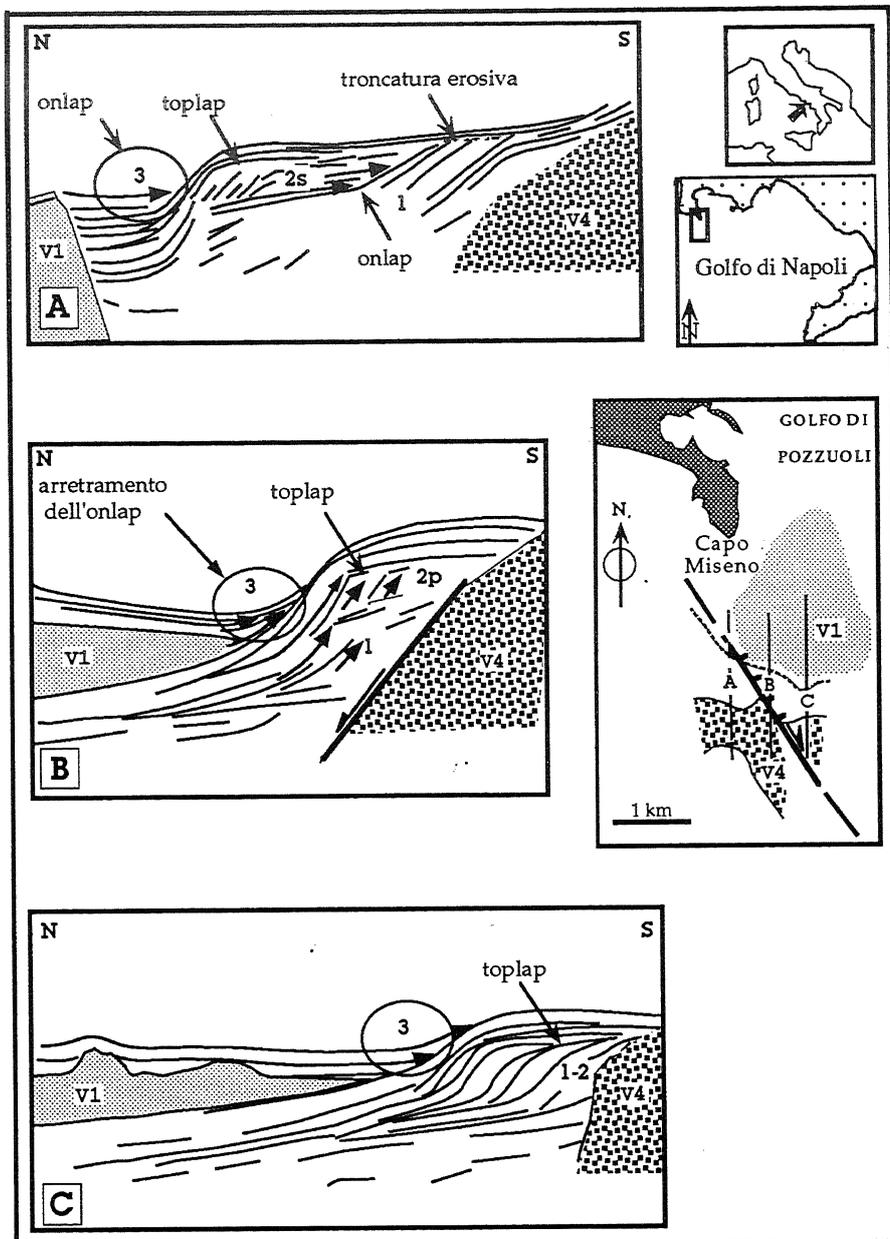


Fig. 2 - Geometrie interne delle unità sedimentarie formatesi su Banco Miseno. A) Progradazione sul letto della faglia. B) Progradazione sul tetto della faglia. C) Progradazione sul tetto della faglia in posizione più distale. V4 e V1 sono unità vulcaniche. Le frecce con la punta piena indicano le terminazioni stratali.

Internal geometries of the sedimentary units overlying the volcanic Banco Miseno. A) Progradation geometry above the footwall fault block. B) Progradation geometry above the hanging wall fault block. C) Progradation geometry above the hanging wall fault block farther away from the fault. V4 and V1 are volcanic units. Solid-pointed arrows correspond to stratal terminations.

marina: la più antica (1) con spessore di circa 35 m; la più recente (2p), con spessore di circa 15 m. L'intera forma del corpo è dominata da aggradazione verticale del *topset* deltizio e da depositi di *foreset*. L'aggradazione testimonia alti tassi di subsidenza tettonica relativi al blocco ribassato della faglia.

La superficie di ingressione marina marca un episodio di incremento dell'innalzamento relativo del livello del mare (con tasso di apporto sedimentario costante), dando origine a una nuova parasequenza (2p). Questo innalzamento è dovuto ad un accelerazione della subsidenza tettonica.

Al di sopra delle unità progradanti si depone un'unità di origine vulcanica, a sua volta

ricoperta da sedimenti (3) caratterizzati da un arretramento dell'*onlap* e da un piegamento delle terminazioni stratali. Si può quindi concludere che questo settore ha subito una prima subsidenza, espressa dalle geometrie delle parasequenze 1 e 2p, e un perdurare dell'attività della faglia, testimoniata dalle pieghe di trascinato della parasequenza 3.

Esempio C: progradazione sul tetto della faglia in posizione più distale

La Figura 2C mostra un'unica progradazione (1-2) con una sola superficie di *toplap*, a testimonianza di una minore subsidenza di questo settore durante la deposizione del TST. Anche qui, al di sopra delle unità progradanti si depone un'unità di origine vulcanica (V1) a sua

te, formando così una piccola sequenza (2s) del 6° ordine (Milia, 1996). Ciò indica chiaramente una caduta relativa del livello del mare. Questa potrebbe essere dovuta ad un abbassamento eustatico o ad un sollevamento tettonico. Nel primo caso l'evento dovrebbe essere registrato nell'intera area, mentre lo sviluppo di tale sequenza si osserva su una distanza minore di 1 km. La variazione di geometria dell'unità registrata nell'area di Banco Miseno implica, quindi, un sollevamento tettonico a scala locale. L'unità progradante è infine ricoperta in *onlap* da sedimenti provenienti da Nord (3).

Esempio B: progradazione sul tetto della faglia

La Figura 2B mostra due unità progradanti oblique sovrapposte, separate da una superficie di ingressione

volta ricoperta da sedimenti (3). Questi ultimi sono caratterizzati da un piegamento delle terminazioni stratali, dovuto a un effetto di trascinamento di entità minore rispetto all'esempio B.

5. CONCLUSIONI

Uno dei temi più controversi della stratigrafia sequenziale è quello dell'importanza dell'eustatismo e della tettonica nella genesi della sequenze deposizionali.

Secondo alcuni autori (Posamentier & Vail, 1988; Van Wagoner *et al.*, 1990), l'analisi stratigrafico sequenziale non può essere fatta senza tenere conto delle caratteristiche di ogni bacino sedimentario, come la fisiografia, l'apporto sedimentario e la tettonica intesa come fenomeno di 3° ordine (0.5-5 Ma); inoltre, pur considerando un tasso di subsidenza variabile nel tempo, i limiti delle sequenze deposizionali vanno sempre attribuiti all'eustatismo. Van Wagoner *et al.* (1990) studiano le "piccole sequenze" e le parasequenze, associandole all'interazione tra la ciclicità eustatica di alta frequenza e le variazioni dei tassi di subsidenza locali. Questi Autori non considerando la possibilità di formazione contemporanea di "piccole sequenze" e parasequenze.

Per altri Autori (per es. Mutti, 1990), il tasso di mobilità indotta dai fenomeni vulcanici e tettonici può, invece, eccedere di un ordine di grandezza quello della variazione eustatica, anche dove espressa nei suoi valori massimi. Sono state, infatti, riconosciute sequenze di ordine elevato di origine tettonica nei bacini sedimentari dei margini convergenti (Mutti, 1990; Vitale, 1997).

Nell'ambito dei processi tettonici, l'attività di una faglia è un fenomeno geograficamente finito che avviene in tempi geologici relativamente brevi e può, in effetti, creare condizioni di sottrazione di spazio per la sedimentazione non compensabile con nessun tasso di risalita eustatica del livello marino. E' questo il caso del Golfo di Napoli, dove una faglia con rigetto diretto ha prodotto una diminuzione dello spazio disponibile per l'accumulo dei sedimenti (*accommodation space*) sul letto (piccola sequenza) e un aumento dello spazio disponibile per l'accumulo dei sedimenti sul tetto (parasequenza). In conclusione, viene dimostrato che anche nei bacini sedimentari in regime estensionale gli eventi tettonici esercitano localmente un controllo sulla ciclicità di alta frequenza.

Lavoro finanziato con fondi CNR (9602942CT05, Prof. A. Cinque) e MURST 60% (Dott. M.M. Torrente). Si ringrazia il Prof. Bartolini per gli utili suggerimenti forniti in fase di revisione critica del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

- Bard E., Hamelin, B., Fairbanks R.G., & Zindler A., 1990 - *Calibration of the ¹⁴C timescale over the past 30,000 years using mass spectrometric U-Th ages from Barbados corals*. *Nature*, **345**, 405-410.
- Collier E.L. & Gawthorpe R.L., 1995 - *Neotectonics, drainage and sedimentation in central Greece: insights into coastal reservoir geometries in syn-rift sequences*. In: *Hydrocarbon Habitat in Rift Basins*. Lambiasi ? (ed.). Spec. Publ. Geol. Soc. London, **80**, 165-181.
- Fairbanks R.G., 1989 - *A 17,000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on Younger Drias event and deep-ocean-circulation*. *Nature*, **342**, 637-642.
- Gawthorpe R.L., Fraser A.J. & Collier E.L., 1994 - *Sequence stratigraphy in active extensional basins: implications for the interpretation of ancient basin fills*. *Marine & Petrol. Geology*, **11**(6), 642-658.
- Jervey M.T., 1988 - *Quantitative geologic modeling of siliciclastic rock sequences and their seismic expression*. In: *Sea Level Change - An Integrated Approach*. Wilgus C.K., Hastings B.S., Kendall C.G. St C., Posamentier H.W., Ross C.A. & Van Wagoner J.C. (Eds.), S. E. P. M. Spec. Publ. Tulsa, **42**, 47-69.
- Milia A., 1996 - *Evoluzione tettono-stratigrafica di un bacino peritirrenico: il Golfo di Napoli*. Tesi di dottorato, Università di Napoli "Federico II", 184 pp.
- Mutti E., 1990 - *Relazioni tra stratigrafia sequenziale e tettonica*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **45**, 627-655.
- Posamentier H.W., Jervey M.T. & Vail P.R., 1988 - *Eustatic control on clastic deposition. I - Conceptual framework*. In: *Sea level changes - An integrated approach* (Wilgus C.K., Hastings B.S., Posamentier H., Van Wagoner J., Ross C.A. & Kendall C.G. st.C. , Eds.), S.E.P.M. spec. publ. **42**, 109-124.
- Van Wagoner J.C., Posamentier, H.W., Mitchum R.M., Jr., Vail P.R., Sarg J.F., Loutit T.S. & Handenbol J., 1988 - *An Overview of the Fundamentals of Sequence Stratigraphy and Key Definitions*. S.E.P.M. Mem. **42**, 39-45.
- Van Wagoner J.C., Mitchum R.M., Campion K.M. & Rahmanian V.D., 1990 - *Siliciclastic Sequence Stratigraphy in well logs, cores, and outcrop*. AAPG Methods in Exploration Series, **7**, 55 pp.
- Vitale F., 1997 - *Stacking patterns and tectonics: field evidences from Pliocene growth folds of Sicily (Central Mediterranean)*. S.E.P.M. Mem. **57** (in press).

Ms. ricevuto il: 6. 5. 1997
 Inviato all'A. per la revisione il: 28. 7. 1997
 Testo definitivo ricevuto il: 17. 10. 1997

Ms received: May 6, 1997
 Sent to the A. for a revision: July 28, 1997
 Final text received: Oct. 17, 1997