

NOTE A COMPENDIO FOGLIO 37 – PUNTA STILO

1. Inquadramento geologico dell'area

L'area del Foglio 37 comprende la parte meridionale del Golfo di Squillace le cui caratteristiche generali sono descritte nelle Note illustrative al Foglio 38, a cui si rimanda. Essa include il limite meridionale del Bacino di Crotona, parte della depressione d'avantarcò del margine attivo ionico. Il Bacino si sviluppa in senso circa E- O, avendo come limite meridionale un sistema di trazione, con la medesima orientazione, le cui linee hanno notevole evidenza morfologica e condizionano anche i canyon che intaccano la piattaforma. La maggior parte dell'area coperta dal Foglio è però occupata dal protendimento di Punta Stilo e dal prospiciente (e connesso) Alto di Riace. L'insieme costituisce un elemento morfostrutturale che separa il Bacino di Crotona dal Bacino di Spartivento, obbligando le incisioni erosive della scarpata a divergere.

Sulla costa affiorano le classiche formazioni del Miocene superiore (*Tripoli*, *Calcari di Base*, *Gessoso-solfifera*) e del Pliocene inferiore (*Trubi*) affiancate dai depositi terrigeni e calcarenitici del Pliocene medio. La sequenza prosegue con lembi isolati di depositi terrigeni del Pliocene superiore-Pleistocene inferiore. Il Pleistocene superiore è rappresentato da depositi di terrazzo di facies costiera; si sviluppa estesamente sul margine con successioni terrigene di considerevole spessore, caratterizzate da alternanze di facies più o meno grossolane che traducono, sulla scarpata, le variazioni di apporto conseguenti alle oscillazioni glacioeustatiche del livello marino.

Il piccolo bacino che si insinua tra Punta Stilo e l'Alto di Riace si imposta sopra complessi intensamente deformati: un tilting dovuto alla tettonica tardo-miocenica imposta un piccolo depocentro con livelli evaporitici, che si amplia per successivi eventi tettonici, ricettando più di 0,5 sec. di Plio-Pleistocene. I livelli pleistocenici più recenti colmano la depressione, collegandola con le zone più profonde del bacino di avantarcò, ma la neotettonica ricrea un dislivello tra il culmine dell'Alto e la scarpata superiore (fig.1.1)

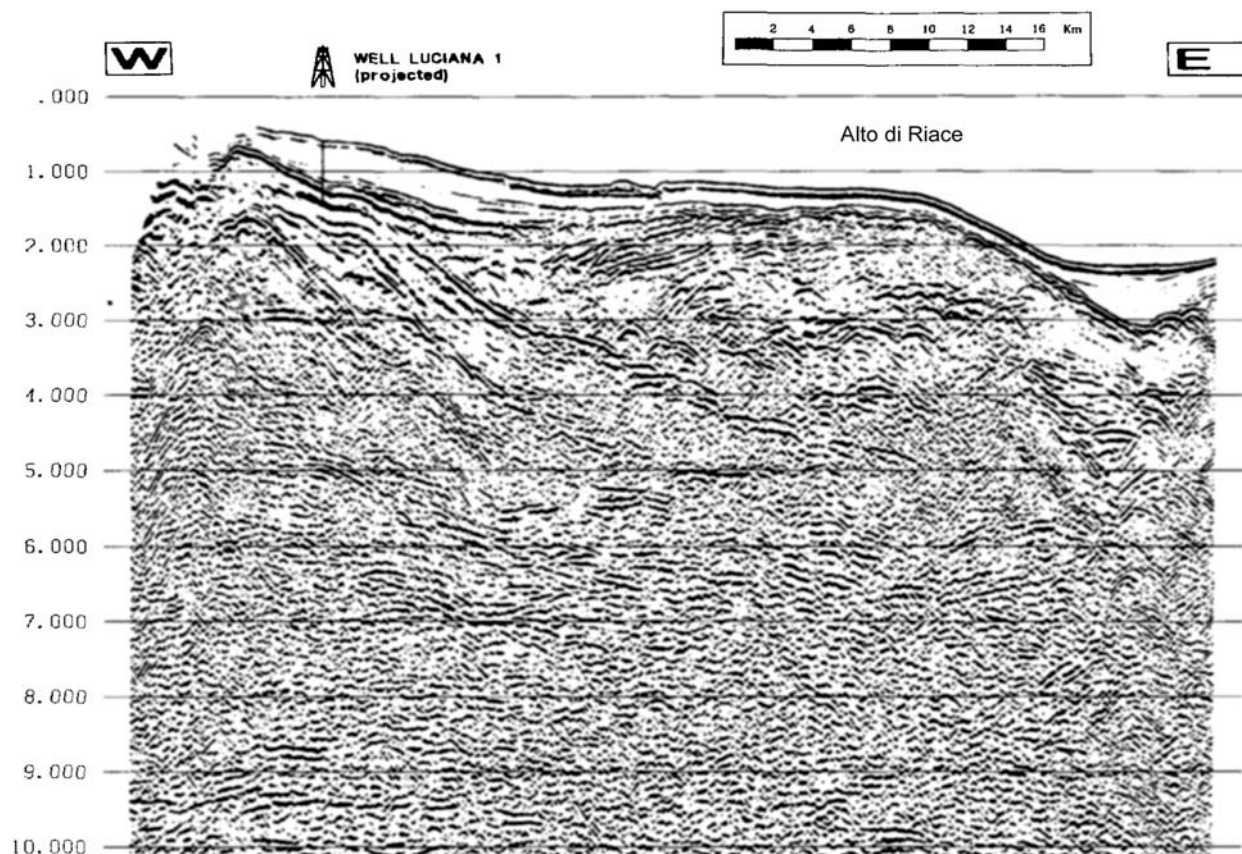


Fig. 1.1 Profilo sismico E-O ad alta penetrazione sul fianco dell'Alto di Riace (ION-4). E' visibile la struttura che origina l'alto stesso. Da Cernobori et al. 1996.

La Neotectonic Map of Italy (1987) attribuisce alla zona costiera movimenti alterni di subsidenza e surrezione che terminano con l'affermarsi di un deciso sollevamento a partire dal Pleistocene medio. Il margine sarebbe stato interessato da una generale subsidenza durante tutto il Plio-Pleistocene senza inversioni di tendenza. Vengono mappate, sul margine, solo strutture tensive o trassensive. Una situazione diversa viene però messa in luce da indagini più recenti (Van Dijk, 1992; Del Ben, Barnaba, Toboga, 2007) che considerano l'Alto di Riace come piccolo prisma o come piega di rampa di thrust vergente ad E, in accordo con lo stile tettonico della fascia costiera; per quest'ultima anche il NMI segnala una serie di pieghe serrate di età pliocenica.

La sismica a riflessione penetrativa (tarata dal pozzo Luciana1) incontra le unità cristalline dell'Arco sottocosta (Cernobori et al. 1995) in rapido approfondimento verso il largo, sino a 5 sec. sotto l'Alto di Riace. Su di esse giacciono formazioni stratificate che delineano un vecchio depocentro, tiltato e deformato, al di sopra delle quali si sviluppa un complesso grossolanamente cuneiforme, a riflessioni interne caotiche. Esso mostra di essere stato deformato in più fasi da strutture compressive a vergenza E e, a partire dal limite Miocene-Pliocene, di essere stato rimobilizzato in retrovergenza, così da accentuare l'inarcamento che definisce l'Alto di Riace (fig.1.1). Strutture retrovergenti recenti interessano anche la scarpata superiore e, più blandamente, la piattaforma interna.

La particolare struttura del settore ha inibito i fenomeni di erosione retrogressiva: la piattaforma è quindi insolitamente ampia e regolare per il margine ionico (estensione tra 4,5 e

6 km; ciglio tra 100 e 110m) e la scarpata superiore ha, analogamente, una morfologia regolare e ridotta pendenza. Al di sopra delle strutture già descritte si imposta una progradazione pleistocenica che colma il piccolo bacino tra la costa e l'Alto di Riace e sviluppa una tipica piattaforma di costruzione sedimentaria. La sismica ad alta risoluzione mostra una piattaforma in sostanziale equilibrio, con caratteri sismo stratigrafici "classici" (Fig. 1. 2):

- un corpo di basso stazionamento del livello marino (*LST*) è ben evidente e sviluppato; conferisce al ciglio della piattaforma il caratteristico profilo arrotondato, disturbato modestamente dalla sola presenza del Canyon di Assi;
- al di sopra della superficie erosiva pleniglaciale giace una unità sedimentaria di spessore massimo intorno ai 25 m, suddivisa da un netto riflettore, interpretabile come *Maximum Flooding Surface*, in corpo trasgressivo (*TST*) e corpo di alto stazionamento (*HST*).

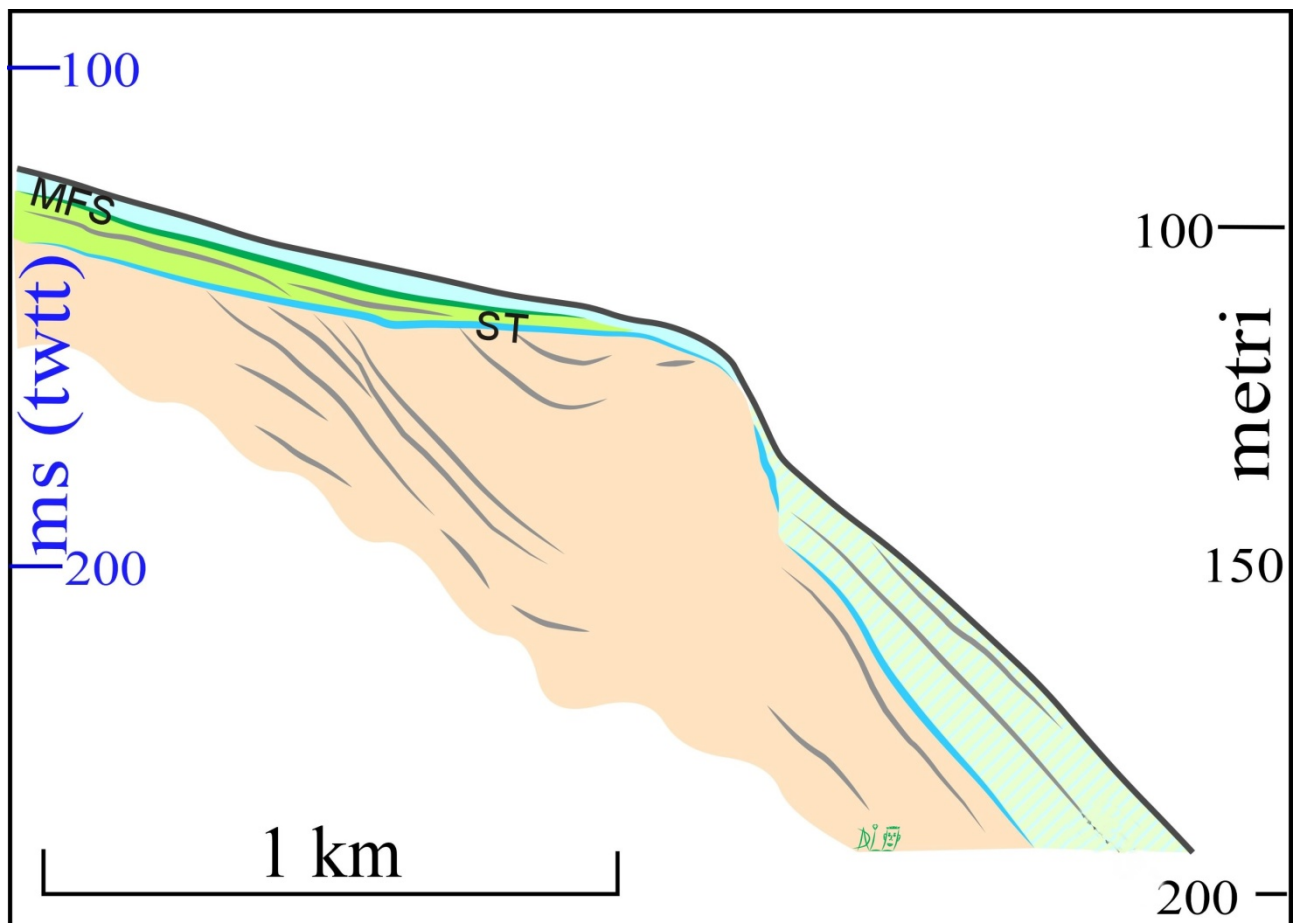


Fig.1. 2 Schema sismostratigrafico della piattaforma e della scarpata superiore. L'insieme cuneiforme di colore grigio che si sviluppa al di sotto del ciglio di piattaforma è il corpo di basso stazionamento (*LST*)

Rilievi superficiali, di estensione limitata, suggeriscono per forma, estensione, risposta acustica e rapporti con i sedimenti circostanti la presenza di fluidi in risalita (*gas escape*) in grado di generare processi di diagenesi precoce. Nella zona sono segnalate, nei sedimenti degli ultimi 6-7000 anni, sulla scarpata, variazioni climatico-ambientali di una certa importanza (Borsetti et al. 1989). I sedimenti pleistocenici superficiali sono interessati da

alcune faglie sub-verticali trasversali alla piattaforma e da pieghe a largo raggio interpretabili come deformazioni gravitative

2- Descrizione dei dati geofisici e sedimentologici disponibili nell'area del Foglio

2.1 Dati morfobatimetrici (rilievi multibeam)

I dati di questo tipo derivano dal Progetto MESC 05 che copriva oltre all'area del Foglio, anche zone attigue con definizione più che accettabile. I dati di questa campagna sono stati integrati nel contesto delle operazioni MAGIC durante la campagna MAGIC 0409. Tutti i dati morfobatimetrici sono stati acquisiti con ecoscandaglio Reson 8111 e 8150 a bordo della nave OGS Explora. I dati delle due campagne sono stati riprocessati all'OGS in accordo con gli standard MAGIC.

2.2 Dati di riflettività e immagini del fondale

Dati side-scan sonar sottocosta sono stati raccolti raccolti per iniziativa del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (Si.Di.Mar, 2002). Il loro impiego si è reso necessario per la precisazione dell'andamento delle testate dei canyon che si avvicinano maggiormente alla costa e che rappresentano altrettanti punti di criticità. Detto impiego è illustrato nelle figure che accompagnano la descrizione dei PC.

2.3 Dati di sismica a riflessione

Nel corso del Progetto MESC 05 sono stati rilevati dati di sismica a riflessione ad alta risoluzione (CHIRP) sulla piattaforma continentale e la scarpata superiore. Il loro impiego in termini di definizione degli elementi morfobatimetrici è stato limitato; non trascurabile l'impiego per la definizione dei PC e per l'inquadramento di talune particolarità morfostrutturali della piattaforma. Nel corso del già citato Progetto è stata effettuata una breve serie di profili penetrativi, non ancora utilizzati (n. 6 linee NO-SE e ortogonali). La zona è interessata dai profili CROP M4 ed M5 oltreché dalla rete di sismica ministeriale, risalente agli anni '70, da dati ad alta penetrazione dello STREAMERS/PROFILES Working Group del 1992 (Cernobori et al, 1996) e da altri dati a varia risoluzione dell'Istituto CNR per la Geologia Marina di Bologna.

.

2.4 Dati di campionamento

Oltre ai dati ben noti in letteratura (vedi bibliografia) nel corso di Progetti del Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Trieste (MESC05 e altri) sono state effettuate bennate e carotaggi di piccole dimensioni (una quindicina), non utilizzati nell'ambito del presente Progetto.

3. Elementi Morfobatimetrici e “pericolosità” geologica

3.1 Sintesi descrittiva del Livello 3

Il Foglio 37, Punta Stilo, include una parte della piattaforma continentale che nella sua massima estensione raggiunge circa gli 8km. La scarpata continentale è relativamente estesa e articolata e raggiunge profondità di 1500m. Quest’ultima è dominata dalle morfologie del rilievo di intrascarpata dell’Alto di Riace nella parte meridionale del foglio e dalle morfologie dei canyon di Squillace nella parte settentrionale del foglio. Solo una piccola porzione di area bacinale, l’attuale bacino di Crotone, si sviluppa fino a raggiungere i 1600m di profondità nella parte orientale del foglio (Fig. 3.1.1).

La piattaforma è caratterizzata dalla presenza di due morfologie rialzate e allungate di origine incerta. Lo shelf break è caratterizzato da frequenti nicchie di distacco che evidenziano una scarpata con incipienti eventi gravitativi retrogressivi. L’area settentrionale della scarpata continentale è fortemente incisa dai canali più esterni del sistema del Canyon di Squillace e che presentano fondo a V e cigli a spigolo vivo. I cigli della testata del canyon hanno carattere retrogressivo e sono caratterizzati da numerose nicchie di distacco, talvolta anche intra-canale.

Il versante sud dell’Alto di Riace è disseccato dal canyon di Assi con interessante sviluppo meandriforme e con testata in apparente attività retrogressiva ma senza un apparente collegamento con il reticolo idrografico terrestre. (Ceramicola et al. 2008). Inoltre il canyon mostra evidente controllo strutturale sia per vie delle scarpate rettilinee che lo limitano a nord e a sud sia per l’andamento a tratti rettilinei tipo linea spezzata con meandri che disegnano angoli quasi retti. Adiacente al canyon si osservano le morfologie di eventi gravitazionali multipli quali nicchie di distacco e depositi a blocchi (Ceramicola et al. 2009, 2010)

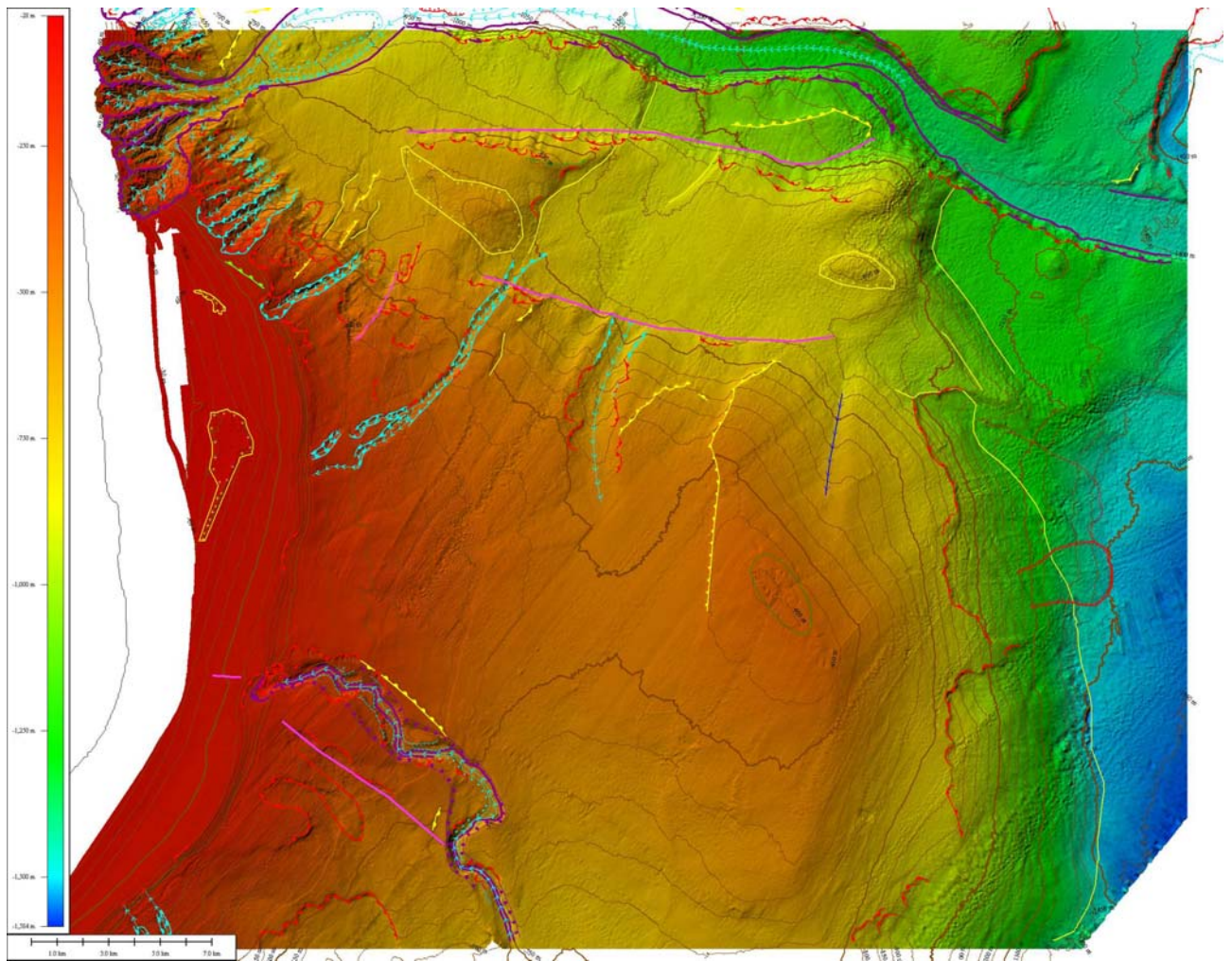


Fig 3.1.1. Mappa morfobatimetrica del fondale compreso nel Foglio 37 – Punta Stilo. Le curve batimetriche sono distanziate ogni 50m. Le linee colorate indicano gli Elementi Morfobatimetrici del livello interpretativo 3. La mappa è orientata col nord verso l'alto.

3.2 Aspetti salienti in chiave di pericolosità geologica non direttamente esprimibili attraverso la rappresentazione del Livello 3

Non si segnala nessun particolare approfondimento interpretativo

3.3 Bibliografia citata

A. A. V. V., 1983 **Neotectonic Map of Italy**, Sheet n. 6, C.N.R., P.F. Geodinamica Sub P. Neotettonica, Roma

A. A. V.V., 1991 **Structural Model of Italy**, Sheet n.6, C.N.R. PF Geodinamica, Roma

Borsetti A.M., Cati F., Gabbianelli G., 1989. Crociera IT/88: indagini sismiche e biostratigrafiche sulla piattaforma e sulla scarpata continentale superiore ionica (Calabria

centrale) e tirrenica (Sicilia Nord-orientale). Risultati preliminari. *Giornale di geologia*, 51(01), 179-200.

Ceramicola S., S. Tinti, D. Praeg, F. Zaniboni, and P. Planinsek 2012 Potential tsunamigenic hazard associated to submarine mass movement along the Ionian continental margin (Mediterranean Sea) EGU2012-10808. European Geosciences Union General Assembly 2012

Planinsek P., S. Ceramicola , I. Marson , F. Zaniboni, S. Tinti, G. Pagnoni, D. Praeg, E. Forlin, and E. Colizza (2011) Reconstruction of a submarine landslide and related tsunami from morpho-bathymetry and sub-bottom data on the Ionian Calabrian margin (Mediterranean Sea). The Second World Landslide Forum, Rome, Abstracts WLF2 - 2011– 0646

Ceramicola, S., Caburlotto, A., Coste, M., Cova, A., Migeon, S., Forlin, E. Praeg, D., Diviaco, P., Cotterle, D., Romeo, R., Facchin, L., Civile, D., Ramella, R., Critelli, S., Fanucci F., Chiocci, F. L., 2010. Seabed features in relation to geohazards on the Ionian Calabrian margin: results from the MAGIC Project. 39th CIESM Congress, 10-14 May 2010, Venice, Italy.

Ceramicola, S., Civile, D., Caburlotto, A. Cova, Cotterle, D. Diviaco, Caffau, M., Praeg, D., Accettella, D., Colizza, E., Critelli, S., Cuppari, A., Dominici, F., Fanucci, F., Morelli, D., Muto, F., Romano, C., Ramella, R., 2009. Features of mass-wasting along the submarine slopes of the Ionian Calabrian margin. International Conference on Seafloor Mapping for Geohazard Assessment, 11-13 May 2009, Ischia (Na), Italy; *in Rendiconti Online della Società Geologica Italiana* (Editors: Chiocci F.L., Ridente D., Casalbore D., Bosman A.), Vol. 7, pp. 87-89 (http://www.socgeol.it/318/Rendiconti_on_line.html).

Ceramicola S., Civile, D., Caburlotto, A. Cova, A. Accettella, D., Caffau, M. Cotterle, D. Diviaco, P. Wardell, N. & Ramella, R., 2008. Dinamiche morfo-sedimentarie del margine calabro ionico settentrionale per definire il rischio geologico (Progetto MaGIC). 84° Congresso della Società Geologica Italiana, 15-17 settembre 2008, Sassari, Italy. *in Rendiconti Online della Società Geologica Italiana*. Editori: G. Oggiano, L. Carmignani, A. Funedda, P. Conti. Vol. 3, Fasc.1, pp. 210-11 (http://www.socgeol.it/318/Rendiconti_on_line.html)

Cernobori L., Hirn A., Mc Bride J.H., Nicolich R., Petronio L., Romanelli A., 1996 – Crustal image of the Ionian Basin and its Calabrian margins. *Tectonophysics*, 264, 175-189

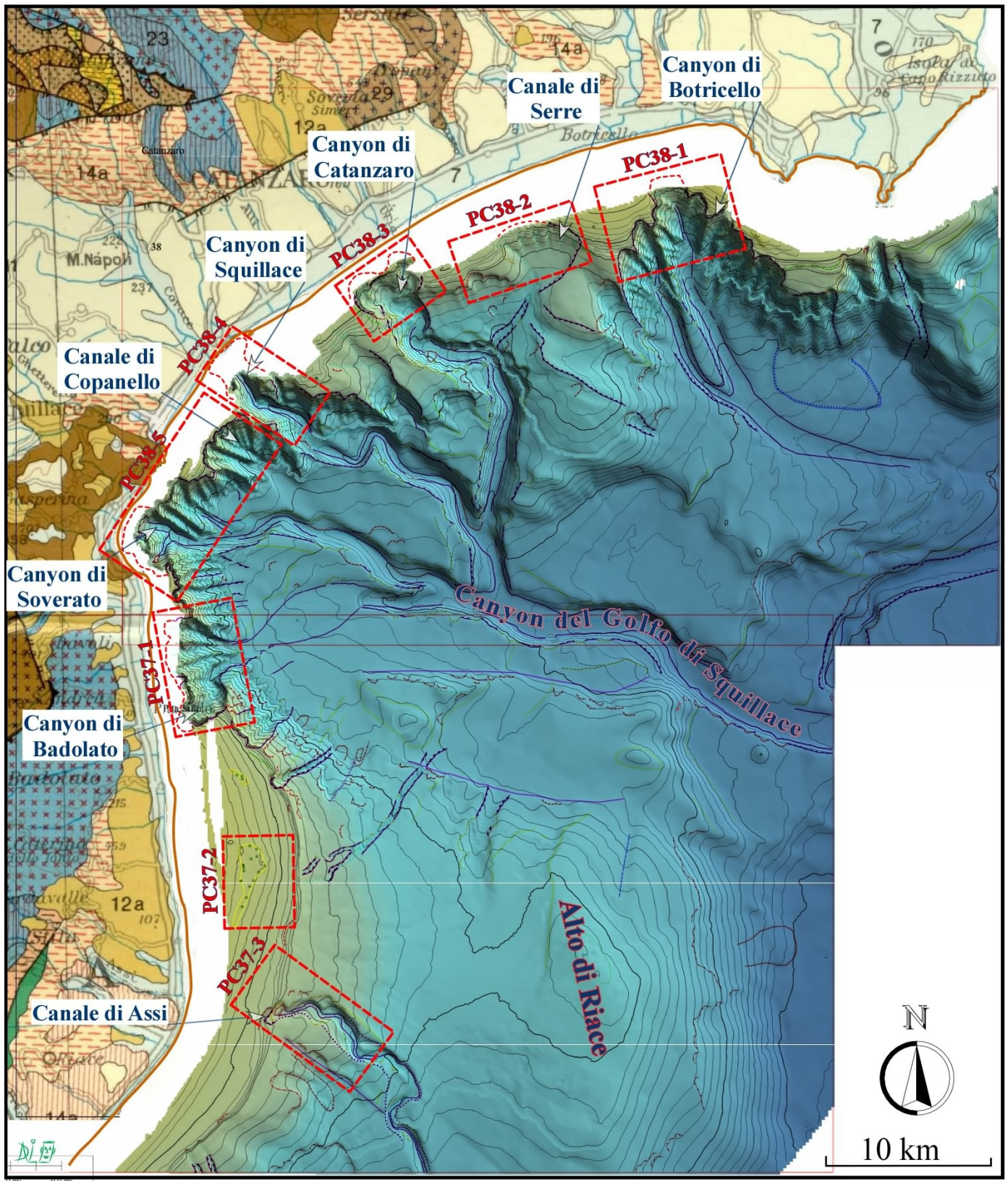
Colizza E. , A. Cuppari , F. Fanucci , G. Fonda , D. Lenaz , R. Melis , D. Morelli , Accettella D. , Wardwell N., 2008 Strutture morfologiche, morfodinamica e processi sedimentari nei fondali dell'area compresa fra Punta Stilo e Capo Rizzuto (Calabria Ionica), zona a potenziale rischio geoambientale. Atti del Convegno della Società Geologica Italiana, 2008. *Rendiconti on line Soc.Geol.It.*

Cuppari A., Fanucci F., Morelli D., Colizza E., Lenaz D., Accettella, D. & Wardell N., 2007. Morphostructural features and sedimentary processes of the Ionian Calabrian inner margin. *GEOITALIA* 2007, Rimini, 2007, 247.

Del Ben A., Barnaba A., Toboga A. , 2007 – Strike-slip systems as the main tectonic features in the Plio-Quaternary kinematics of the Calabrian Arc. *Mar. Gph. Res.*, DOI 10/1007/s11001-007, 9041-6

Morelli D., 2008 – La cartografia marina: ricerche ed applicazioni orientate ai rischi geologico-ambientali in aree campione. Tesi di dottorato in Scienze Ambientali (ambiente fisico, marino e costiero) XX ciclo, Università degli Studi di Trieste – DiSGAM, 118 pp, inedita.

Van Dijk J.P., Bello M., Brancaleoni G.P., Cantarella G., Costa G., Frixia A., Golfetto F., Merlini S., Riva M., Torricelli S., Toscano C., Zerilli ., 2000 – A regional structural model for the northern sector of the Calabrian Arc (southern Italy). *Tectonophysics*, 324, 267-320



Mappa indice dei Punti di criticità dei Fogli 37 e 38. La geologia di terra è tratta dallo Structural Model of Italy, Sheet n.6, C.N.R.

PUNTI DI CRITICITA' FOGLIO 37 – PUNTA STILO

PC-37-1 TESTATA DE CANYON DI BADOLATO E SOLCHI EROSIVI CIRCONSTANTI.

4.1.1 Riassunto

In un vasto anfiteatro a erosione diffusa si organizza la testata di un Canyon modestamente inciso e a talweg divagante. La testata è interessata da movimentazioni gravitative e molto prossima alla costa.

4.1.2. Tipo di rischio

Erosione costiera retrogressiva prossima alla costa; Fagliazione superficiale; drenaggio di sedimenti costieri.

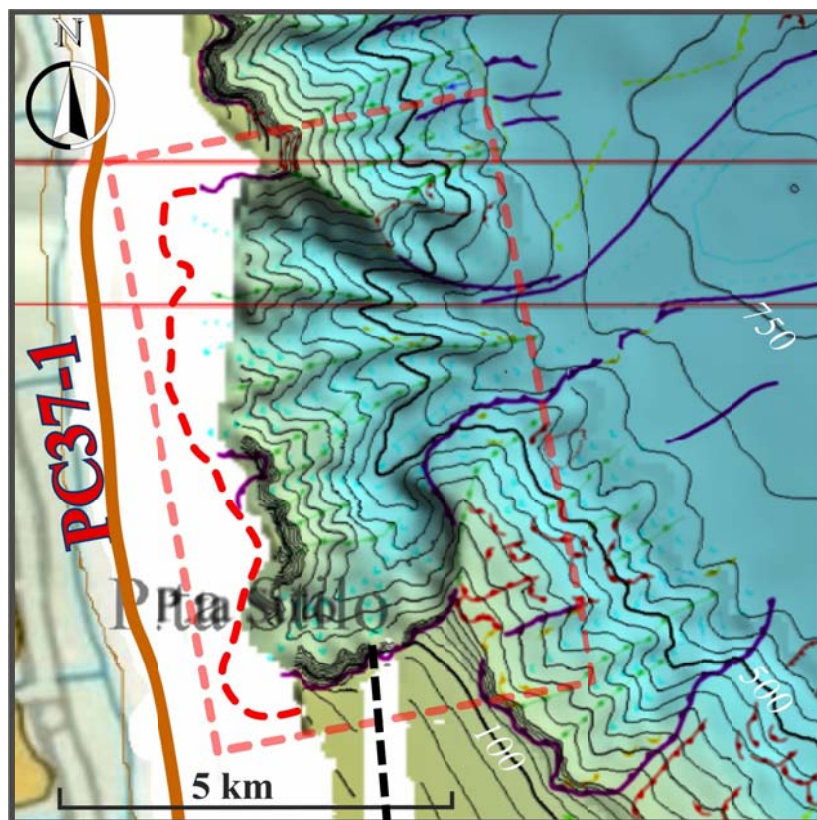


Fig. 1 – Ubicazione della zona di rischio. Integrazione con dati side-scan sonar ministeriali. Profondità limite testata 45m. La linea tratteggiata nera indica la posizione del profilo CHIRP mostrato in Fig.2

4.1.3 Descrizione

La testata del Canyon di Badolato è ricavata all'interno di un vasto anfiteatro ad erosione diffusa la cui esistenza è condizionata probabilmente anche da più lineamenti tettonici. Uno in particolare, importante e ad andamento obliquo rispetto alla costa (Neotectonic Map of Italy, a mare) delimita un settore a piattaforma relativamente estesa dal settore centrale del Golfo di Squillace, in cui la piattaforma è in decisa erosione.

L'originario modellamento del sito in esame è stato verosimilmente determinato da processi gravitativi retrogressivi. I fenomeni che definiscono sia il canale che la testata, multilobata e con ciglio assai prossimo alla linea di costa, sembrano essere ben più recenti. Che un sistema in fase di sviluppo "embrionale" mostri già un avvicinamento drastico alla riva, può rappresentare un indizio molto significativo circa la pericolosità

Il solco principale della testata, a S, risente dei condizionamenti tettonici detti; si avvicina alla riva sino a circa 600m, interessando la batimetrica dei -30m ed è sede di importanti destabilizzazioni gravitative (Fig. 2).

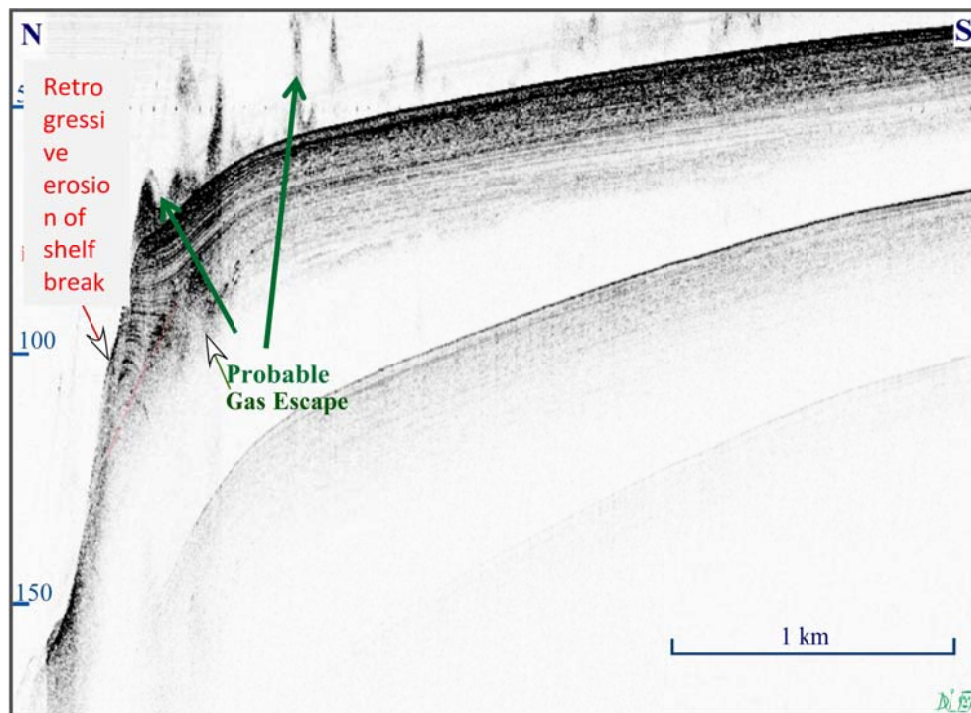


Fig. 2: Sezione CHIRP sul fianco meridionale del Canyon di Badolato. Il ciglio è interessato da instabilità gravitativa e condizionato da e probabile risalite di gas. Posizione del profilo CHIRP è indicato in Fig. 1.

4.1.4 Rischio potenziale

- a) *L'evoluzione prevedibile comporta sia l'ampliamento che la retrogressione della testata e l'approfondimento del canale*
- b) *Effetti: erosione di sedimenti costieri*
- c) *Beni esposti: installzioni turistiche, sede stradale, manufatti diversi*
- d) *Stato di attività presunto: destabilizzazione di masse di sedimenti in posizione sublitoranea*
- e) *Non disponibili altre informazioni;*

- f) *Dati disponibili nell'area E' stata effettuata un'analisi di dati morfobatimetrici acquisiti con tecnologia Multibeam e CHIRP nell'ambito del progetto MESC 2005. Inoltre, il limite superiore della testata del canyon è estrapolata da dati side-scan sonar (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio- Si.Di.Mar, 2002).*

PC-37-2 AFFIORAMENTI ROCCIOSI A SUD DI BADOLATO

4.2.1 Riassunto

Area di piattaforma con affioramenti di bedrock e presenza di gas nel substrato.

4.2.2 Tipo di rischio:

Presenza di gas nei sedimenti; rischio per cavi e condotte.

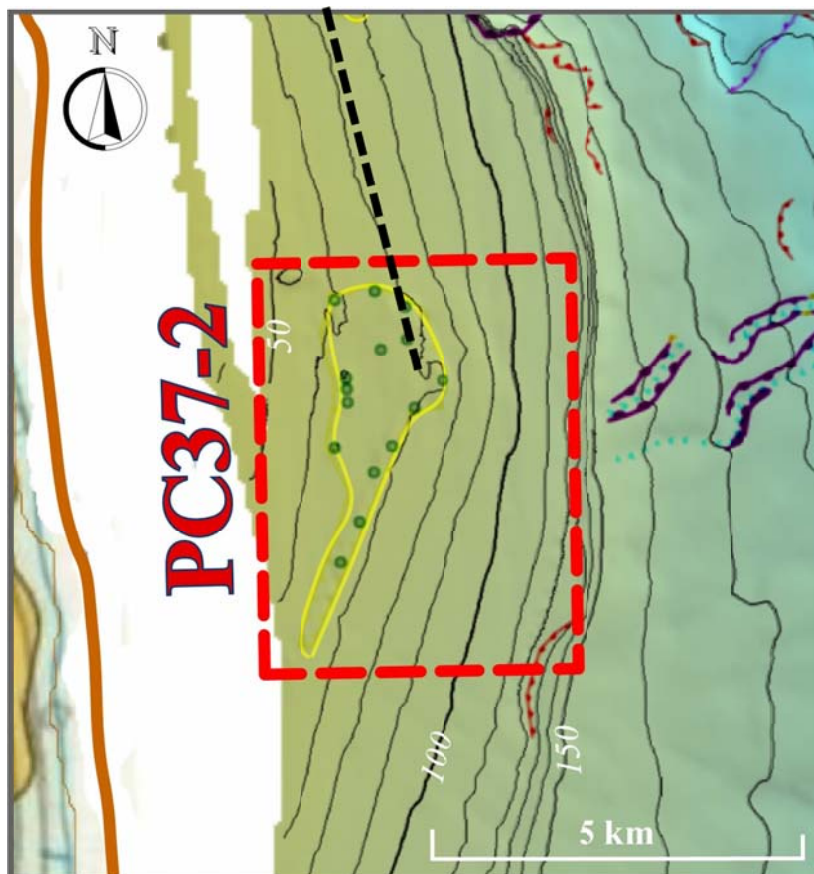


Fig. 1 Ubicazione del punto di criticità. Profondità 60-70m. La linea nera tratteggiata indica la posizione del profilo CHIRP mostrato in Fig.2

4.2.3 Descrizione

In una zona di piattaforma relativamente ampia, ma con ciglio a tratti instabile, si osservano affioramenti più meno ampi di materiale coeso. Non è possibile precisare se si tratti di una vero e proprio substrato roccioso o di sedimenti pleistocenici, precocemente diagenizzati (cementati) grazie alla presenza di gas nei sedimenti e successivamente erosi, tanto da acquisire superfici irregolari. Il limite degli affioramenti è irregolare verso nord e nord ovest mentre verso sud e sud-est risulta rettilineo per un lungo tratto (3-4 km) coincidente con un rilievo netto e continuo del fondale (alto 2-10 m) stretto ed allungato i direzione NNW-SSE. Il suo andamento regolare può presupporre il controllo di questo corpo roccioso da parte di faglie lungo le quali si focalizza la risalita di gas responsabile della cementazione precoce dei sedimenti e, di conseguenza, con maggiore resistenza all'erosione (Fig 2). Vi si segnala una recente leggera sismicità ($M_{max}=3,2$) (catalogo CSI- INGV-CNT)

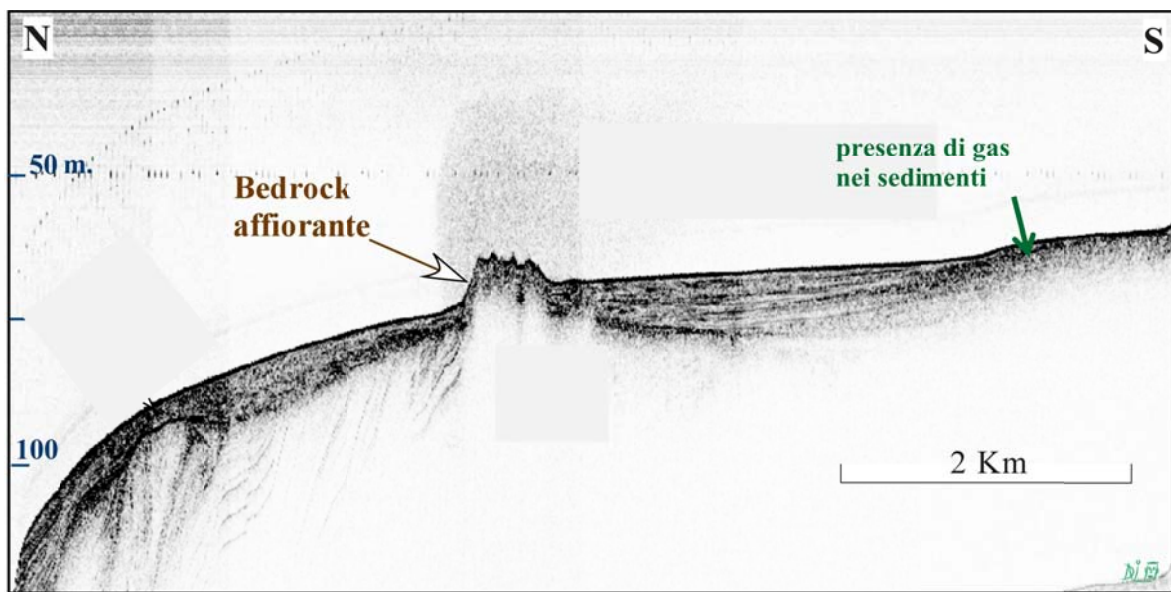


Fig. 2 – Sezione CHIRP registrata nei settori di piattaforma e scarpata a sud del Canyon di Badolato dove si evidenziano l'instabilità dello shelf-break e la presenza di rilievi di materiale più coesivo circondato da sedimenti ricchi in gas (Colizza et al. 2005). Posizione del profilo Chirp è indicato in Fig 1.

4.2.4 Rischio potenziale

- a) *l'evoluzione prevedibile comporta la retrogressione di alcuni tratti del ciglio della piattaforma;*
- b) *Effetti: frane sottomarine sul ciglio e problematiche per eventuali cavi e condotte sottomarine.*
- c) *Beni esposti: eventuali condotte sottomarine;*
- d) *Non definibili;*
- e) *Non presenti;*
- f) *Dati disponibili nell'are, Dati morfobatimetrici acquisiti con tecnologia Multibeam e CHIRP nell'ambito del progetto MESC 2005. Dati side-scan sonar ministeriali*

PC-37-3 TESTATA DEL CANYON DI ASSI

4.3.1 Riassunto

Canyon ad andamento tortuoso con presenza di nicchie di distacco della adiacente frana di Assi.

4.3.2 Tipo di rischio

Frane sottomarine pellicolari; rischio per cavi e condotte; fagliazione superficiale

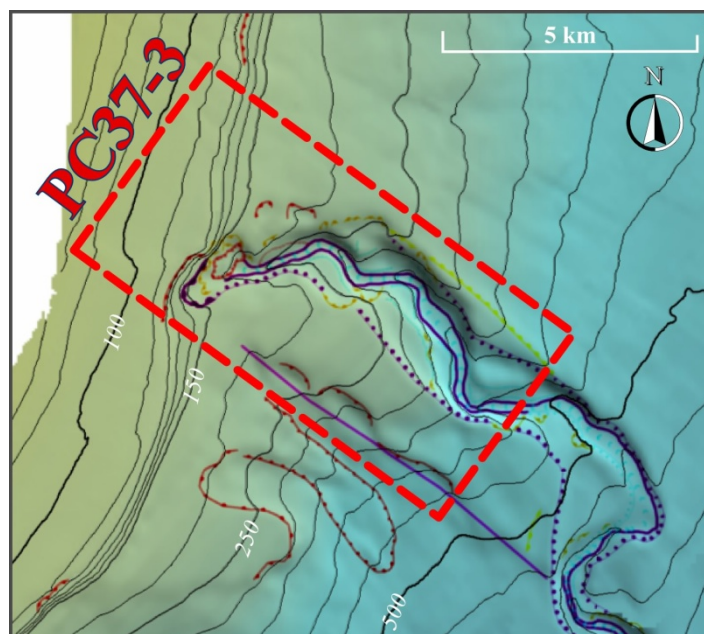


Fig. 1 Ubicazione del punto di criticità. Canyon di assi, con testata che raggiunge i -110m di profondità.

4.3.3 Descrizione

Il Canyon di Assi (Borsetti et al. 1989), si sviluppa su una scarpata a debole pendenza e sembra essere collegato alla dinamica gravitativa della frana di Assi (Ceramicola et al. 2011, 2012). Il margine in esame è soggetto a instabilità di versante sia recente, osservabile sulla morfobatimetria (nicchie di distacco fresche e blocchi con morfologia gibbosa), che passata, osservabile sui profili CHIRP. Lineamenti di faglie che dislocano il fondale sono state riconosciute sui profili CHIRP (Fig 2). E' in questione se lo sviluppo dello stesso talweg del Canyon di Assi sia stato influenzato dalla recente tettonica cui è sottoposta quest'area.

Il Canyon di Assi assume importanti caratteri erosivi. Nella zona di studio i livelli Pleistocenici sono interessati da una sorta di tettonica gravitativa relativamente blanda (Fig. 2), per cui si ritiene che anche i movimenti più recenti ed attuali siano lenti. La presenza in piattaforma di una faglia che disloca anche i depositi dell'Olocene e che condiziona l'andamento del fondale (Morelli, 2008; Colizza et al. 2008) fa sospettare la possibilità di eventi parossistici.

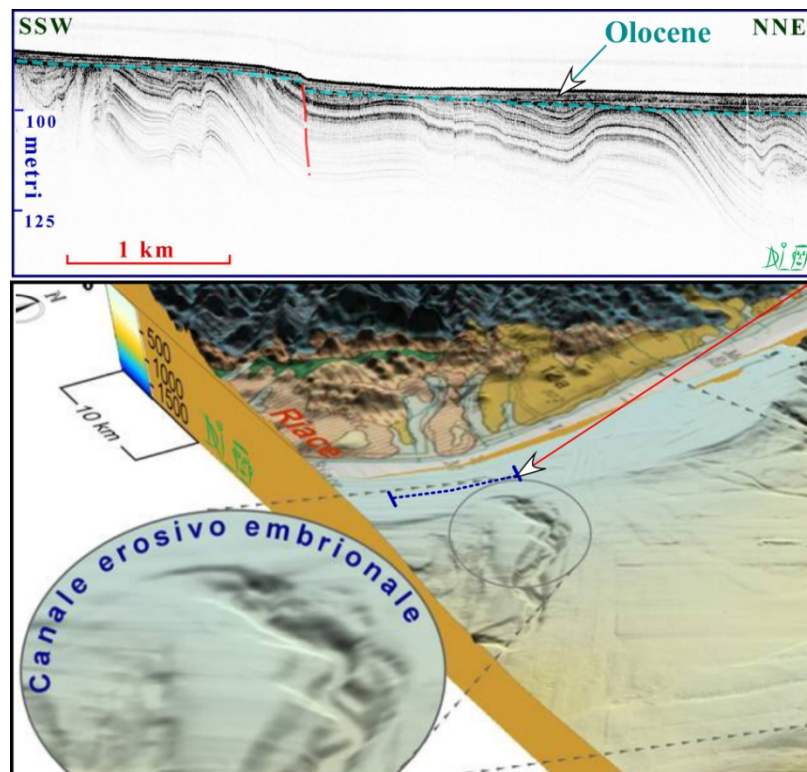


Fig.2. Sezione CHIRP registrata nel settore di piattaforma in prossimità del Canyon di Assi che mostra come il suo sviluppo può essere condizionato da faglie attive che dislocano l'Olocene. Da Colizza et al. 2008, modificato

4.3.4 Rischio potenziale:

a) *b) c) Allo stato attuale delle conoscenze è molto difficile fare previsioni in merito, almeno per definire i caratteri potenziali delle faglie presenti nell'area di piattaforma. Nell'area di testata del canyon è prevedibile, nell'immediato, la retrogradazione per frane superficiali dei fianchi che può interessare cavi e condotte sottomarine eventualmente presenti nell'area.*

d) scivolamento gravitativo lento

e) non note

f) Dati disponibili nell'area. Dati morfobatimetrici acquisiti con tecnologia Multibeam e CHIRP nell'ambito del progetto MESC 2005 . Dati side-scan sonar ministeriali