

NOTE A COMPENDIO DEL FOGLIO 17-MILAZZO

1. Inquadramento geologico dell'area

Il Foglio 17 Milazzo comprende gran parte del bacino di Gioia, che è il risultato della tettonica estensionale che ha portato all'apertura dei bacini di retro-arco del Tirreno, attraverso faglie normali orientate prevalentemente NE-SO (Malinverno & Ryan, 1986; Patacca & Scandone, 1989; Fig. 1.1). La tettonica distensiva ha interessato i sovrascorrimenti di età oligo-miocenica delle unità Cabilo-Calabridi (Lentini et al., 1994) e fu accompagnata da un complesso sistema di faglie trascorrenti e distensive (Guarnieri et al., 2002).

Oggi, nella parte occidentale del bacino, un sistema argine-canale è alimentato e costruito dai canali di Milazzo, Villafranca e Niceto (Gamberi & Marani, 2006; Fig. 1.1), mentre il lato nord-orientale del bacino di Gioia ospita un sistema canyon-canale (Gioia-Mesima) (Gamberi & Marani, 2006; Gamberi & Marani, 2008) ramo tributario della Valle di Stromboli, che funge da asse centrale di drenaggio del bacino (Fig. 1.1). Nella parte centrale del bacino di Gioia è presente l'Acquarone Ridge, anch'esso originatosi come alto strutturale durante le fasi di rifting del margine della Sicilia nord-orientale (Fig. 1.1). Per quanto riguarda la stratigrafia a mare, le evaporiti messiniane hanno uno spessore inferiore ai 100 ms nei profili sismici disponibili e costituiscono il limite di penetrazione verticale degli stessi (Fabbri & Curzi, 1979; Fig. 1.2). Subito sopra le evaporiti messiniane sono presenti i Trubi (Pliocene inferiore), una formazione caratterizzata da una facies sismica trasparente. Successivamente, diversi livelli torbiditici si sono depositati nel Pliocene medio-superiore esclusivamente nei depocentri creati durante la fase di rifting del margine (Gamberi & Marani, 2006; Fig. 1.2). I depositi che vanno dal Pliocene superiore/Pleistocene inferiore fino all'Attuale ospitano, come già detto, un sistema argine-canale a ovest e vasti depositi di frana a est, tra cui lo slump detto di Nicotera e il Villafranca mass-transport complex (VMTC), che è stato identificato per la prima volta in Gamberi & Marani (2006), i quali lo hanno denominato VMWC (vedi Fig. PC1_17 da 2 a 6) e poi trattato in dettaglio in Gamberi et al. (2011) che lo hanno appunto ridefinito VMTC (Fig.1.1). La parte sud-occidentale del foglio, nell'area prospiciente Milazzo, è invece interessata da numerose testate di canyon collegate ai sistemi di drenaggio a terra, che arrivano fin sotto costa in zone interessate da attività industriale, sulla quale pongono una seria minaccia sia a causa di fenomeni di instabilità, sia per flussi iperpicniali a carattere stagionale. I canali di scarpata che si collegano in bacino a tali sistemi sono tre: Milazzo, Niceto e Villafranca (Fig. 1.1).

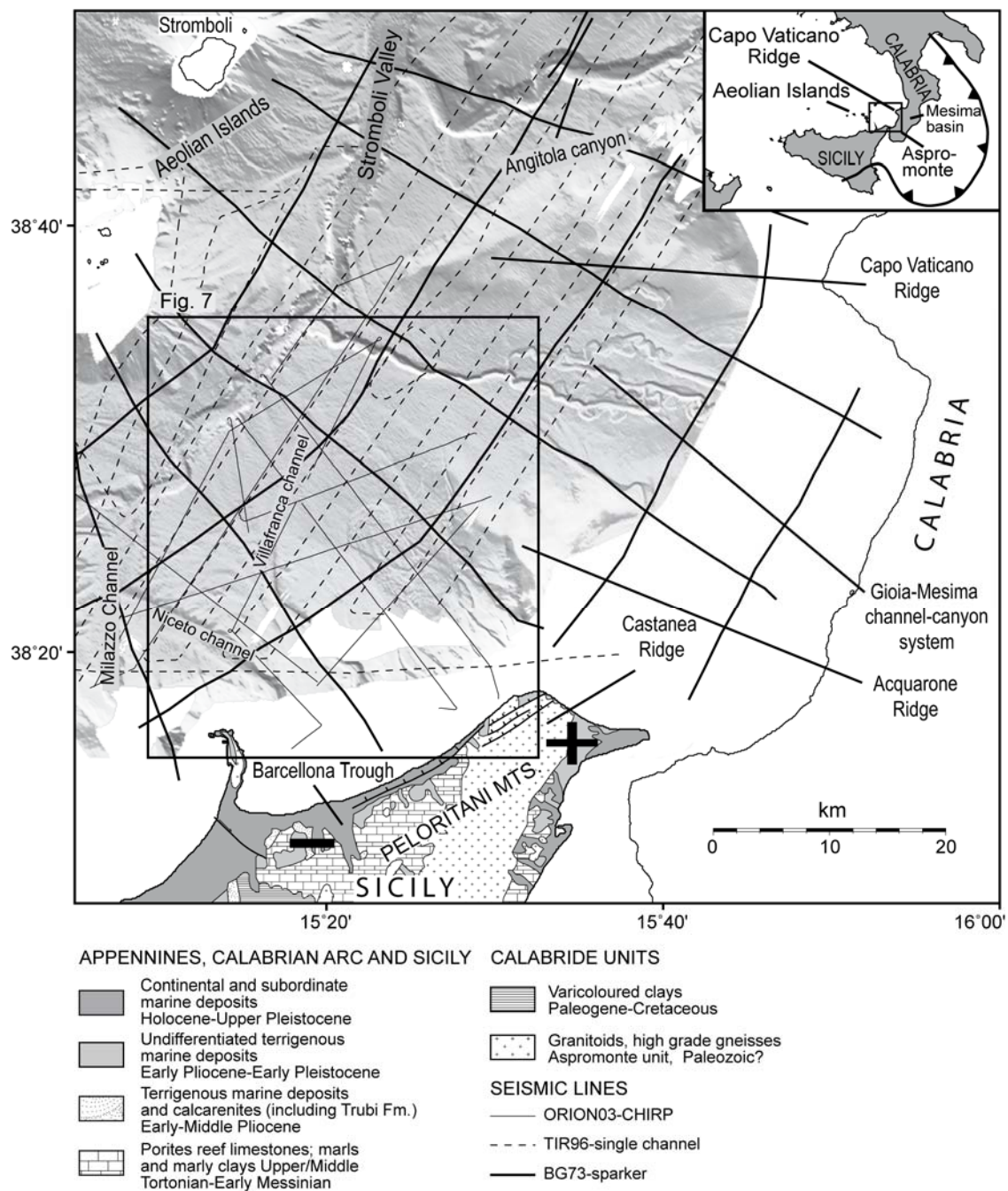


Fig. 1.1: inquadramento regionale del Bacino di Gioia, da Gamberi et al. (2011).

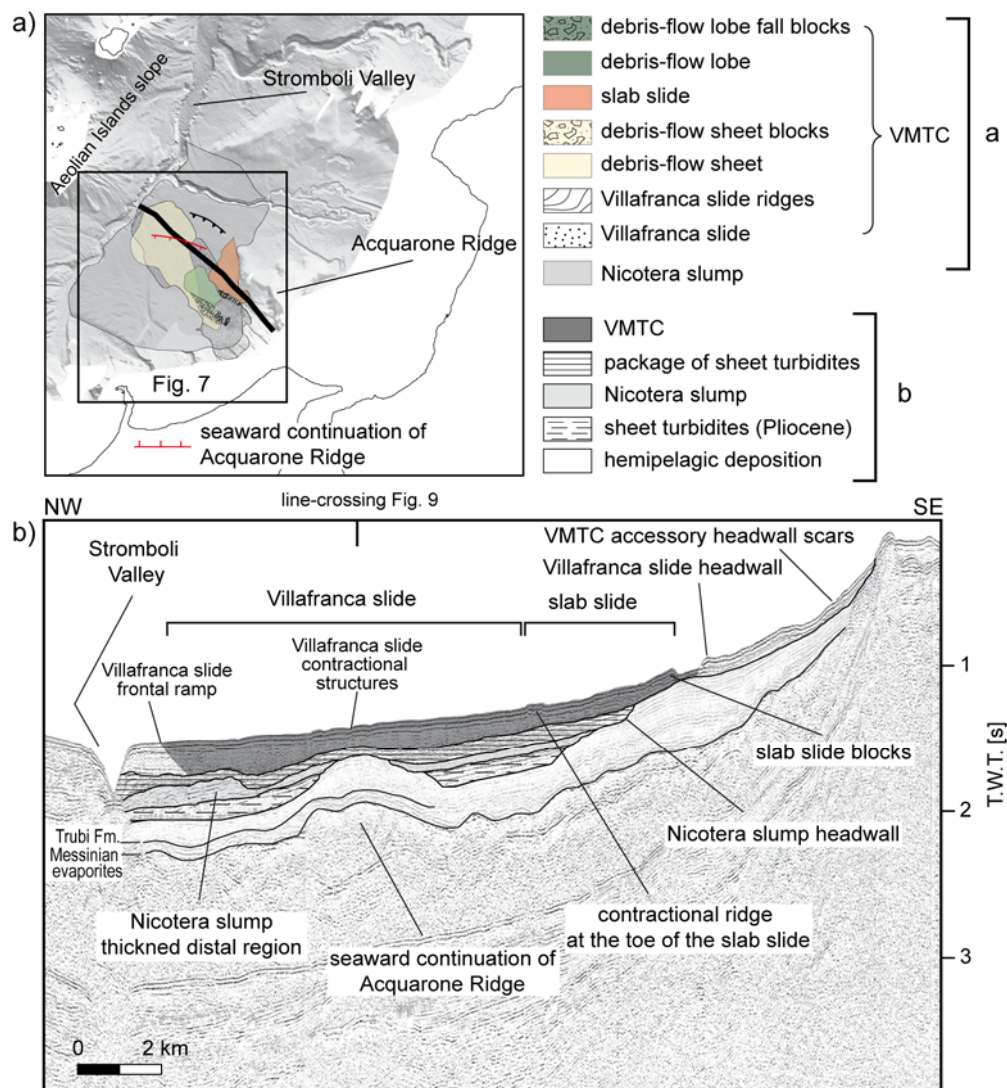


Fig. 1.2: inquadramento stratigrafico del Bacino di Gioia, da Gamberi et al. (2011). a) sintesi della distribuzione dei depositi di frana nel bacino (si noti che VMTC equivale all'acronimo VMWC utilizzato in altre figure); b) stratigrafia del bacino esemplificata attraverso un profilo sismico sparker 30 kJ che attraversa il bacino dalla scarpata superiore fino alla Valle dello Stromboli.

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

I dati disponibili nell'area del Foglio 17 Milazzo consistono di dati morfobatimetrici, di riflettività del fondo mare estratta dai dati multibeam, di dati sismici a media risoluzione (sparker), ad alta risoluzione (CHIRP) e di alcuni campionamenti.

2.1 Dati morfobatimetrici

I dati morfobatimetrici pregressi sono stati acquisiti nell'ambito del "Progetto Strategico Tirreno" durante due campagne oceanografiche TIR96 e TIR99 a bordo della R/V Gelendzhik e della R/V Strakhov rispettivamente. In entrambe le campagne è stato utilizzato un ecoscandaglio multifascio (*multibeam*) Kongsberg-Simrad EM12/120S (12 kHz) che, alla velocità di 6-8 nodi, ha permesso di acquisire dati di buona qualità con una copertura equivalente a 3,5 volte la profondità dell'acqua ed un *overlap* tra le linee del 20 %. Nella Fig. 2.1.1 è mostrata l'estensione dei due rilievi che hanno investigato gran parte del Mar Tirreno e dello Ionio. I dati sono stati successivamente elaborati con il software Kongsberg-Neptune, applicando una procedura standard che include la correzione di

posizionamento e di profondità, filtri statistici e manuali per produrre DTM di dettaglio fino a 25 e 50 m. I dati morfobatimetrici acquisiti nell'ambito del Progetto MaGIC, nell'area del foglio, consistono di due dataset distinti: il primo riguarda l'acquisizione di uno stretto settore della piattaforma interna avvenuta tra l'agosto 2009 e l'aprile 2010 a bordo del M/P Maria Grazia, utilizzando un ecoscandaglio multifascio Kongsberg EM3002D (293-307 kHz); il secondo è riferito all'acquisizione della scarpata superiore attraverso un ecoscandaglio multi fascio Reson 7111 (100 kHz), sempre a bordo del M/P Maria Grazia. Il primo sistema consentiva una copertura di 200-400 m e un'altissima risoluzione del fondale anche a velocità di crociera superiori ai 9 nodi; il secondo sistema ha garantito una copertura maggiore e la possibilità di indagare zone di scarpata profonda anche 900 m, con una buona risoluzione finale. Entrambi i gruppi di dati sono stati processati con il software CARIS HIPS&SIPS. Inoltre nel settembre 2011 una ulteriore campagna MAGIC è stata svolta a bordo della N/R Urania per completare definitivamente i rilievi nell'area di Milazzo e raggiungere un migliore dettaglio di risoluzione sul grande complesso di frana presente nell'area. Il rilievo è stato effettuato con un sistema Kongsberg EM710 (70-100 kHz). In Fig. 2.1.2 è mostrata la copertura totale delle acquisizioni recenti che hanno permesso di completare il dettaglio morfobatimetrico del Foglio 17 Milazzo.

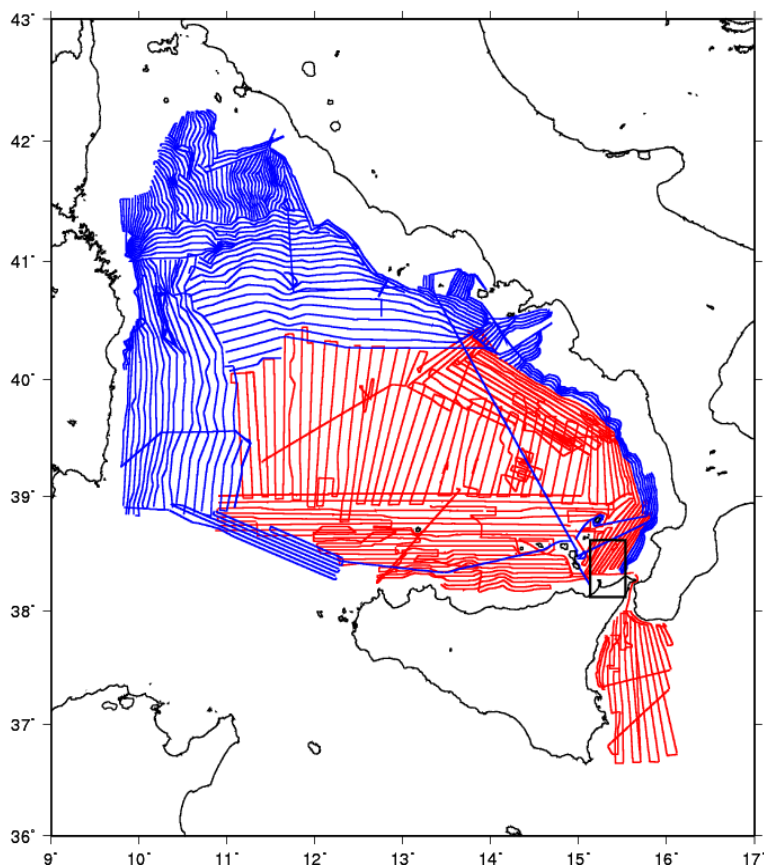


Fig. 2.1.1: estensione dei rilievi batimetrici eseguiti durante la campagna oceanografica TIR96 (rosso) e TIR99 (blu). In nero è riportata l'area interessata dal Foglio 17 Milazzo.

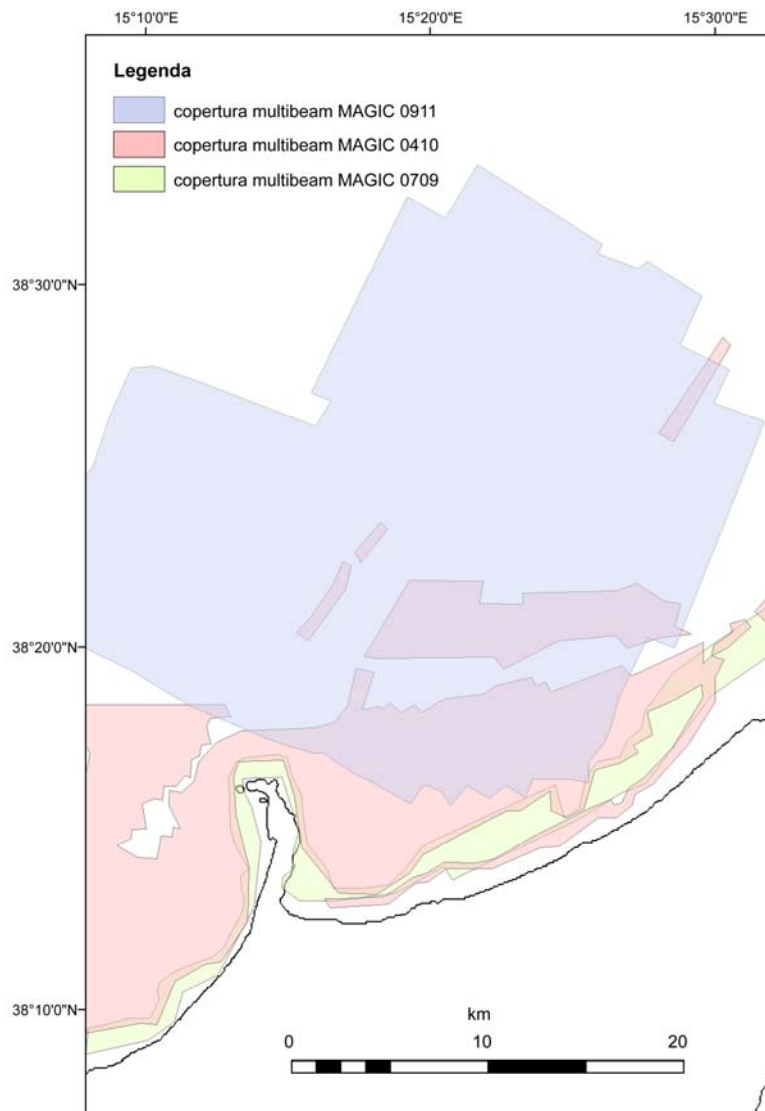


Fig. 2.1.2: poligoni reali di copertura relativi ai rilievi batimetrici eseguiti durante le campagne oceanografiche: MAGIC ISMAR 0709, MAGIC ISMAR 0410, MAGIC ISMAR 0911 nel Foglio 17 Milazzo tra gli anni 2009 e 2011.

2.2 Dati di riflettività e immagini del fondale

Contemporaneamente alla batimetria, il multibeam Kongsberg-Simrad EM12 ha permesso di acquisire dati sonar di riflettività del fondo marino; anche i sistemi Kongsberg EM3002D, EM710 e Reson 7111 contengono, insieme al dato batimetrico, la riflettività del fondo, ma quest'ultima non ha dato grossi esiti in termini di informazioni supplementari.

I dati sono disponibili in bibliografia (Gamberi et al., 2008) e sono stati utilizzati a complemento dei dati batimetrici per riconoscere e meglio delineare i principali elementi morfobatimetrici quali canyon e canali minori, nicchie di frana, strutture deposizionali quali terrazzi, argini e depositi da tracimazione, soprattutto nell'area del sistema canyon-canale di Gioia-Mesima che non è ospitato interamente nel foglio (Fig. 2.2.1). I dati di backscatter si sono dimostrati meno utili per quanto riguarda i depositi di frana, probabilmente a causa della composizione granulometrica di tali oggetti superficiali, che, nella maggior parte dei casi, sono evidentemente composti da materiale fine.

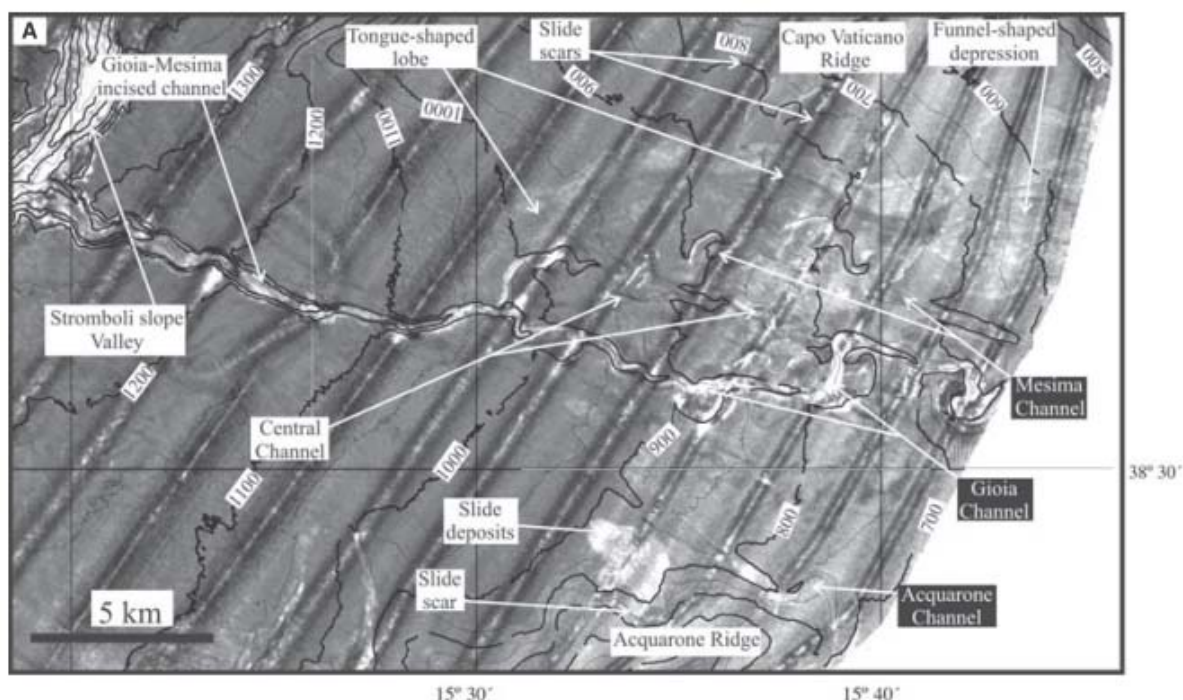


Fig. 2.2.1: esempio di immagine di riflettività del fondo mare con sovrimposte le curve batimetriche (ogni 50 m) di un settore del Bacino di Gioia (da Gamberi et al., 2008). Si noti come il fondo del canale di Gioia-Mesima, le nicchie ed i depositi di frana siano caratterizzati da valori di backscatter più elevati rispetto a quelli del fondo circostante.

2.3 Dati di sismica a riflessione

I dati sismici disponibili nell'area appartengono a due dataset distinti (Fig. 2.3.1): i) profili sismici *sparker* 30 kJ acquisiti a partire dal 1969 nell'ambito del "Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini" del CNR e ii) profili sismici monocanale acquisiti durante le campagne TIR96 e TIR99. Questi ultimi sono stati acquisiti con una sorgente costituita da due *air-gun* sincronizzati, la capacità di ciascun cannone variava tra 0,5 e 1 L, la pressione di utilizzo tra 70 e 100 bar. L'intervallo di sparo è di 8 s. Lo *streamer* (15 m attivo) era costituito da 30 elementi ceramici contenuti in un rivestimento di poliuretano e riempito di acqua di mare per incrementare il rapporto rumore/segnale. Il *tow leader* era costituito da un cavo d'acciaio e una sezione *stretch*. La lunghezza totale dalla sezione attiva era 150 m da poppa. I cannoni e lo streamer erano immersi rispettivamente a 2-5 m, e a 11 m. Questo tipo di dato ha permesso di investigare le strutture geologiche di sottosuperficie fino a profondità di circa 1-1.5 secondi (T.W.T.) con una risoluzione verticale nell'ordine delle decine di metri.

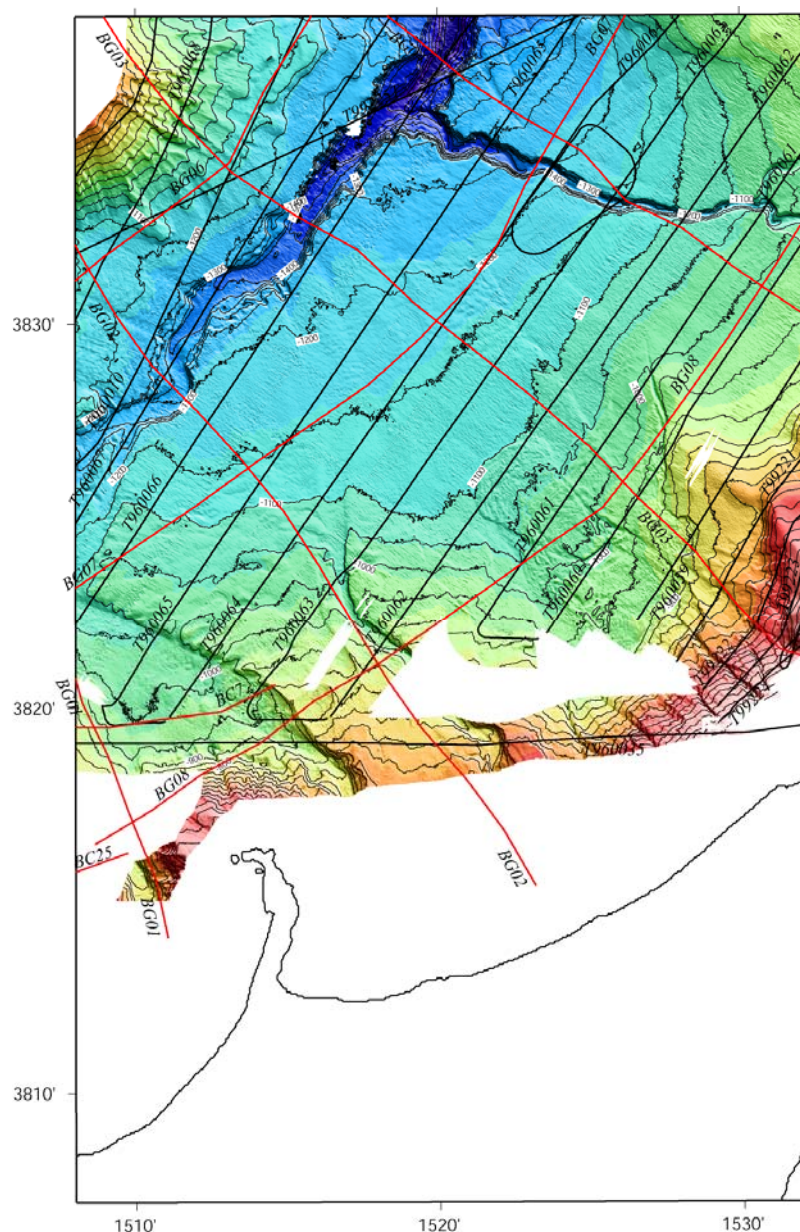


Fig. 2.3.1: dati sismici a riflessione disponibili nell'area del Foglio 17 Milazzo. In rosso sono indicate le linee sparker 30 kJ acquisite nell'ambito del "Progetto Strategico Tirreno"; in nero i profili sismici a riflessione monocanale acquisiti durante la campagna oceanografica TIR96. La copertura del dato multibeam si riferisce ai soli dati TIR96-TIR99.

Nell'analisi degli elementi morfobatimetrici i profili sismici ad alta risoluzione sono stati utili per individuare e cartografare l'estensione e lo spessore dei depositi di argine di canale e dei numerosi corpi di frana che si trovano nel bacino. Ad ulteriore completamento, sono stati utilizzati dei profili CHIRP acquisiti durante una delle missioni di messa in opera della piattaforma GEOSTAR nel 2003 a bordo della N/O Urania (ORION03), i profili CHIRP acquisiti contestualmente al dato multibeam nelle campagne MAGIC ISMAR 0410, MAGIC ISMAR 0911, e durante una campagna di campionamento del Bacino di Cefalù denominata TORDE10 (Fig. 2.3.3).

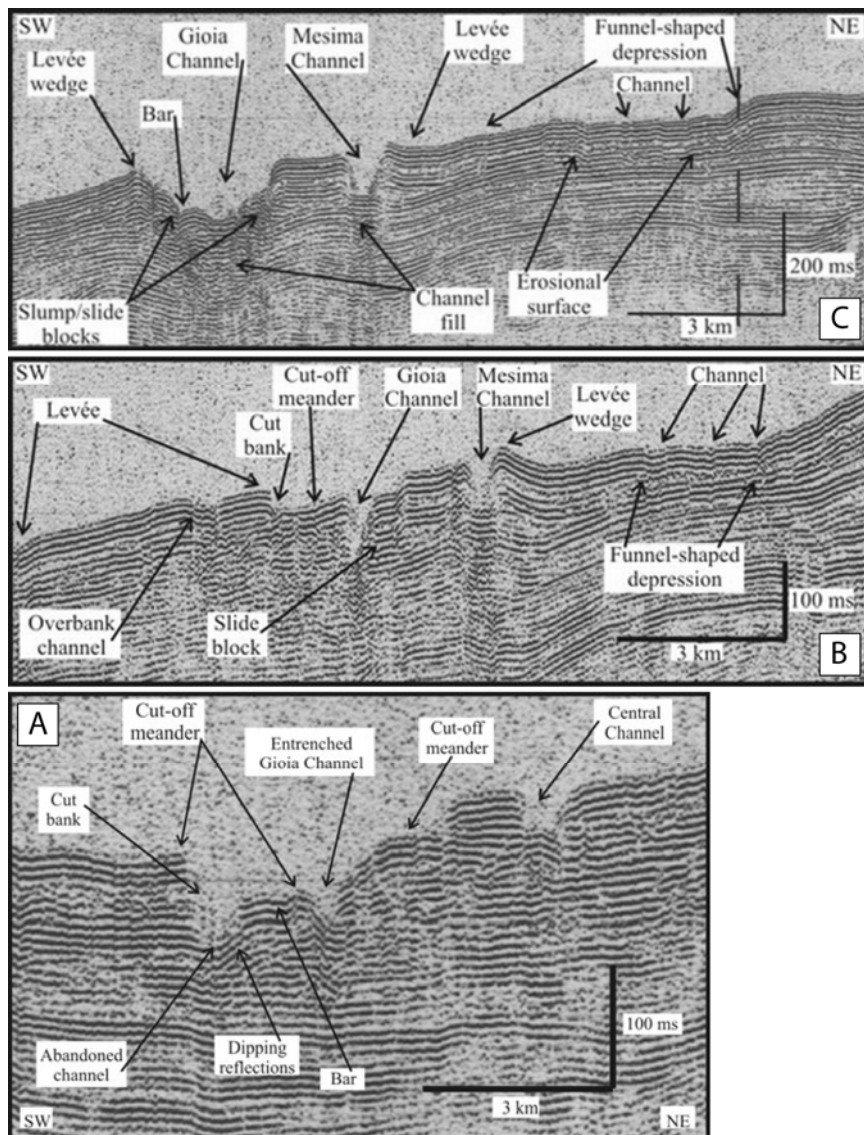


Fig. 2.3.2: esempi di profili sismici monocanale acquisiti durante la campagna TIR99 (da Gamberi et al., 2008). A) TIR99-221; B) TIR99-223; C) TIR99-224. Per il loro posizionamento si veda la Fig. 2.3.1.

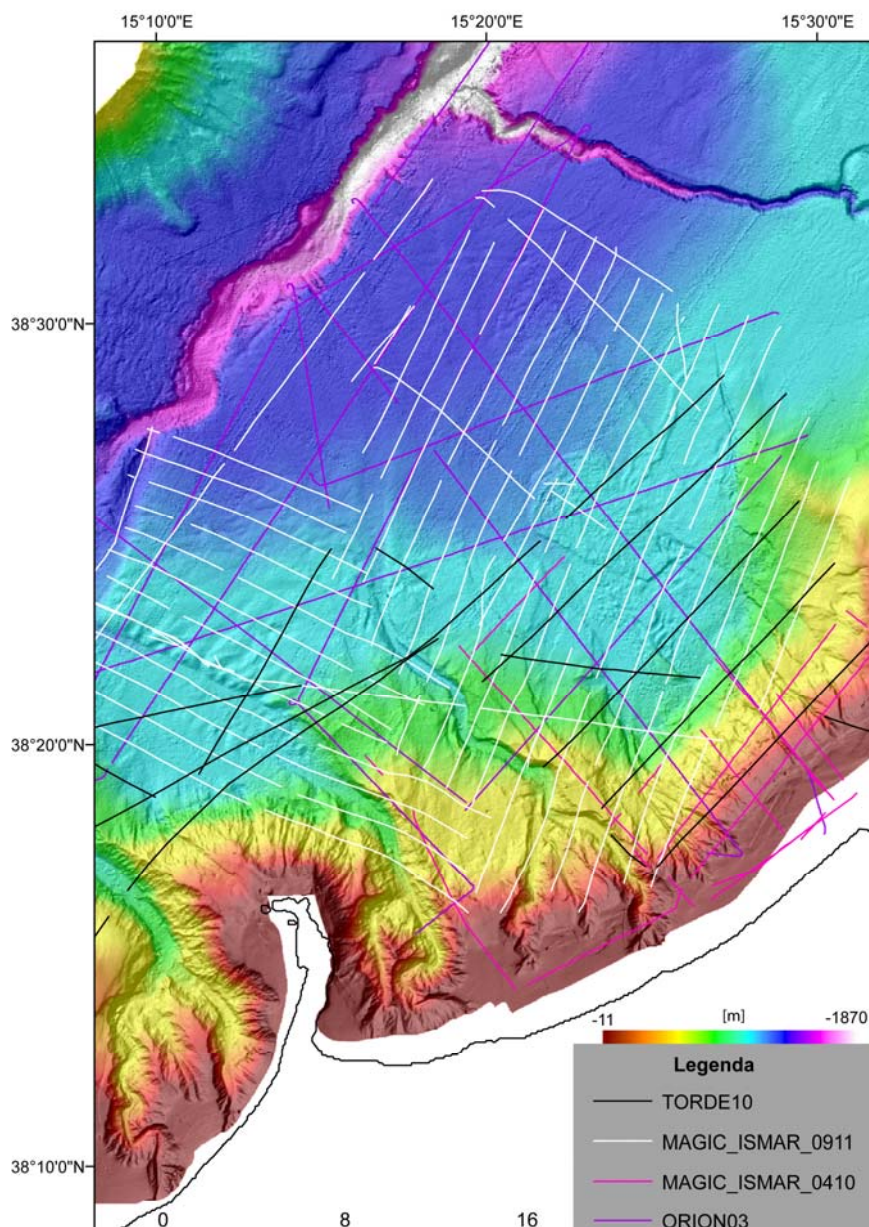


Fig. 2.3.3: posizionamento dei profili CHIRP acquisiti nell'area del Foglio Milazzo durante numerose campagne tra il 2003 e il 2011. La copertura multibeam è la somma di tutte le campagne di rilievo effettuate nell'ambito ed ai fini del progetto MaGIC.

2.4 Dati di campionamento

Durante l'ultima campagna di acquisizione MAGIC ISMAR 0911 sono stati acquisiti alcuni campioni nell'area del Foglio Milazzo, in particolare alcuni carotaggi lungo l'argine del canale di Niceto, alcuni carotaggi nel complesso di frana VMTC, alcuni box corer e benne nella parte distale del fan collegato al canale di Villafranca (Fig. 2.4.1).

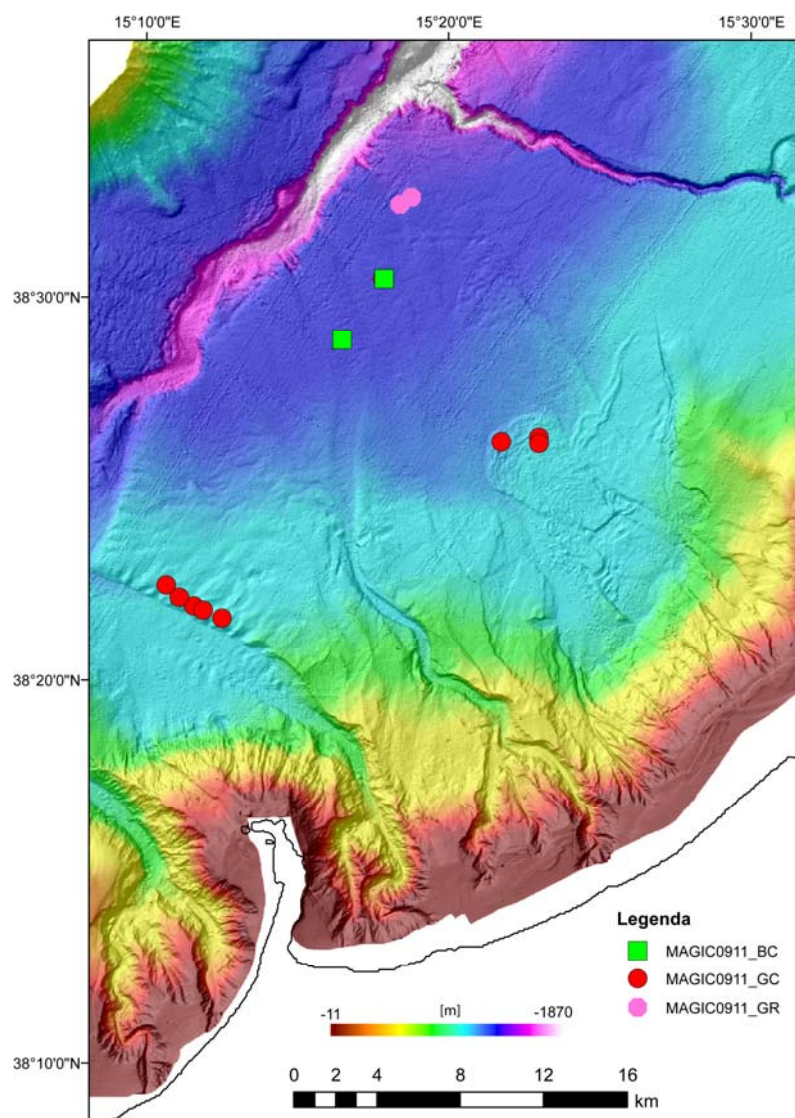


Fig. 2.4.1: posizionamento dei campionamenti effettuati nell'area del Foglio Milazzo durante la campagna MAGIC ISMAR 0911. La copertura multibeam è la somma di tutte le campagne di rilievo effettuate nell'ambito ed ai fini del progetto MaGIC.

3. Elementi Morfobatimetrici e “pericolosità” geologica

3.1 Sintesi descrittiva del Livello 3

Il foglio Milazzo comprende la scarpata siciliana, la parte meridionale del bacino di Gioia e una parte del fianco meridionale dell'Isola di Panarea (Fig. 3.1.1).

La zona di maggiore profondità è rappresentata dalla parte settentrionale della Valle di Stromboli nella quale confluisce il canyon di Gioia/Mesima come tributario di destra.

La Valle di Stromboli è attraversata da un *thalweg* meandriforme (Gamberi & Marani, 2007). Sui fianchi della valle sono presenti 3 terrazzi intracanal principali con larghezza di 500 m ed estensione lineare, lungo l'asse della valle, di circa 4 km. Nel fondo della valle sono presenti 3 aree di deposito intracanal con forma lobata ed estensione di circa 1 km, localizzate nelle parti interne dei meandri. La parte prossimale del canyon di Gioia/Mesima ha una larghezza di circa 500 m alla confluenza dei canali di Gioia e di Mesima. Verso valle, il canyon si amplia e raggiunge una larghezza di 1,5 km alla confluenza con la Valle di Stromboli dove è inciso per 250 m (Gamberi & Marani, 2008). Alcune porzioni del fianco destro del canyon presentano depositi di argine.

La zona di scarpata è caratterizzata da una nicchia di frana principale estesa per circa 50

km lineari al ciglio della piattaforma, più una serie di nicchie di frana complesse in assetto retrogressivo nella parte superiore della scarpata e nella parte orientale del foglio, che si estendono per 23 km lineari e che interessano il fianco sud-occidentale del Ridge di Acquarone, a profondità attorno ai 1000 m. A valle, una zona di traslazione di circa 4 km connette la nicchia principale ad estesi depositi di frana, che in taluni casi hanno espressione morfobatimetrica mentre in altri non sono evidenti. A questo proposito si veda il paragrafo 3.2. Numerosi canali connettono la piattaforma continentale con la nicchia principale di frana e convogliano, presumibilmente, notevoli quantità di sedimento grossolano nella depressione creata dal processo di evacuazione.

Ad ovest della nicchia di frana principale, numerosi evidenti fenomeni di collasso, sotto forma di nicchie di frana, interessano il fianco orientale del channel-levee wedge del canale di Villafranca ed hanno un “aspetto” molto “recente”.

Il bacino di Gioia è caratterizzato dalla presenza di tre canali: Villafranca, Niceto e Milazzo (Fig. 3.1.1). Il canale di Milazzo in realtà è un ramo della Valle dello Stromboli, viene infatti descritto come unità morfologica unica. Anche il canale di Niceto si congiunge con la Valle dello Stromboli, esso è caratterizzato da depositi di argine organizzati in forma di onde di sedimento alte circa 50 m con lunghezza d'onda di circa 1,5 km ed estese circa 2 km lateralmente. Al contrario, il canale di Villafranca non è collegato alla Valle dello Stromboli, esso si esaurisce nella scarpata, dove dà luogo ad un lobo deposizionale (vedi Gamberi & Rovere, 2011). Il tratto prossimale del canale di Villafranca si forma ad una profondità di 750 m, alla giunzione di due canyon tributari nella scarpata superiore. Dopo una curva verso ovest, ha un andamento lineare con direzione ONO. Verso la parte distale del bacino, ha un corso più sinuoso fino a 970 m di profondità, dove un *knickpoint* segna la sua fine e dove sviluppa il lobo (Gamberi & Rovere, 2011). La parte occidentale del foglio è interessata dalle testate di questi canali di scarpata che arrivano fino a costa. In particolare nella zona di Capo Milazzo, la testata del Niceto giunge fino in prossimità dei pontili dello stabilimento Petrolchimico. Questo aspetto è oggetto di trattazione nel paragrafo 4.2 F17_PC2_Testata canyon di Niceto. Il carattere deposizionale e l'architettura di questi tre canali sono meglio trattati in Gamberi et al. (2012). Per quanto concerne la pericolosità geologica, oltre alla vicinanza della testata del canyon di Niceto alla costa (F17_PC2), la zona di scarpata orientale del bacino di Gioia è interessata da nicchie di frana complesse con la possibilità di estensione dell'instabilità anche in zone limitrofe a costa e con un potenziale di messa in posto di corpi di frana di notevoli dimensioni (F17_PC1, vedi paragrafo 3.2 e 4.1). La scarpata dell'isola di Panarea è invece caratterizzata da creste di natura vulcanica e solchi erosivi (Gamberi et al., 1997).

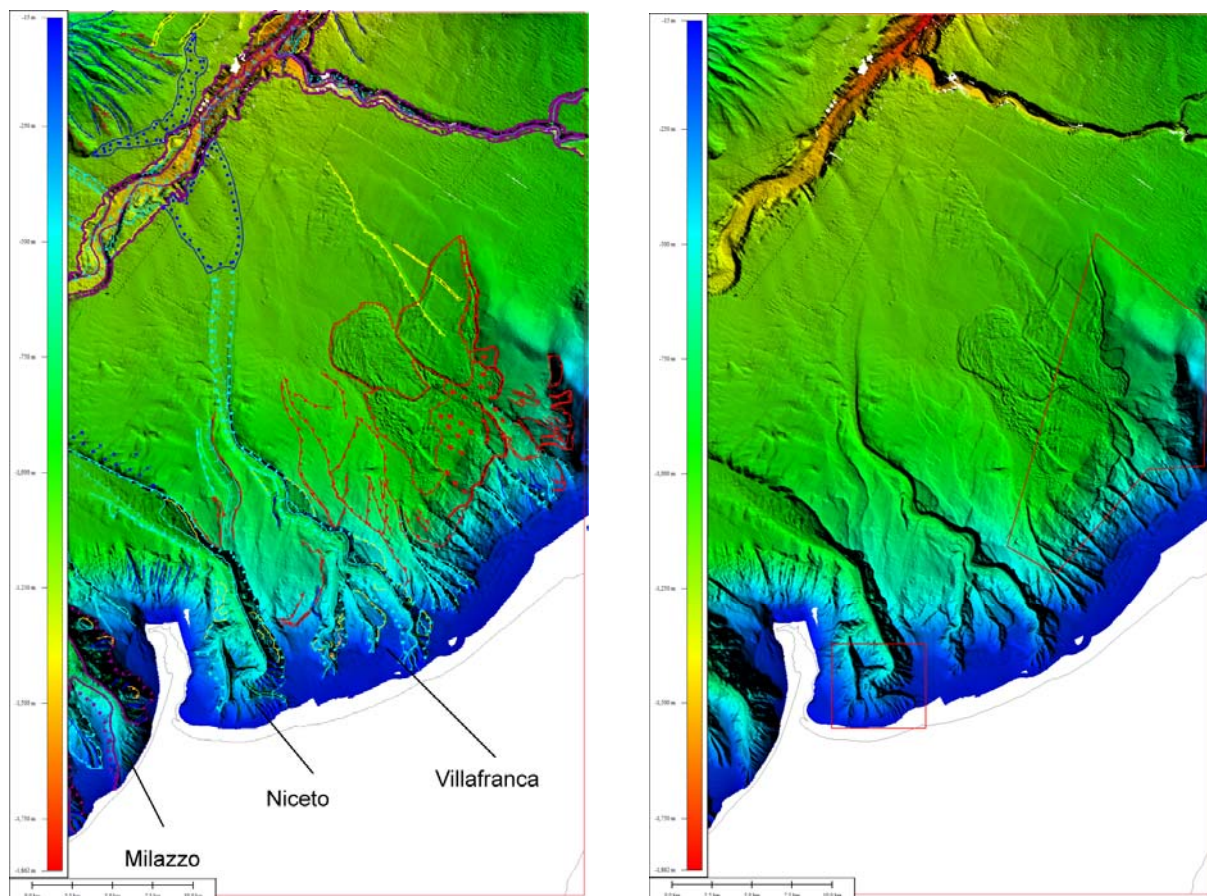


Fig. 3.1.1: carta degli elementi morfobatimetrici (a sinistra) e dei punti di criticità (a destra) del Foglio 17–Milazzo, con indicati i tre canyon-canale principali presenti nella parte sud-occidentale del foglio.

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

I corpi di frana presenti nel bacino di Gioia sono numerosi, hanno dimensioni e spessori differenti fra loro e sono dovuti a meccanismi di messa in posto complessi (tettonici, gravitativi, sedimentari). La maggior parte dei depositi o parte di essi non ha una espressione morfobatimetrica, la loro presenza può essere pertanto determinata solo attraverso l'indagine sismica. In questo caso, l'integrazione del dato di sottofondo e del dato di superficie è fondamentale. Nel bacino di Gioia sono stati riconosciuti diversi ordini di depositi di frana di età presumibilmente pleistocenica, soprattutto attraverso la sismica: il Nicotera basin-wide slump è il più antico tra questi depositi, ha un volume stimato di 30 km^3 , e probabilmente fu causato dal sollevamento tettonico dell'Acquarone Ridge. Successivamente, quattro distinti depositi di frana formano il Villafranca mass-transport complex (VMTC in Fig. 1.2a). Un grande corpo di frana, dal volume stimato di 46 km^3 , costituisce la base di questo complesso, per gran parte della sua estensione, la frana non ha espressione superficiale. Solo verso la zona frontale si notano in superficie delle deformazioni del fondo. Successivamente, al di sopra di essa, si sono depositati uno slab slide con un'estensione di 32 km^2 , un debris-flow di 38 km^2 e un altro corpo caotico, probabilmente sempre un debris-flow che si espande su un'area di 100 km^2 ed è sepolto da sedimenti recenti. Numerosi blocchi, con dimensioni anche di 100-200 m di larghezza e 10 di altezza, sono presenti nella zona di nicchia del complesso di frana.

Questi ripetuti fenomeni di collasso sono localizzati in corrispondenza dell'Acquarone Ridge. Questo alto strutturale sottomarino è collegato ad un horst terrestre che è soggetto a forti tassi di sollevamento, l'alto di Castanea, che si è sollevato per 650 m a partire dagli

ultimi 600.000 anni (Catalano & Cinque, 1995; Catalano & Di Stefano, 1997). L'alto di Castanea appartiene ai monti Peloritani, i quali costituiscono la parte meridionale dell'Arco Calabro, e sono il punto dove il basamento costituito dalle unità cabilo-calabridi giace per contatto tettonico al di sopra della catena appenninico- maghrebide (Lentini et al., 1994). I Peloritani sono attraversati da faglie normali orientate NE-SO e faglie trascorrenti orientate NO-SE, questa geometria ha dato origine ad una serie di horst e graben (Lentini et al., 2000; Fig. 1.1). Come risultato, le unità cabilo-calabridi risultano esposte, come nell'alto di Castanea o Castanea Ridge (Fig. 1.1), mentre nei depocentri creatisi nelle depressioni tra gli alti strutturali si depositano dei riempimenti miocenici e quaternari.

La Sicilia nord-orientale è sede di forti terremoti storici, tra cui il terremoto di Messina del 1908. Durante quel catastrofico evento che causò danni principalmente nello Stretto di Messina, avvenne la rottura di un cavo telefonico sottomarino nel canale di Milazzo, a causa di una frana innescata dal terremoto stesso (Ryan & Heezen, 1965). Pertanto, è possibile che anche la sismicità regionale, oltre ai forti tassi di sollevamento riscontrati a terra, possa contribuire alla messa in posto di frane sottomarine (Gamberi et al., 2011); inoltre la sismicità pone seria minaccia anche sulle infrastrutture a carattere produttivo dell'area come il Petrolchimico di Milazzo, che si sviluppa nel Golfo di Milazzo direttamente sul litorale.

3.3 Bibliografia citata

- Casalbore, D; Chiocci, F L; Scarascia Mugnozza, G; Tommasi, P; Sposato, A., 2011. [Flash-flood hyperpycnal flows generating shallow-water landslides at Fiumara mouths in Western Messina Strait \(Italy\)](#). Marine Geophysical Researches 32, 1-2, 257-271.
- Castello, B., Selvaggi, G., Chiarabba, C., Amato, A., 2006 – CSI Catalogo della sismicità italiana 1981-2002, versione 1.1. INGV-CNT, Roma <http://www.ingv.it/CSI/>
- Catalano, S., Cinque, A., 1995. Dati preliminari sull'evoluzione neotettonica dei Peloritani settentrionali (Sicilia nordorientale) sulla base dei dati morfologici. Studi Geologici Camerti 2, 113–123.
- Catalano, S., Di Stefano, A., 1997. Sollevamento e tettonogenesi Pleistocenica lungo il margine tirrenico dei Monti Peloritani: integrazione dei dati geomorfologici, strutturali e biostratigrafici. Il Quaternario 10, 337–342.
- Fabbri, A., Curzi, P., 1979. The Messinian of Tyrrhenian Sea: seismic evidence and dynamic implications. Giornale di Geologia, 43/1, 215-248.
- Gamberi, F., Marani, M., 2006. Hinterland geology and continental margin growth; the case of the Gioia Basin (southeastern Tyrrhenian Sea); Tectonics of the western Mediterranean and North Africa, Geological Society Special Publications, vol. 262, pp. 349-363.
- Gamberi, F., Marani, M., 2007. Downstream evolution of the Stromboli slope valley (southeastern Tyrrhenian Sea). Mar. Geol., 243, 1-4, 180-199.
- Gamberi, F., Marani, M. 2008, Controls on Holocene deep-water sedimentation in the northern Gioia Basin, Tyrrhenian Sea. Sedimentology, DOI: 10.1111/j.1365-3091.2008.00971.
- Gamberi, F., Marani, M., Savelli, C., 1997. Tectonic, volcanic and hydrothermal features of a submarine portion of the Aeolian arc (Tyrrhenian Sea). Mar. Geol., 140, 167-181.
- Gamberi, F., Rovere, M., Marani, M., 2011. Mass-transport complex evolution in a tectonically active margin (Gioia Basin, Southeastern Tyrrhenian Sea). Marine Geology, [279\(1-4\)](#), 98-110.
- Gamberi, F., M. Rovere (2011). Architecture of a modern transient slope fan (Villafranca fan, Gioia basin–Southeastern Tyrrhenian Sea). Sedimentary Geology, 236, 211–

- Gamberi, F., M. Rovere, M. Dykstra, I. Kane, B.C. Kneller (2012). Integrating modern seafloor and outcrop data in the analysis of slope channel architecture and infill. *Marine and Petroleum Geology*, in press doi:10.1016/j.marpetgeo.2012.04.002
- Guarnieri, P., Carbone, S., Di Stefano, A., 2002. The Sicilian orogenic belt: a critical tapered wedge? *Bollettino della Società Geologica Italiana* 121, 221–230.
- Lentini, F., Carbone, S., Catalano, S., 1994. Main structural domains of the central Mediterranean Region and their neogenic tectonic evolution. *Bollettino di Geofisica Teorica e Applicata* 36, 103–125.
- Lentini, F., Catalano, S., Carbone, S., 2000. *Carta Geologica della Provincia di Messina scala 1:50.000*. Ed. SELCA, Firenze, pp. 70.
- Malinverno, A., Ryan, W.B.F., 1986. Extension in the Tyrrhenian Sea and shortening in the Apennines as result of arc migration driven by sinking of the lithosphere. *Tectonics* 5, 227–245.
- Marani, M.P., Gamberi, F., Bonatti, E., 2004. From seafloor to deep mantle: architecture of the Tyrrhenian backarc Basin. *Mem. Desc. Carta Geol. d'It.*, 64, 127–146.
- Patacca, E., Scandone, P., 1989. Post Tortonian mountain building in the Apennines. The role of the passive sinking of a relic lithospheric slab, in: Boriani, A., Bonafede, M., Piccardo, G.B., Vai, G.B. (Eds.), *The lithosphere in Italy*. Accademia Nazionale dei Lincei 80, 157–176.
- Ryan, W.B.F., Heezen, B.C., 1965. Ionian Sea submarine canyons and the 1908 Messina turbidity current. *Geological Society of America Bulletin* 76, 915-932.
- Tinti S., Gamberi F., Pagnoni G., Tonini R., Gallazzi S., Manucci A., Zaniboni F., Marani M., 2008. Scenarios of tsunamis induced by earthquakes and by mass movements in the Gioia Basin, southern Tyrrhenian sea, Italy. *International Geological Congress, 33rd IGC, 6-14 August 2008, Oslo, Norway*.
- Tinti S., Maramai A., Graziani L., 2007. *The Italian Tsunami Catalogue (ITC), Version 2*. <http://www.ingv.it/servizi-e-risorse/BD/catalogo-tsunami/catalogo-degli-tsunami-italiani>

4. Punti di Criticità presenti nel Foglio

4.1 F17_PC1_Nicchie di Frana

4.1.1 Riassunto

Il foglio Milazzo presenta un punto di criticità nella zona di scarpata interessata da nicchie di frana complesse in assetto retrogressivo, che si trovano nella porzione più orientale del foglio, a circa 10 km dalla costa (Fig.1 PC1_F17).

4.1.2 Tipo di rischio

Frana interamente sottomarina.

4.1.3 Descrizione del lineamento

Il punto di criticità F17_PC1 comprende la nicchia di frana principale del Villafranca mass-wasting complex (VMWC in Gamberi & Marani, 2006 o VMTC in Gamberi et al., 2011) e le nicchie che si trovano sul fianco occidentale dell'Acquarone Ridge (Fig 1 PC1_F17). Queste ultime si estendono per almeno 30 km lineari. Esse appaiono come le nicchie più recenti di tutto il sistema e le più vicine a costa. Un tentativo di modellazione del potenziale tsunamigenico dell'area è stato fatto presso l'università di Bologna (da Fig. 2 a Fig.11 PC1_F17) utilizzando una ricostruzione della paleo topografia, risalente ad un periodo precedente al completamento dell'acquisizione batimetrica.

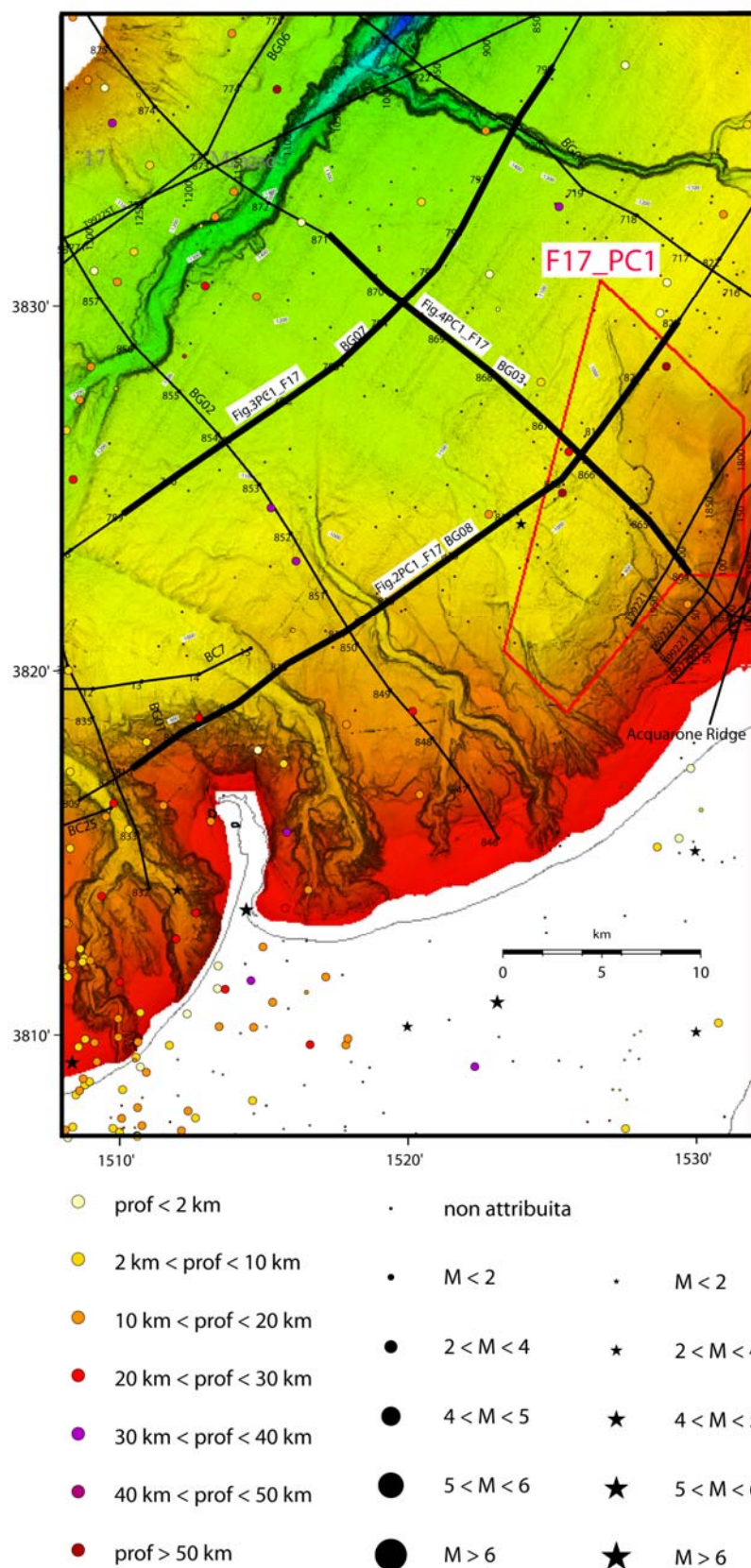


Fig.1 PC1_F17: mappa del foglio F17 - Milazzo, oltre al poligono del punto di criticità, è indicata la navigazione delle linee sismiche disponibili nell'area e la porzione di esse che è stata utilizzata nella descrizione dei punti di criticità. La sismicità nell'area non è significativa (Castello et al., 2006) e non si registrano eventi di tsunami nel record storico (Tinti et al., 2007), anche se il terremoto di Messina del 1908 ha causato la rottura di un cavo telefonico nella Valle dello Stromboli, forse a causa della messa in posto di una frana sottomarina (Ryan & Heezen, 1965).

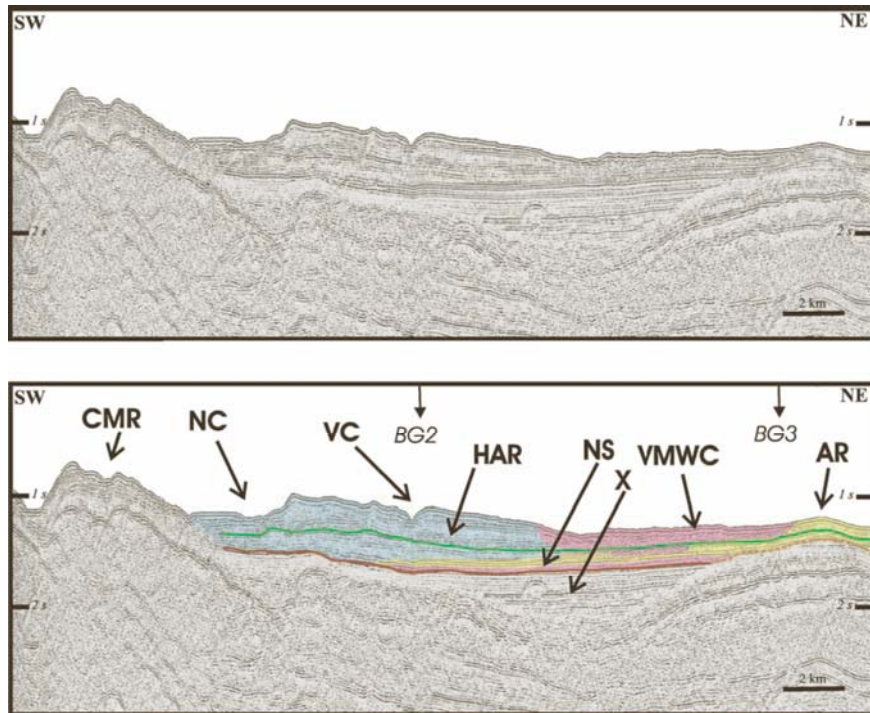


Fig. 2 PC1_F17: il profilo sparker BG08 attraversa il margine siciliano ad una profondità di circa 1000 m. L'azzurro indica il riempimento di canale e i depositi di levee e overbank ad esso associati; il rosa indica i complessi di frana, il giallo rappresenta i drappeggi emipelagici e le torbiditi; il marrone segnala i lobi torbiditici, il verde i mound conturritici. VMWC è il Villafranca mass wasting complex (Gamberi & Marani, 2006) ed è parzialmente cartografata nel livello III del Foglio F17 (solo la frana con espressione superficiale) come deposito di frana a superficie gibbosa (da Gamberi & Marani, 2006).

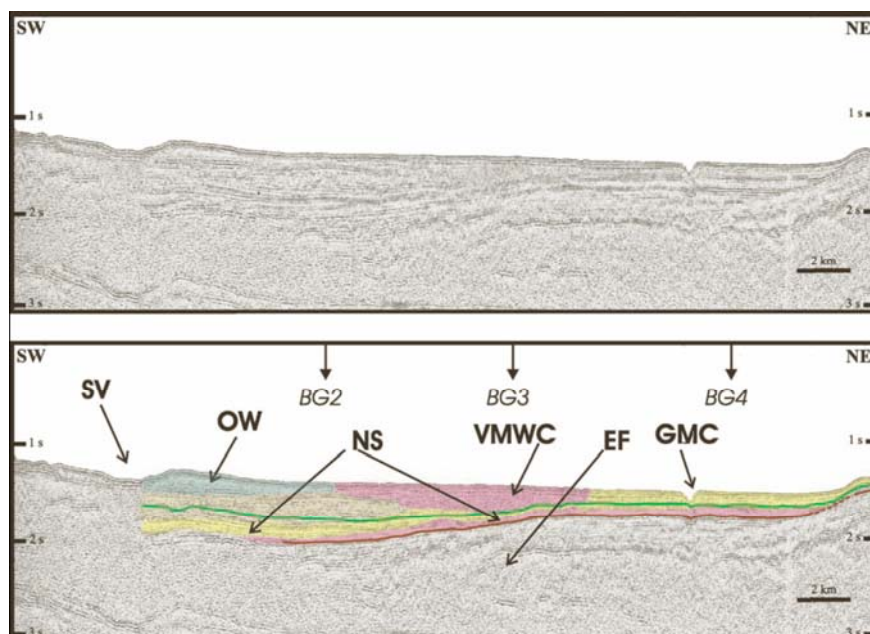


Fig. 3 PC1_F17: il profilo sparker BG07 attraversa la parte distale del bacino di Gioia dove è ancora presente il complesso di frana VMWC, che qui però non ha più espressione morfobatimetrica. Nel livello III del Foglio F17, infatti, l'area di frana è stata cartografata solo nella parte superiore, dove ha effettivamente una espressione superficiale. Attraverso l'analisi dei profili sismici è invece evidente quanto l'area di frana sia più estesa e sia dovuta ad episodi distinti di distruzione del margine (da Gamberi & Marani, 2006).

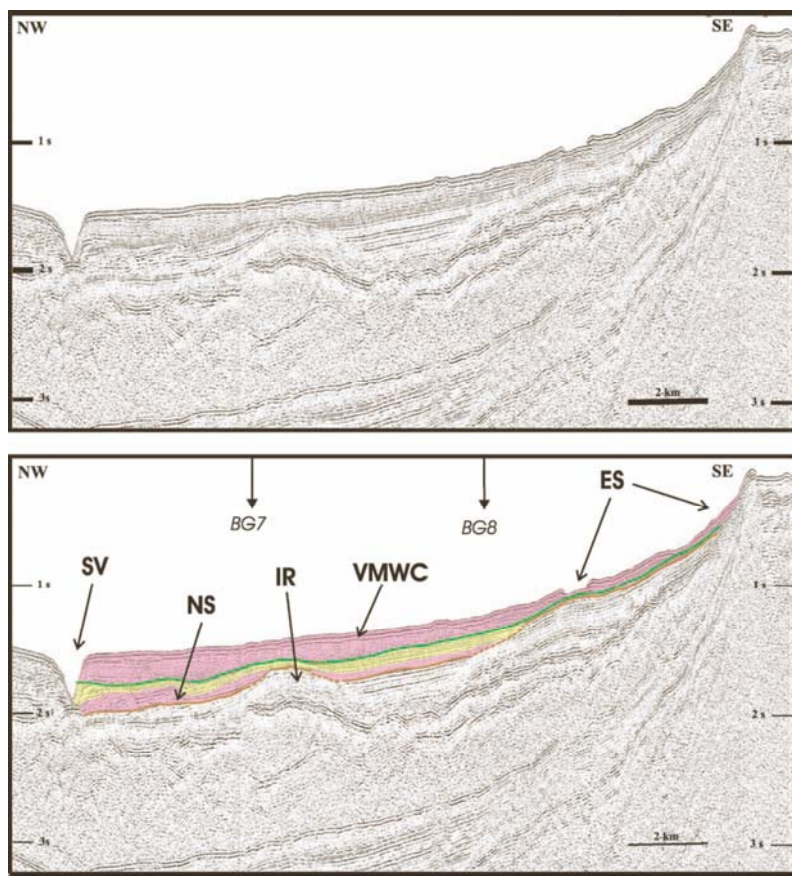


Fig. 4 PC1_F17: profilo sparker BG03 lungo il margine NE del bacino di Gioia, il profilo attraversa il complesso di frana VMWC arriva fino al canyon di Stromboli. NS = Nicotera slump, in questo profilo risulta evidente il ripetersi di fenomeni di mass-wasting intervallati da periodi a deposizione emipelagica (da Gamberi & Marani, 2006).

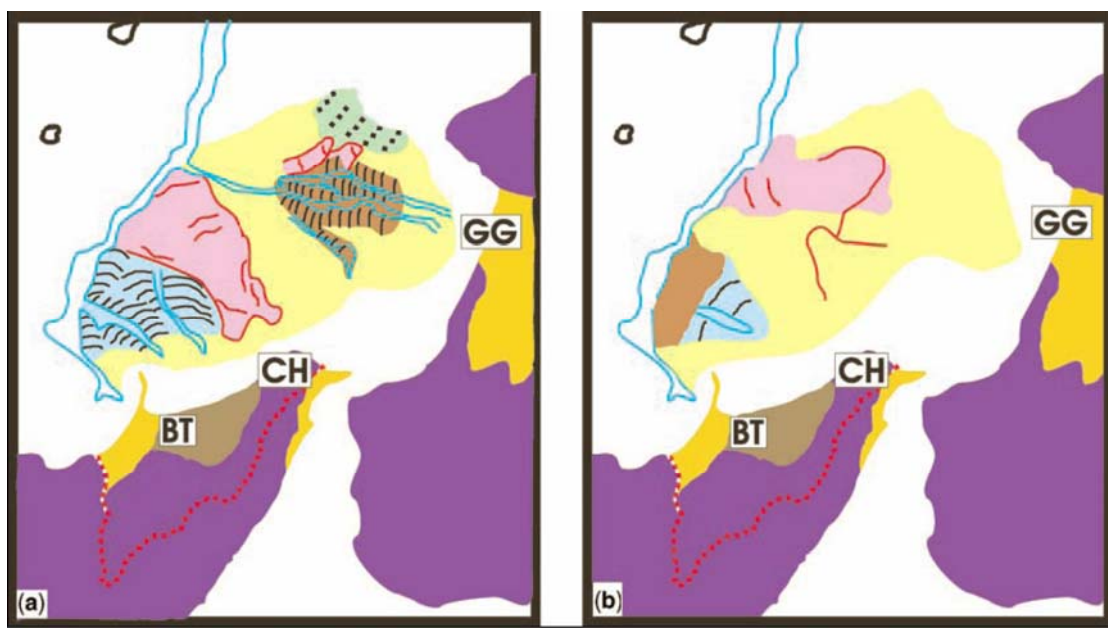


Fig. 5 PC1_F17: estensione dei depositi di frana durante l'unità II (a) e I (b) secondo Gamberi & Marani (2006). In rosso sono tracciate le testate degli slump e dei fenomeni di mass-wasting riconosciuti e

cartografati nell'area. In rosa sono indicati i depositi di frana: il deposito più recente di VMWC nell'unità II (a) e il Nicotera Slump nell'unità I (b). Elementi principali dei margini siciliano e calabrese: CH = Castanera Horst; BT = Barcellona Trough; GG = Gioia-Tauro half-graben.

4.1.4 Rischio potenziale

a) tipo di evoluzione possibile:

per potere definire il tipo di evoluzione possibile sarebbero necessari studi di maggiore dettaglio, in particolare studi geologici riguardanti le proprietà meccaniche dei sedimenti, la presenza di fluidi, la sovrappressione interstiziale. Tali dati non sono attualmente disponibili.

b) potenziali effetti diretti o indiretti:

i potenziali effetti sono l'innescò di una frana sottomarina che potrebbe dare luogo ad un'onda di tsunami e colpire il litorale della Sicilia settentrionale. A questo proposito, una simulazione di possibile scenario di generazione di tsunami catastrofico è stata proposta in Tinti *et al.* (2008). E' stata prima ricostruita una batimetria precedente alla frana che ha consentito di stimare in 35 km³ il volume di una massa mobile. E' stato usato il modello a blocchi UBO-BLOCK2 per simulare il movimento di questo corpo. Il risultato è che il movimento è confinato nella parte alta della massa, mentre il piede è praticamente fermo (Fig. 6 PC1_F17).

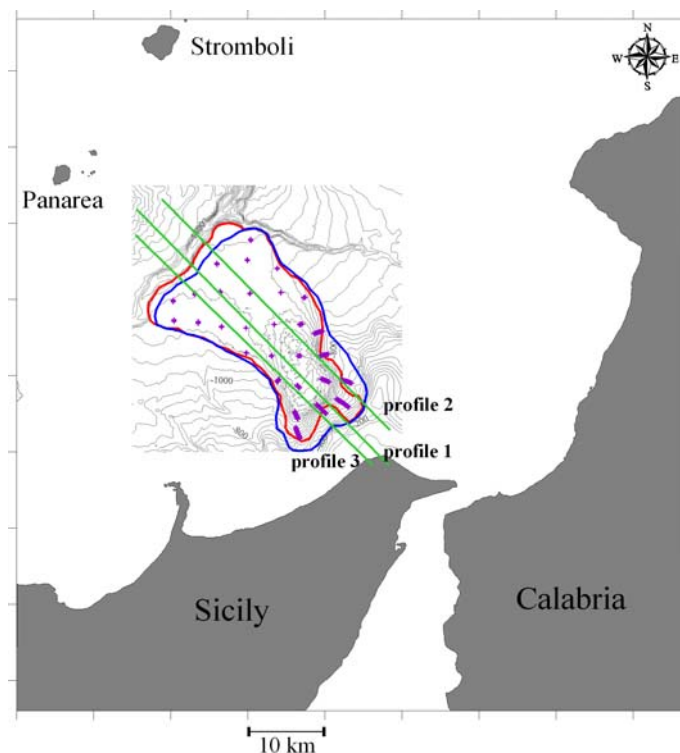


Fig. 6 PC1_F17: batimetria dell'area attorno a VMWC. Il contorno del corpo di frana iniziale è in blu, mentre il contorno rosso rappresenta il deposito risultante dal modello UBO-BLOCK2 (che scompone la massa in una matrice di blocchi). I blocchi superiori convergono verso un depocentro, mentre i blocchi più profondi si muovono di poco. Sono indicati in verde i tre profili presentati in Fig. 7 PC1_F17.

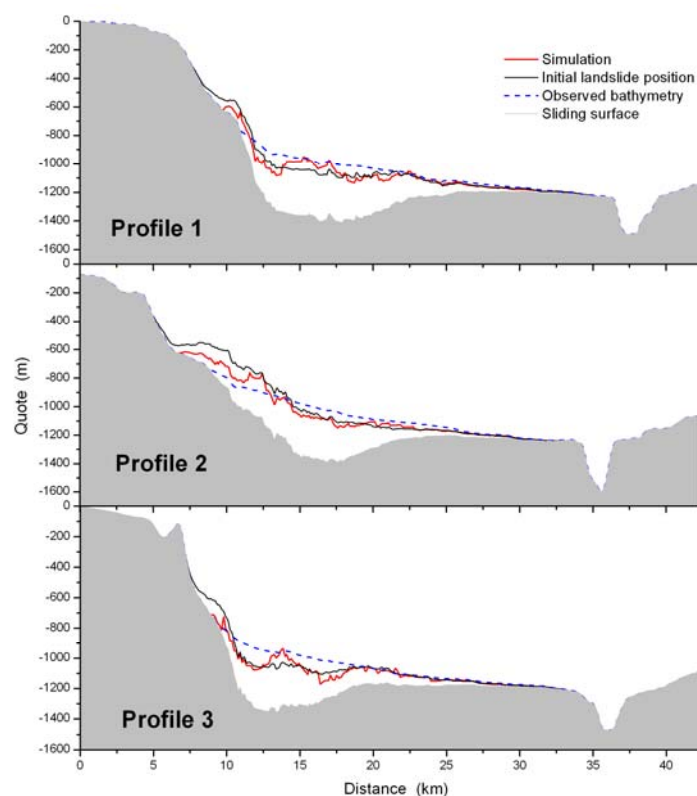


Fig. 7 PC1_F17: ciascun profilo mostra la posizione iniziale della frana e paragona il deposito finale calcolato con l'attuale batimetria. Le dislocazioni massime avvengono nella massa superiore, mentre il fronte in acque profonde è quasi immobile.

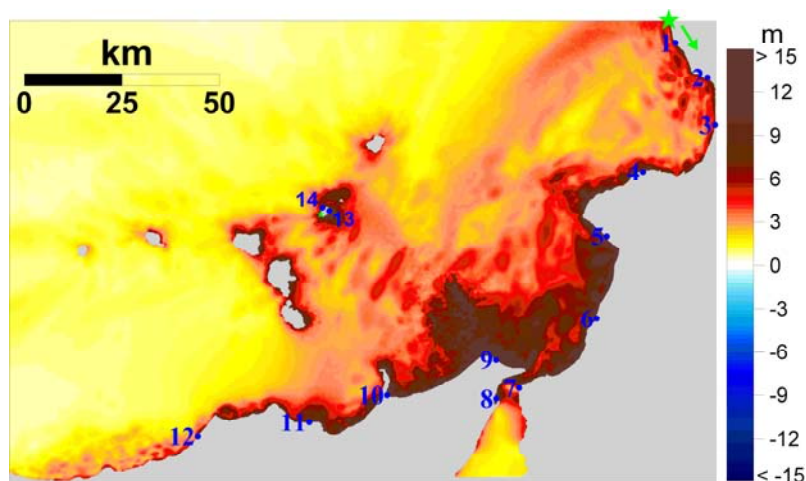


Fig. 8 PC1_F17: livelli del mare massimi. Lo tsunami generato dalla frana potrebbe raggiungere elevate ampiezze in diverse aree del bacino di Gioia: prevalentemente nel segmento Calabrese a sud di Capo Vaticano, lungo la costa Siciliana attorno e a ovest di Milazzo, verso l'Isola di Panarea. I numeri blu sono di riferimento nelle Fig. 10-11.

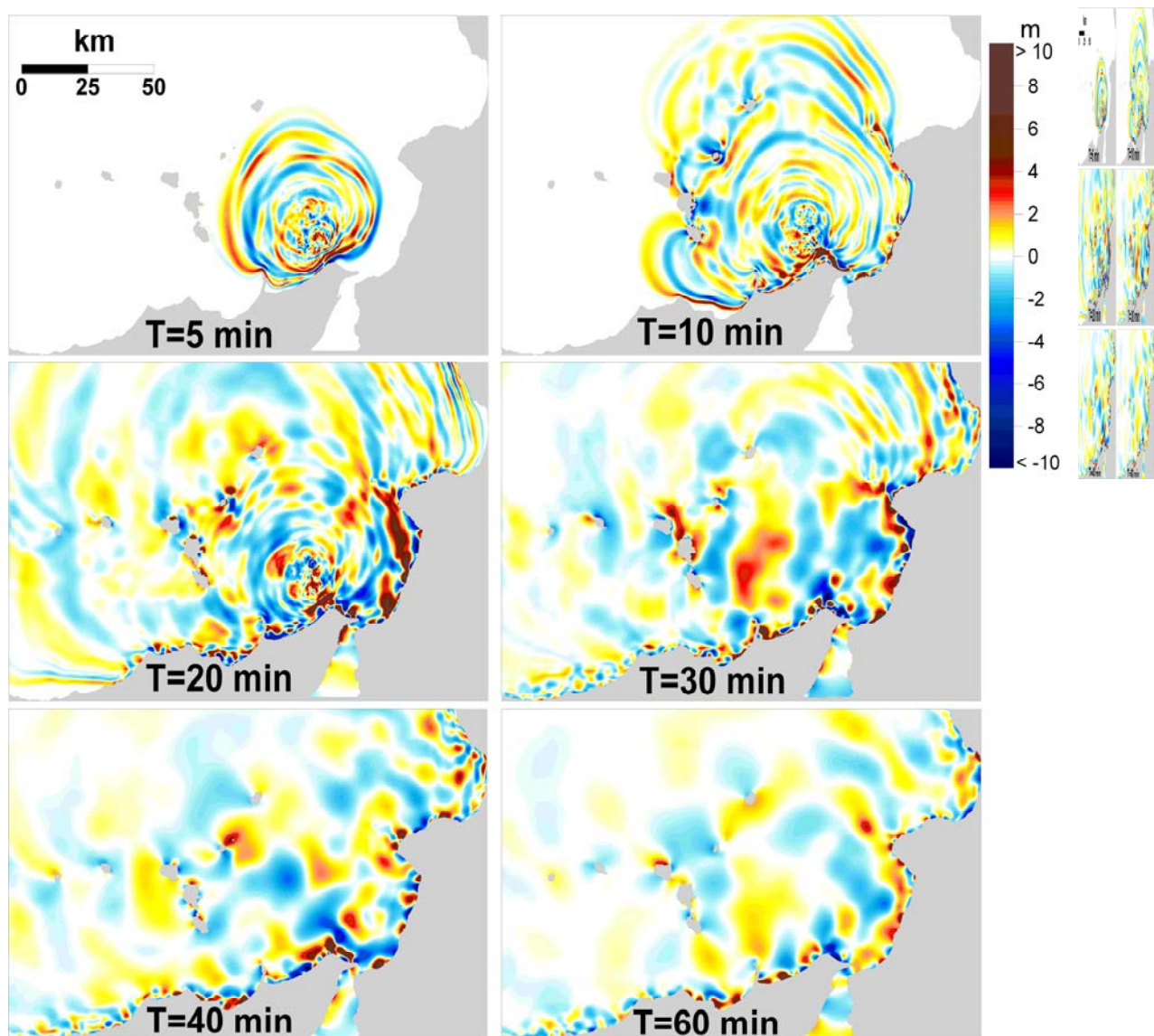


Fig. 9 PC1_F17: fronti degli tsunami calcolati in diversi intervalli temporali. Le onde di tsunami viaggiano molto veloci verso N e NO nelle acque più profonde. Il fronte di testa è negativo verso E, positivo in tutte le altre direzioni. Tipiche lunghezze d'onda sono nell'ordine dei 10-15 km. Tutte le coste del bacino di Gioia vengono interessate da tsunami in meno di 10 minuti.

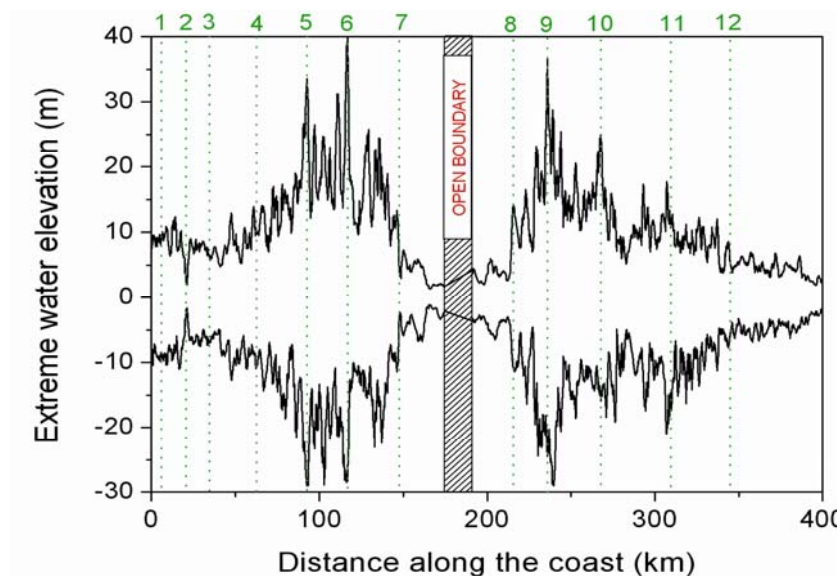


Fig. 10 PC1_F17: Massimi e minimi del livello del mare calcolati ai nodi litorali. Quasi ovunque le onde sono alte più di 10 m.

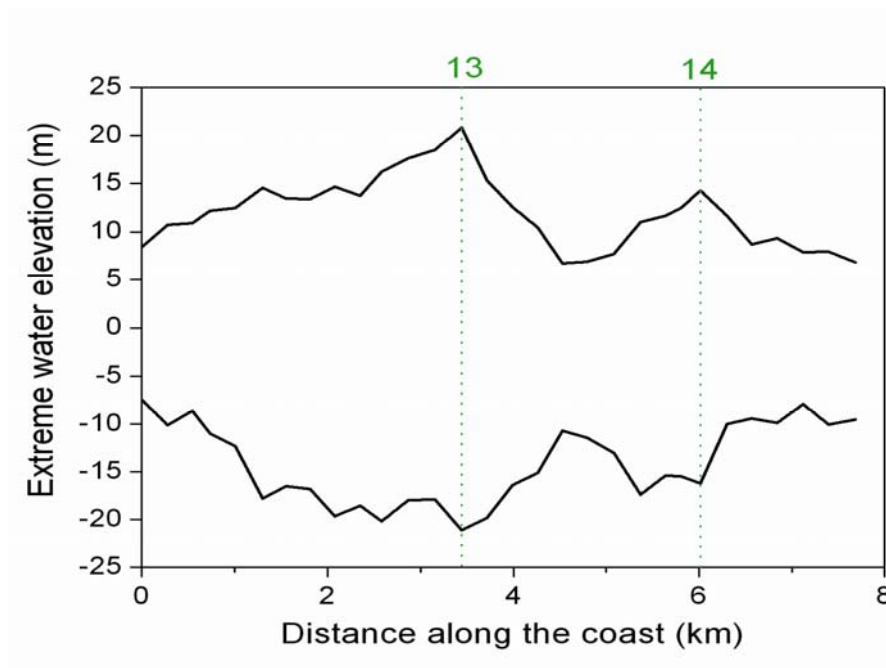


Fig. 11 PC1_F17: Massimi e minimi delle fluttuazioni del livello del mare lungo la costa dell'isola di Panarea. I valori più elevati si riscontrano nella parte sud-est dell'isola.

c) beni esposti agli effetti dell'evento:

i beni esposti agli effetti degli eventi descritti sono mostrati chiaramente nella Fig.12 PC1_F17.



Fig 12 PC1_F17: area marina costiera prospiciente le nicchie di frana. L'area si presenta come un litorale a dune, nella zona retrostante sono presenti alcune coltivazioni, verso ovest a pochi km di distanza si trovano l'abitato di San Saba e Sindaro Marina.

d) tempi di ricorrenza e stato di attività presunto:

Definire con precisione l'eventuale ricorrenza dell'instabilità nel bacino di Gioia non è possibile, al momento non è disponibile una precisa datazione degli eventi, tuttavia, i forti tassi di sollevamento della regione, accoppiati alla sismicità registrata consentono di affermare che il margine della Sicilia nord orientale è fortemente soggetto a fenomeni di frana sottomarina.

e) ogni altra informazione disponibile:

Non esistono informazioni dirette su eventi pregressi nell'area che abbiano interessato la costa (Tinti *et al.*, 2007).

f) dati disponibili nell'area:

Le osservazioni, relative a tale frana, si basano sull'interpretazione geomorfologica di dati batimetrici integrata con informazioni sulle caratteristiche acustiche del fondale marino (*backscatter*) e da informazioni sul sottofondo raggiunto da profili sismici sparker, profili CHIRP e monocanale.

Liberatoria da responsabilità: in tutte le rappresentazioni verrà evidenziato che, essendo il progetto MaGIC rivolto alla sola mappatura e individuazione degli elementi di pericolosità dei fondali marini, la definizione del rischio esula dagli scopi del progetto e non sono state previste indagini ad hoc. Quindi la definizione dei punti di criticità si basa su dati acquisiti per altri scopi e non omogenei nell'area. Similmente non sono disponibili informazioni sugli insediamenti e le infrastrutture marine e costiere presenti nell'area. Quindi i punti di criticità rappresentano solo l'evidenziazione di situazioni meritorie di approfondimenti di investigazione, e da parte del redattore del foglio non vi è nessuna pretesa di completezza e di valutazione compiuta del rischio per le aree costiere.

4.2 F17_PC2_Testata canyon di Niceto

4.2.1 Riassunto

Il foglio Milazzo presenta un secondo punto di forte criticità nella zona sud-occidentale, dove la testata del canyon di Niceto, con tutti i suoi canali minori affluenti, arriva sotto i pontili dello stabilimento petrolchimico di Milazzo (Fig. 1 PC2_F17). La Raffineria di Milazzo (Ram) completata nel 2005 è un impianto costituito da sistemi di processo per la desolforazione di nafta. Scopo della progettazione è la riduzione del contenuto totale di zolfo nella nafta. L'unità di processo è costituita da due colonne di distillazione catalitica e da una colonna di distillazione convenzionale complete di accumulatori di reflusso, pompe, caldaia, compressori di riciclo idrogeno, assorbitore di ammina e integrazione calore. Alcuni consiglieri comunali hanno presentato nel 2012 un documento per revocare in autotutela la concessione edilizia che permette alla Ram la realizzazione di un ulteriore impianto a idrogeno. Recenti eventi incendiari hanno inoltre coinvolto la Ram, con possibili contaminazioni non solo di tipo atmosferico, ma anche marino. Lo stato di conservazione dei serbatoi non è certificato, pertanto in caso di inondazioni o onde anomale, il contenuto inquinante potrebbe essere riversato in mare o andare a contaminare la falda acquifera. Inoltre, edifici a destinazione d'uso civile sono ubicati vicino allo stabilimento. Pertanto tutti questi elementi di vulnerabilità dell'area, accoppiati alla pericolosità determinata dalla prossimità della testata del canyon e in generale dalla sismicità dell'area, rendono l'area marina prospiciente lo stabilimento un punto di criticità.

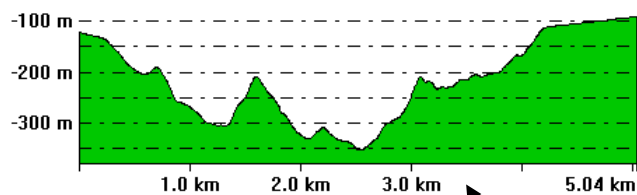
4.2.2 Tipo di rischio

Frana marino-costiera con possibile coinvolgimento di settori emersi.

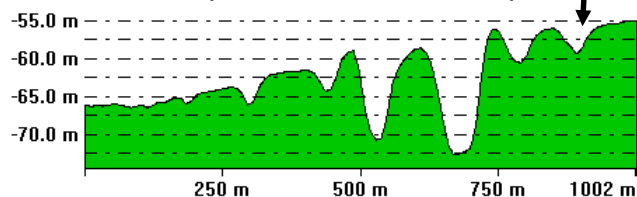
4.2.3 Descrizione del lineamento

Il secondo punto di criticità scelto per il foglio F17 comprende l'area della testata del canyon di Niceto (Fig. 1 PC2_F17). Essa arriva in prossimità della costa (700 m, limite dei dati acquisiti), proprio a pochi metri dai pontili del petrolchimico Ram.

From Pos: 523276.441, 4231541.03 To Pos: 528300.148, 4231906.769



From Pos: 523436.882, 4229940.07 To Pos: 524427.132, 4229736.529



Canyon Niceto



Fig.1 PC2_F17: rappresentazione 3D della batimetria in vicinanza del canyon di Niceto. Sono inoltre visualizzati due profili lungo la sezione trasversale al canyon. Il limite di acquisizione batimetrica arriva fino a 700 m da costa ad una profondità media di 40 m. Si può notare che i pontili del petrolchimico Ram (cerchiati in giallo) insistono proprio sul reticolo di drenaggio che confluisce nel canyon di Niceto.

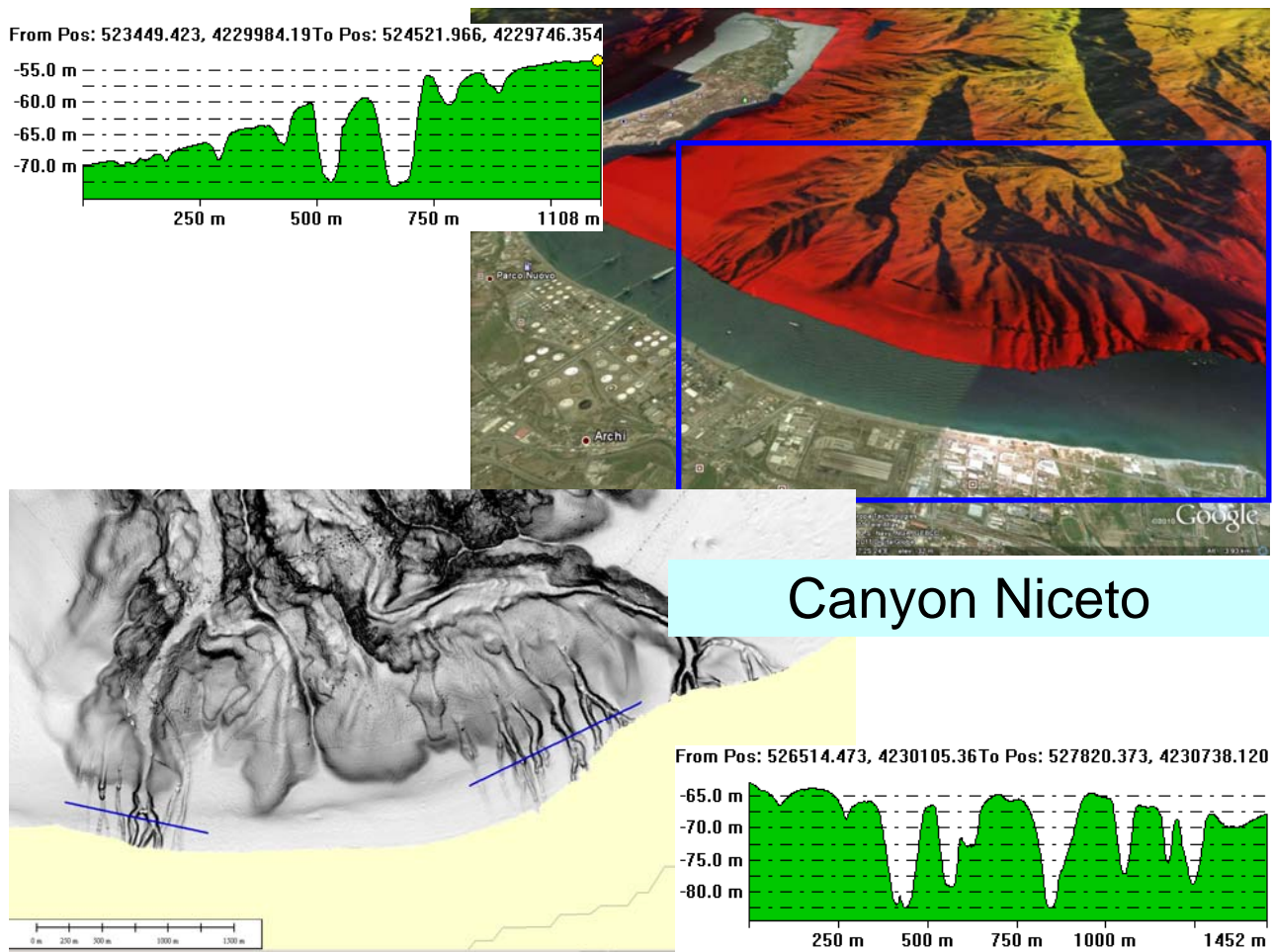


Fig. 2 PC2_F17: ulteriore particolare del sistema di drenaggio che confluisce nel canyon di Niceto, con evidenziati profili batimetrici trasversali all'asse principale del canyon.

4.2.4 Rischio potenziale

a) tipo di evoluzione possibile:

per potere definire il tipo di evoluzione possibile sarebbero necessari studi di maggiore dettaglio nell'area, in particolare sarebbe necessario un monitoraggio su medio-lungo periodo con sismometri e correntometri, un rilievo batimetrico in acque basse attorno ai pontili, in modo da avere un database di dati pregressi per poter meglio intervenire in caso di eventi eccezionali, valutare volumi di sedimento coinvolti e conoscere le modificazioni del rilievo batimetrico causate dagli eventi.

b) potenziali effetti diretti o indiretti:

i potenziali effetti sono l'innesco di correnti di torbida di grande energia, collassi della testata del canyon in prossimità di infrastrutture particolarmente vulnerabili perché ospitano attività produttive connesse con sostanze chimiche ed inquinanti.

c) beni esposti agli effetti dell'evento:

i beni esposti agli effetti degli eventi descritti sono mostrati chiaramente nella Fig.1 PC2_F17.

d) tempi di ricorrenza e stato di attività presunto:

Definire con precisione l'eventuale ricorrenza di flussi iperpicnali o di cedimenti all'interno del canyon che possano interessare le infrastrutture antropiche non è possibile, rimane l'evidenza di una forte vulnerabilità/criticità dell'area.

e) ogni altra informazione disponibile:

Non esistono informazioni dirette su eventi pregressi nell'area che abbiano interessato questo particolare settore di costa. La provincia di Messina è però fortemente soggetta a eventi stagionali catastrofici con interessamento dei settori costieri o prossimi al litorale, si veda ad esempio Casalbore et al. (2011).

f) dati disponibili nell'area:

Le osservazioni, relative alla testata del canyon, si basano sull'interpretazione geomorfologica di dati batimetrici integrata con informazioni sulle caratteristiche acustiche del fondale marino (*backscatter*) e da informazioni sul sottofondo raggiunto da profili sismici CHIRP.

Liberatoria da responsabilità: in tutte le rappresentazioni verrà evidenziato che, essendo il progetto MaGIC rivolto alla sola mappatura e individuazione degli elementi di pericolosità dei fondali marini, la definizione del rischio esula dagli scopi del progetto e non sono state previste indagini ad hoc. Quindi la definizione dei punti di criticità si basa su dati acquisiti per altri scopi e non omogenei nell'area. Similmente non sono disponibili informazioni sugli insediamenti e le infrastrutture marine e costiere presenti nell'area. Quindi i punti di criticità rappresentano solo l'evidenziazione di situazioni meritorie di approfondimenti di investigazione, e da parte del redattore del foglio non vi è nessuna pretesa di completezza e di valutazione compiuta del rischio per le aree costiere.

5. Bibliografia citata

- Castello, B., Selvaggi, G., Chiarabba, C., Amato, A., 2006 – CSI Catalogo della sismicità italiana 1981-2002, versione 1.1. INGV-CNT, Roma <http://www.ingv.it/CSI/>
- Gamberi, F., Marani, M., 2006. Hinterland geology and continental margin growth; the case of the Gioia Basin (southeastern Tyrrhenian Sea); Tectonics of the western Mediterranean and North Africa, Geological Society Special Publications, vol. 262, pp. 349-363.
- Gamberi, F., Rovere, M., Marani, M., 2011. Mass-transport complex evolution in a tectonically active margin (Gioia Basin, Southeastern Tyrrhenian Sea). Marine Geology, [279\(1-4\)](#), 98-110.
- Ryan, W.B.F., Heezen, B.C., 1965. Ionian Sea submarine canyons and the 1908 Messina turbidity current. Geological Society of America Bulletin 76, 915-932.
- Tinti S., Gamberi F., Pagnoni G., Tonini R., Gallazzi S., Manucci A., Zaniboni F., Marani M., 2008. Scenarios of tsunamis induced by earthquakes and by mass movements in the Gioia Basin, southern Tyrrhenian sea, Italy. International Geological Congress, 33rd IGC, 6-14 August 2008, Oslo, Norway.
- Tinti S., Maramai A., Graziani L., 2007. The Italian Tsunami Catalogue (ITC), Version 2. <http://www.ingv.it/servizi-e-risorse/BD/catalogo-tsunami/catalogo-degli-tsunami-italiani>