

1. Inquadramento geologico dell'area

Il margine adriatico meridionale riflette l'evoluzione di un margine continentale passivo e rappresenta un ampio settore del più vasto avampaese adriatico compreso tra gli Appennini e le Dinaridi. La principale regione adiacente al margine adriatico meridionale include il settore emergente dell'avampaese appenninico ed è caratterizzato da significative differenziazioni strutturali (de Alteriis, 1995). La struttura segmentata di questa regione riflette la variazione laterale dello spessore litosferico della placca adriatica immergente verso ovest e dà origine ad un'area caratterizzata da sismicità intensa e ricorrente (Royden et al., 1987; Doglioni et al., 1994).

La zona di maggiore deformazione, conosciuta come Sistema Garganico (Colantoni et al., 1990; Tramontana et al., 1995) si estende sia a terra, con la faglia di Monte Sant'Angelo-Mattinata (Ortolani e Pagliuca, 1987), che in mare, con la struttura di Gondola (Finetti et al., 1987) (un'ampia fascia deformativa con andamento E-O in corrispondenza del tratto di piattaforma continentale più ampio). La deformazione tettonica attiva lungo il margine continentale genera una serie di blande anticlinali e spostamenti verticali che si riflettono sui depositi superficiali, particolarmente lungo la struttura deformativa di Gondola. Queste strutture tettoniche indicano che la deformazione è attiva in tempi recenti (Tramontana et al., 1995; Ridente e Trincardi, 2002b) anche se l'interpretazione cinematica rimane ancora controversa (Colantoni et al., 1990; Argnani et al., 1993; de Alteriis, 1995).

Il margine adriatico meridionale è simicamente attivo e terremoti di varia intensità sono ben documentati negli ultimi dieci secoli e negli ultimi decenni (Tinti e Armigliato, 2003). L'attività sismica sembra concentrarsi lungo le strutture tettoniche principali descritte precedentemente con terremoti superficiali che raggiungono tipicamente magnitudo tra 5 e 6 gradi della scala Richter (Tinti et al., 1995; Tinti e Armigliato, 2003). In particolare, terremoti localizzati a mare del promontorio del Gargano raggiungono magnitudo di 6.6 gradi della scala Richter. Il sud Adriatico è stato colpito da onde di tsunami documentate in tempi storici (Tinti et al., 1995), la maggiore delle quali è avvenuta nel 1627 distruggendo numerosi villaggi costieri e uccidendo più di 5000 persone (Postpischl, 1985). Quest'evento potrebbe essere stato scatenato da un'intensa attività sismica in mare, ma è difficile spiegare perché onde distruttive abbiamo colpito contemporaneamente la costa sia a nord sia a sud del Gargano come documentato da Tinti e Armigliato (2003).

Il margine adriatico meridionale è caratterizzato inoltre dalla presenza di numerose frane sottomarine esposte a fondo mare. In alcuni casi questi depositi sono parzialmente drappeggiati da sedimenti più recenti ma sono comunque riconoscibili per la loro espressione morfo-batimetrica. Le frane esposte possono essere piuttosto recenti (tardo-oloceniche) o più vecchie (ultimo massimo glaciale); nel secondo caso i depositi di frana non sono sepolti da sedimenti più recenti a causa dell'attività delle correnti sottomarine attive nell'area (Trincardi et al., 2007; Verdicchio e Trincardi, 2008).

Tipicamente i depositi di frana sottomarina si muovono su superfici di scollamento immergenti verso mare e corrispondenti a superfici di downlap all'interno delle unità progradazionali quaternarie. Gli stili deposizionali dei vari depositi gravitativi sono differenziati e vanno da estese frane a blocchi (con singoli blocchi fino a 18-106 m³), fino a colate di fango di modesto spessore prodotte dalla destabilizzazione di depositi non consolidati e nella maggior parte dei casi contutitici (Minisini et al., 2006; Verdicchio e Trincardi, 2008).

La scarpata continentale dell'Adriatico meridionale è anche interessata dall'attività delle masse d'acqua levantine (LIW) che provengono dal Mediterraneo orientale, procedono verso nord lungo il fianco albanese e verso il Canale d'Otranto lungo il fianco italiano, e dall'impatto stagionale delle acque dense del nord Adriatico (NAdDW) che scendono trasversalmente alla scarpata raggiungendo velocità superiori a 60cm/sec (Turchetto et al., 2007).

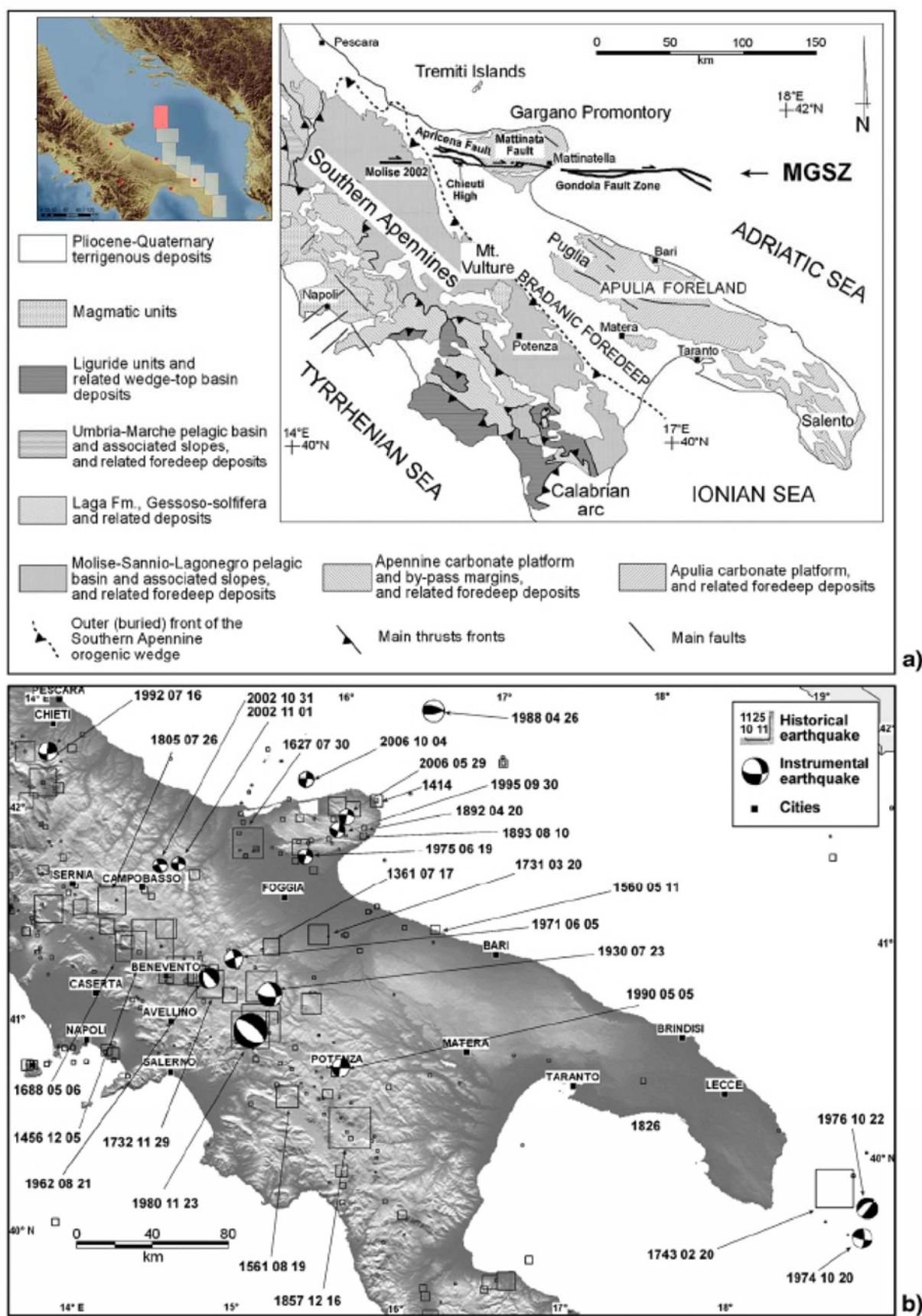


Fig. 1.1 - a) Mappa geologica schematica dell'Italia meridionale che mostra la zona di deformazione delle faglie di Mattinata e Gondola; b) Terremoti storici e strumentali dell'Appennino centrale e meridionale. (Gruppo di lavoro CPTI, 2004; Vannucci e Gasperini, 2004). La dimensione dei quadrati è proporzionale o equivalente alla magnitudo. Modificata da Ridente et al., 2008.

L'interazione delle correnti con le irregolarità topografiche porta allo sviluppo associato di depositi da corrente di notevole spessore e aree prevalentemente in erosione. I depositi da corrente appaiono sviluppati alla base dei tratti di scarpata superiore più ripidi e interessati da morfologie erosive. Si riconosce la presenza di *sediment drifts* (di forma allungata, *plastered*, o isolati) e campi di *sediment waves* che migrano sopra-corrente (Verdicchio et al., 2007). L'azione erosiva delle correnti è testimoniata localmente dalla presenza di truogoli (*moats*) allungati e più arealmente da estese superfici erosive e da aree con numerose evidenze di *furrows*, specialmente dove bruschi cambi nell'andamento regionale della scarpata inducono la corrente di fondo ad accelerare. In aree dove prevale la presenza di blocchi di frana e rilievi formati da accumuli detritici, l'effetto della corrente all'incontro con questi ostacoli determina strutture note come comete (Verdicchio e Trincardi, 2006). In un'area più settentrionale del margine, si distinguono diverse tipologie di forme erosive, probabilmente geneticamente legate tra loro: procedendo verso la base della scarpata si osservano erosioni allungate parallelamente alla batimetria, erosioni di forma arcuata associate a *furrows* e *comet-marks* giganti. L'area in cui si sviluppano queste forme erosive si sovrappone in parte a quella in cui sono presenti forme di fondo che migrano sopracorrente. Questa osservazione, unitamente alla mancanza, in queste aree, di drappaggi pelitici significativi e alla rilevazione di velocità delle correnti fino a 30 cm/sec, suggeriscono che le forme di fondo erosive e deposizionali sono attualmente attive e geneticamente collegate (Verdicchio e Trincardi, 2006; Trincardi et al., 2007).

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

Nell'area sono disponibili i seguenti tipi di dati descritti nel dettaglio nei paragrafi seguenti:

1. Dati batimetrici Multi Beam
2. Dati di sismica a riflessione tipo Chirp
3. Dati Side Scan Sonar
4. Campioni prelevati con vari strumenti in base al tipo di sedimento e all'obiettivo stratigrafico-sedimentologico previsto (eg. carotaggi a gravità, carotaggi a pistone, box corer, bennate)

2.1 Dati morfobatimetrici (rilievi multibeam)

L'area è coperta da dati morfobatimetrici per un'estensione di circa 1750 km². Tali dati sono stati acquisiti con due strumenti diversi: 1) Simrad EM300 2) Reson 8160. Il DTM finale è il risultato dell'elaborazione dei singoli insiemi di dati e della loro successiva integrazione tramite il software Pangea MB Manager. Tale integrazione ha richiesto particolare attenzione nell'elaborazione dei dati soprattutto per eliminare artefatti introdotti dalla sovrapposizione di rilievi batimetrici diversi e successivi. La qualità dei dati batimetrici finali è buona ed adeguata ad ottenere un DTM con una risoluzione di 20 m tale da identificare gli elementi morfobatimetrici rilevanti in tutta l'area Fig 2.1.

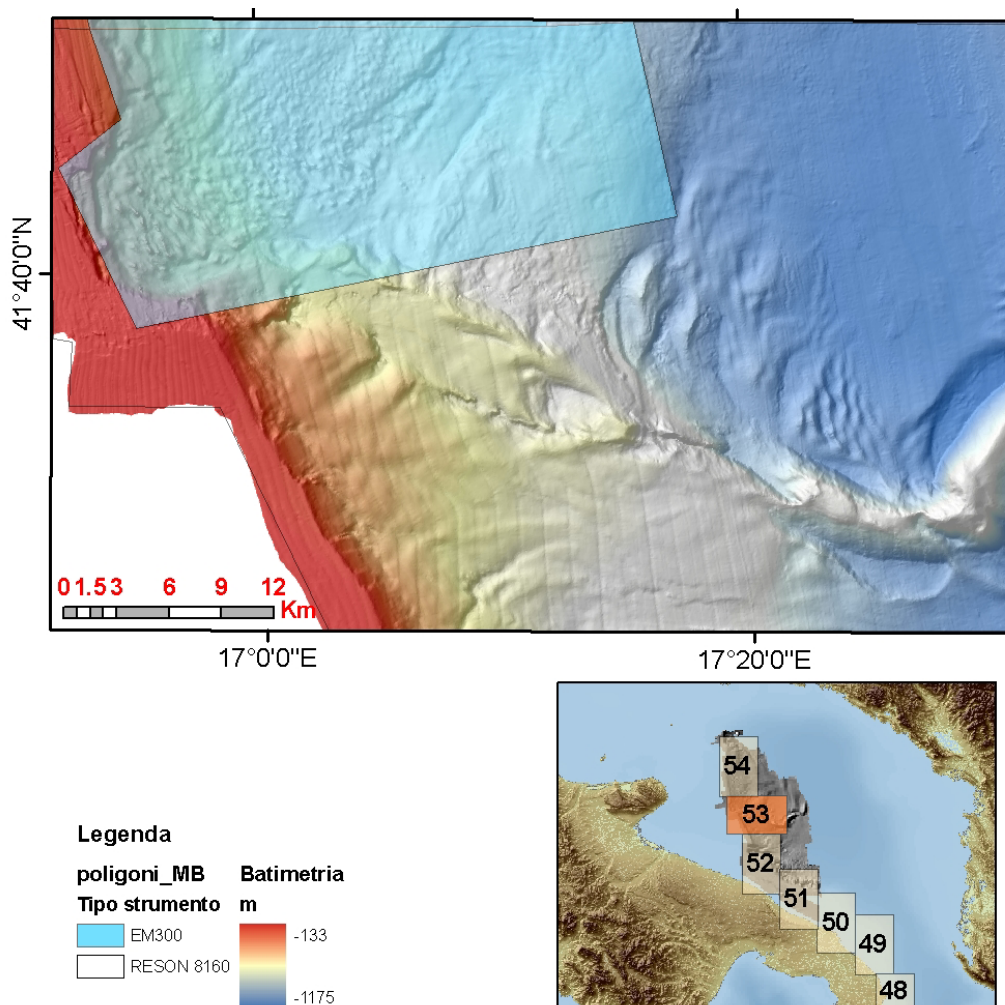


Fig 2.1- Estensione dei dati Multi Beam all'interno del foglio Bari e poligoni rappresentanti i rilievi effettuati con i vari strumenti. In alto rilievo ombreggiato, DTM con risoluzione 20 m.

2.2 Dati di riflettività e immagini del fondale (side scan sonar, rov, ecc.)

L'area è coperta da dati Side Scan Sonar acquisiti con un sistema TOBI 30Kz durante la campagna SAGA2003 per un'estensione di circa 1650 km² (Fig 2.2.1)

Questi dati permettono di caratterizzare nel dettaglio alcuni elementi della frana di Gondola. In particolare sulle immagini Side Scan Sonar si distinguono rilievi poligonali di alta riflettività che raggiungono dimensioni di circa 500 m associati a lineazioni a bassa e alta riflettività alternata interpretate come *furrows* (Minisini et al., 2006). In base ai dati di riflettività e ai dati morfobatimetrici sono stati mappati i singoli blocchi di frana allo scopo di caratterizzarne dimensioni e orientamento definendo le direzioni di trasporto allo scopo di ricostruire l'andamento di possibili eventi multipli. Inoltre la sovrapposizione del dato di riflettività con il dato morfobatimetrico permette di identificare: 1) *ridge* estensionali paralleli alla scarpata principale; 2) la presenza di un corpo di frana, denominata Gondolino, risultante da un collasso successivo della porzione meridionale della frana di Gondola; 3) la presenza di strutture erosive e deposizionali e il loro legame con l'interazione fra correnti di fondo e la complessa morfologia superficiale che caratterizza la frana di Gondola (Fig. 2.2.2).

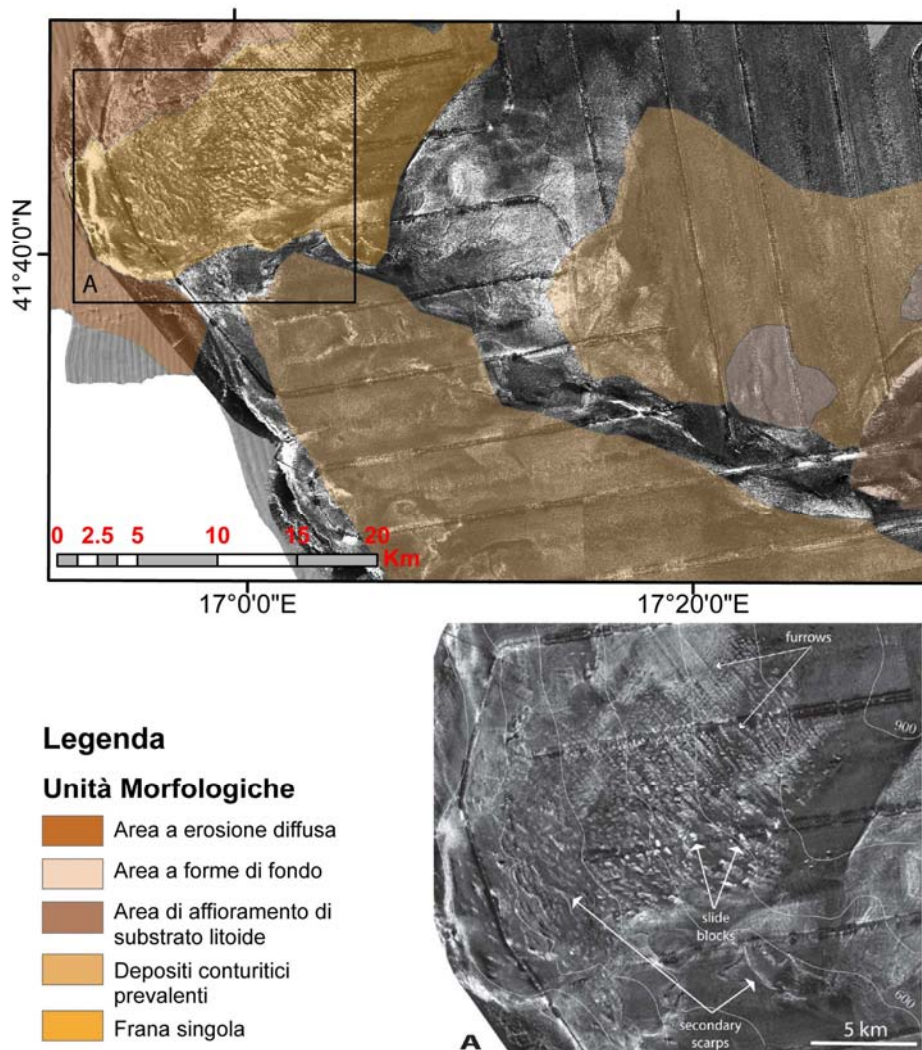


Fig 2.2.1 – Estensione del rilievo SSS nel foglio Bari con le unità morfologiche. La figura A mostra un dettaglio delle frana di gondola dove si notano le scarpate secondarie della frana e i furrows paralleli al flusso delle correnti di fondo. Modificata da Minisini et al., 2006

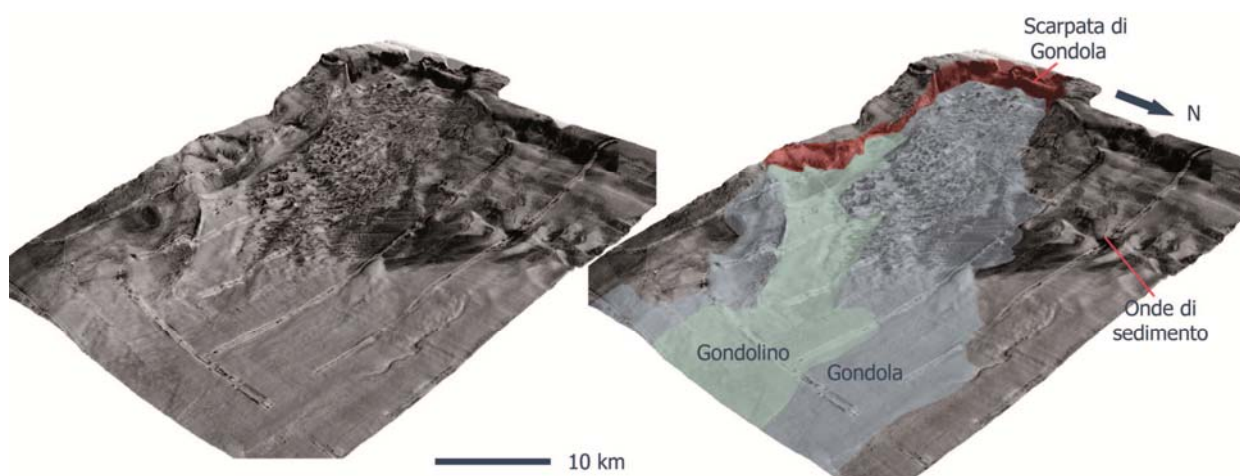


Fig 2.2.2 – Dati di riflettività sovrapposti ai dati morfobatimetrici. Si nota la presenza di eventi multipli e di scarpate di frana secondarie. In particolare sono state evidenziate le frana principale di Gondola (poligono celeste) e la frana successiva denominata frana di Gondolino (poligono verde). La frana di Gondolino ha rimobilizzato i depositi della frana di Gondola lasciando una depressione nella scarpata ad una profondità di circa 500 m.

2.3 Dati di sismica a riflessione

L'area è coperta da circa 6000 km di profili sismici a riflessione di tipo CHIRP acquisiti con un sistema a 16 trasduttori a 3.5 kHz con risoluzione verticale di 0.5 m montato sulla nave oceanografica URANIA ed interfacciato con il software SWAN PRO della Communication Technology.

I dati Chirp sono fondamentali per ricostruire la geometria interna degli elementi morfobatimetrici e per classificare le scarpate di frana principali e secondarie distinguendole dalle scarpate erosive. Inoltre permettono di definire gli accumuli di frana esposti e sepolti, ricostruirne la struttura interna e le relazioni geometriche tra eventi di frana successivi. In particolare all'interno del foglio Bari i dati di sismica a riflessione hanno permesso di definire la presenza di eventi multipli che interessano tutto il margine, di ricostruire la struttura interna dei blocchi di frana e di descrivere la tipologia di copertura dei depositi al fine di ricostruire l'ordine degli eventi e valutare una possibile riattivazione del corpo di frana principale denominata frana di Gondola.

L'analisi dei profili CHIRP ad alta risoluzione ha permesso di analizzare la geometria delle deformazioni recenti lungo la struttura di Gondola e lungo il monte Dauno individuando rigetti minimi attraverso la copertura olocenica e l'andamento delle strutture sepolte. La correlazione sismica preliminare effettuata con carote presenti nell'area indica chiaramente che i sedimenti olocenici presentano rigetti lungo la fascia di deformazione. Inoltre sono chiaramente presenti segmenti di faglia di lunghezza compresa tra i 4 e 5 m che raggiungono il fondo mare.

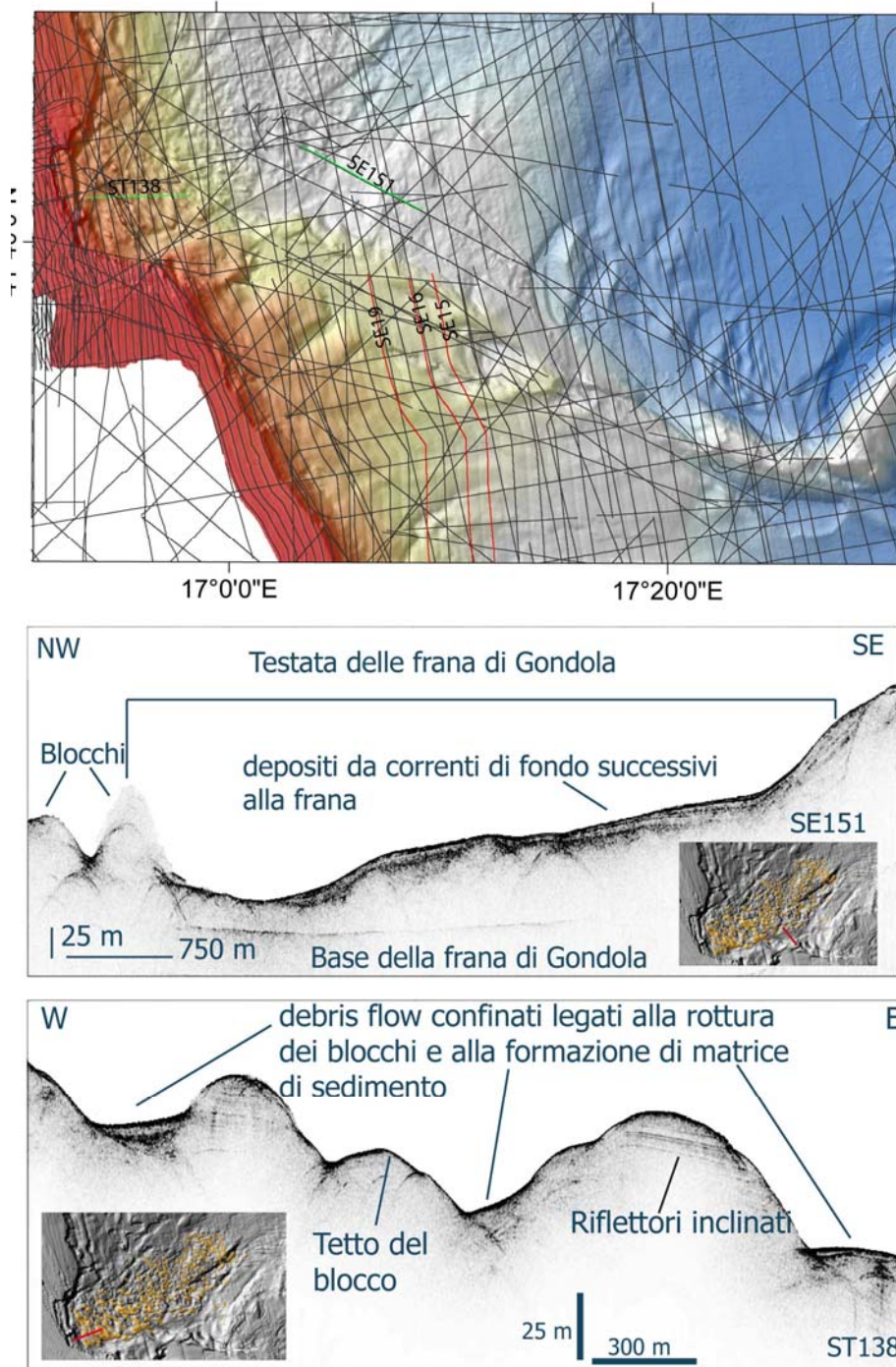


Fig 2.3.1 – Distribuzione dei profili CHIRP all'interno del foglio Bari che mostrano le geometrie interne dei depositi della frana di Gondola. Il profilo CHIRP in alto (profilo SE151) mostra depositi da corrente che riempiono la testata della depressione generata dalla frana denominata Gondolino successiva all'evento principale di Gondola di cui si riconosce chiaramente la base. In basso (profilo ST138) la struttura interna dei blocchi della frana di Gondola.

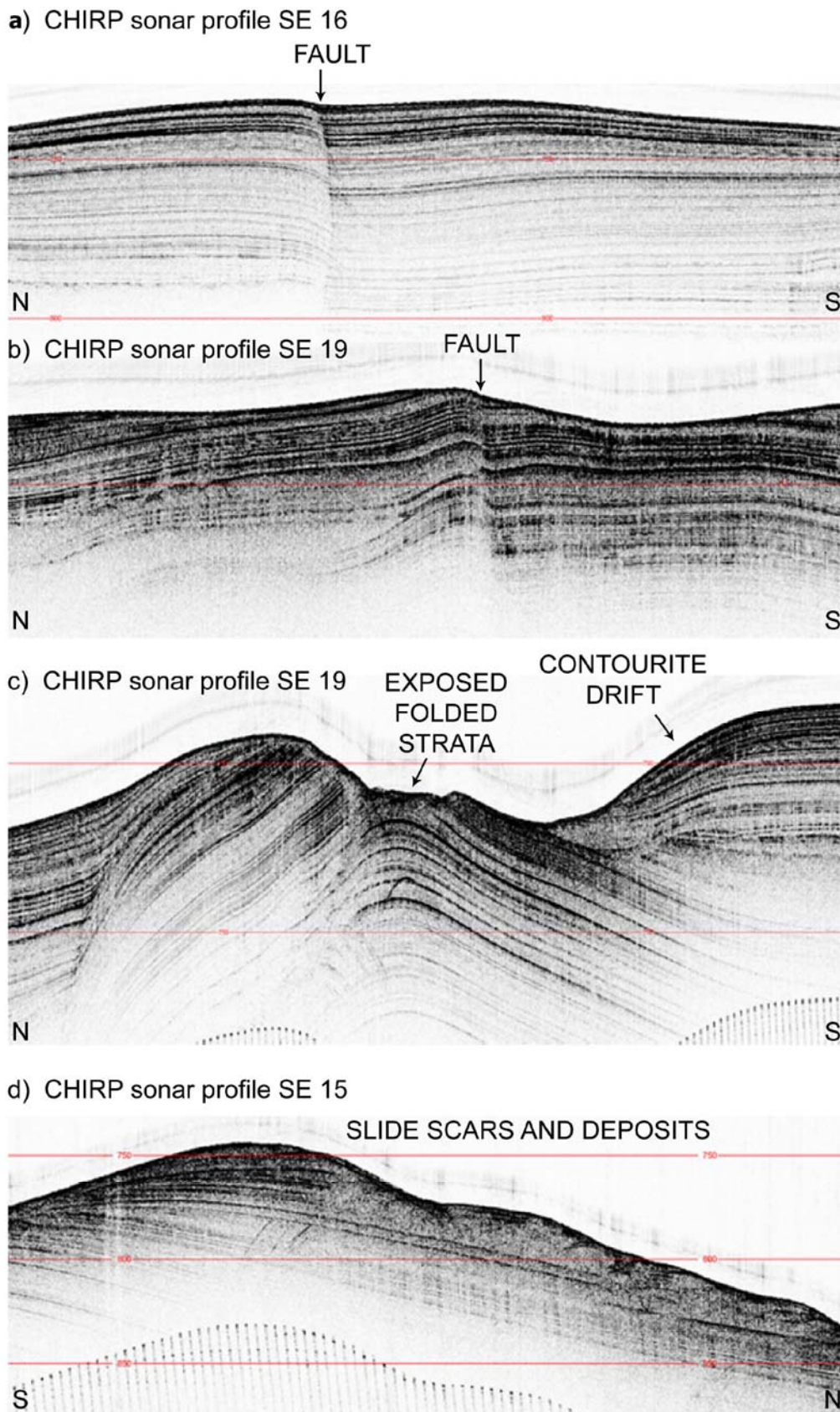


Fig 2.3.2 – Profili sismici lungo la struttura di Gondola (localizzazione in fig 2.3.1) che mostrano i segmenti di faglia che raggiungono il fondo mare in aree dove i depositi tardo olocenici sono presenti (a) oppure assenti a causa dell'impatto erosivo delle correnti di fondo (b); il terzo profilo mostra una lieve anticlinale la cui cresta è stata erosa dalle correnti (c); l'ultimo profilo mostra la presenza di nicchie di frana e relativi accumuli lungo il lato destro dell'area deformata.

2.4 Dati di campionamento

Nell'area sono stati prelevati 79 campioni: 22 box corer, 31 carote, 19 bennate, 6 dragaggi.

I box corer sono stati utilizzati principalmente per caratterizzare la dinamica sedimentaria nelle zone di frana e verificare l'interazione con la complessa morfologia esistente.

Alcune carote sono state studiate in chiave stratigrafica per effettuare correlazione a scala di bacino e definire l'età del primo evento franoso di Gondola e l'età dei segmenti di faglia che tagliano i depositi olocenici. In particolare sono stati effettuati studi tefrocronologici nel punto di massimo accumulo dei depositi post glaciali (carota SA08-11) nel bacino a nord del monte Dauno con i quali si è riusciti a datare il primo evento di frana che si estende fino al bacino (circa 20-25.000 anni) (Minisini et. al, 2006, Verdicchio e Trincardi 2006). Non sono facilmente databili gli eventi multipli successivi in quanto rimobilizzano il deposito di frana pre-esistente. Difficile anche la datazione dei segmenti di faglia che raggiungono il fondo mare in zone esposte all'erosione da correnti di fondo. Sono inoltre stati effettuati studi paleoclimatici e di suscettività magnetica su carote chiave nelle zone dove i depositi post glaciali raggiungono spessori notevoli.

2.5 Altro tipo di dato

Non sono presenti altri tipi di dati.

3. Elementi Morfobatimetrici e “pericolosità” geologica

3.1 Sintesi descrittiva del Livello 3

All'interno del foglio 53 sono stati individuati gli elementi morfobatimetrici di seguito descritti (Fig 3.1.1):

- **Ciglio di piattaforma continentale e scarpata superiore:** entro il Foglio 53 il ciglio della piattaforma ha una estensione da nord a sud di 38,6 km; il ciglio viene interrotto, per circa 10 km, dalla complessa nicchia della frana di Gondola la scarpata superiore è marcatamente erosiva in tutta l'area del Foglio per una altezza media di 150m. La scarpata superiore è interessata, in tutto il suo sviluppo, da evidenze di erosione diffusa; a profondità maggiore la scarpata è mediamente meno inclinata e presenta solchi erosivi più localizzati e piccole nicchie di frana.
- **Scarpate di nicchia di frana:** la più importante è la scarpata della nicchia della frana di Gondola (18km di sviluppo complessivi con una altezza media di circa 150 m) che presenta piani di taglio multipli e scarpate secondarie. Sono presenti altre piccole nicchie sia sulla scarpata superiore che sul lato nord della struttura tettonica di Gondola a ridosso dell'asse dell'anticlinale che borda la faglia. A queste nicchie di secondo ordine corrispondono mobilitazioni di materiale di modesta entità ed estensione.
- **Scarpate indefinite:** sono state mappate alcune rotture di pendenza generalmente molto arrotondate in pianta non associabili ad una genesi definita in base a dati esclusivamente morfobatimetrici.
- **Scarpate di erosione generica:** sono distribuite in tutto il foglio, associate in alcuni casi alle depressioni erosive o legate a fenomeni di erosione da flusso gravitativo (frana di Gondola) o da corrente di fondo con andamento, a seconda dei casi, trasversale o sub parallela al margine.
- **Scarpate di faglia:** sono stati cartografati, lungo la struttura tettonica di Gondola, i cigli, e dove possibile le basi, di brusche rotture di pendenza che bordano le anticlinali sub-parallele alla faglia. In alcuni casi, verso il Monte Dauno, si sviluppano scarpate di 150-200 m, estese in pianta alcuni km, molto pendenti e attribuibili alla presenza di piani di faglia. Inoltre con il simbolo di base di scarpata di faglia sono stati cartografati anche alcuni lineamenti tettonici, al centro della struttura, che avevano una espressione morfologica netta anche se non sono localizzati in corrispondenza di una scarpata. L'esame di profili CHIRP sonar ha evidenziato che questi

lineamenti corrispondono a tratti della faglia che rompono i sedimenti fino al fondo mare suggerendo un'attività anche recente della struttura deformativa.

- **Thalweg di canale a profilo arrotondato:** sono stati mappate due aree caratterizzate da forme erosive, più pronunciate del solco erosivo, con direzione NO-SE e S-N ed estese dalla scarpata continentale superiore fino al fianco nord della faglia di Gondola. Sono state cartografate le basi delle scarpate là dove era presenti e distinguibili.
- **Solchi erosivi:** sono presenti sulla scarpata continentale superiore e alla sua base soprattutto nella parte del Foglio a sud della struttura tettonica di Gondola. Queste forme sono generate dal passaggio stagionale di acque dense che scendono dalla piattaforma e che lungo la scarpata continentale raggiungono velocità superiori a 60 cm/sec (*cascading currents*).
- **Aree a depressione erosiva:** sono state mappate con questa definizione le depressioni erosive (*moat*) generate da correnti di acque dense che scendono dalla piattaforma lungo la scarpata continentale (*cascading currents*). Queste depressioni sono bordate da accumuli sedimentari (*sediment drifts*) generati dallo stesso processo. Con lo stesso simbolo sono state cartografate anche due piccole aree sulla sommità del Monte Dauno che potrebbero essere ricondotte a fenomeni di dissoluzione carbonatica (*sink holes*).
- **Creste di onde di sedimento:** sono state mappate con questo simbolo sia alcune creste di onde di sedimento (*sediment drifts*), presenti a sud della struttura tettonica di Gondola, disposte perpendicolarmente alla scarpata di piattaforma e di elevazione 10-15m, che quelle di due campi di onde di fango (*mud waves*), localizzate a profondità maggiori e soprattutto alla base della scarpata, compresi tra l'estremo est della faglia di Gondola e il rilievo del Monte Dauno.
- **Corpo di frana a blocchi:** è stato mappato il corpo della frana di Gondola la cui natura a blocchi è evidente dalla batimetria. Le dimensioni del corpo, dal piede della nicchia al fronte più marcato sono 24 km di lunghezza per circa 8-10 km di larghezza, con un volume stimato di 4.5 km³ nel suo complesso.
- **Corpo di frana a superficie gibbosa:** a fianco del corpo principale della frana di Gondola è stato cartografato un corpo di frana di dimensioni minori la cui superficie è piuttosto variabile: da regolare, tipo colata di fango, a irregolare e gibbosa, con la presenza di blocchi e asperità. Le sue dimensioni sono 16 km di lunghezza per circa 4 km di larghezza media.
- **Rilievi di origine incerta:** la piattaforma continentale esterna è esposta a fenomeni di forte erosione da parte delle correnti, soprattutto a ridosso del ciglio della nicchia della frana di Gondola dove sono stati mappati alcuni rilievi di piccole dimensioni (circa 5-8m) che sono probabilmente indicativi di depositi più compatti e meno erodibili (*remnants* erosivi).
- **Dorsali di piega:** sono stati cartografati, lungo tutta la struttura tettonica di Gondola, gli assi delle anticlinali che bordano la faglia con andamento NO-SE, documentate anche dai profili CHIRP sonar.
- **Depressioni di origine incerta:** sono state cartografate alcune depressioni nella zona di piattaforma retrostante la nicchia della frana di Gondola e sul ciglio della frana la cui natura non è chiara.
- **Vulcani di fango:** sono stati mappati due rilievi sub circolari alti una decina di metri sulla piattaforma continentale esterna che all'esame dei profili CHIRP sonar sono risultati generati dall'espulsione di fluidi e fango in corrispondenza di un tratto della faglia di Gondola che attraversa in quel punto la piattaforma e la cui espressione morfologica è data dall'allineamento E-O di una scarpata d'erosione di modesta entità.
- **Creste:** la più importante è quella cartografata alla sommità del Monte Dauno che si eleva fino a 400m sul bacino circostante. Altre creste sono state mappate, nel settore NE del Foglio, su espressioni morfologiche allungate del fondo mare la cui natura non è al momento chiara e su due rilievi alla base di alcune scarpate di erosione sul versante nord della struttura di Gondola, che hanno espressione morfologica molto diversa dal contesto circostante.
- **Substrato litoide affiorante:** è stato cartografato come substrato affiorante (base) il Monte Dauno per la parte ricadente nel Foglio. Questo rilievo rappresenta la principale espressione

morfologica del fondo mare del bacino adriatico meridionale; si presenta allungato dalla base della scarpata di piattaforma verso il centro del bacino con direzione SO-NE, raggiungendo i 400 m di altezza dal fondo mare per una lunghezza di circa 20 km e una larghezza di 5 km.

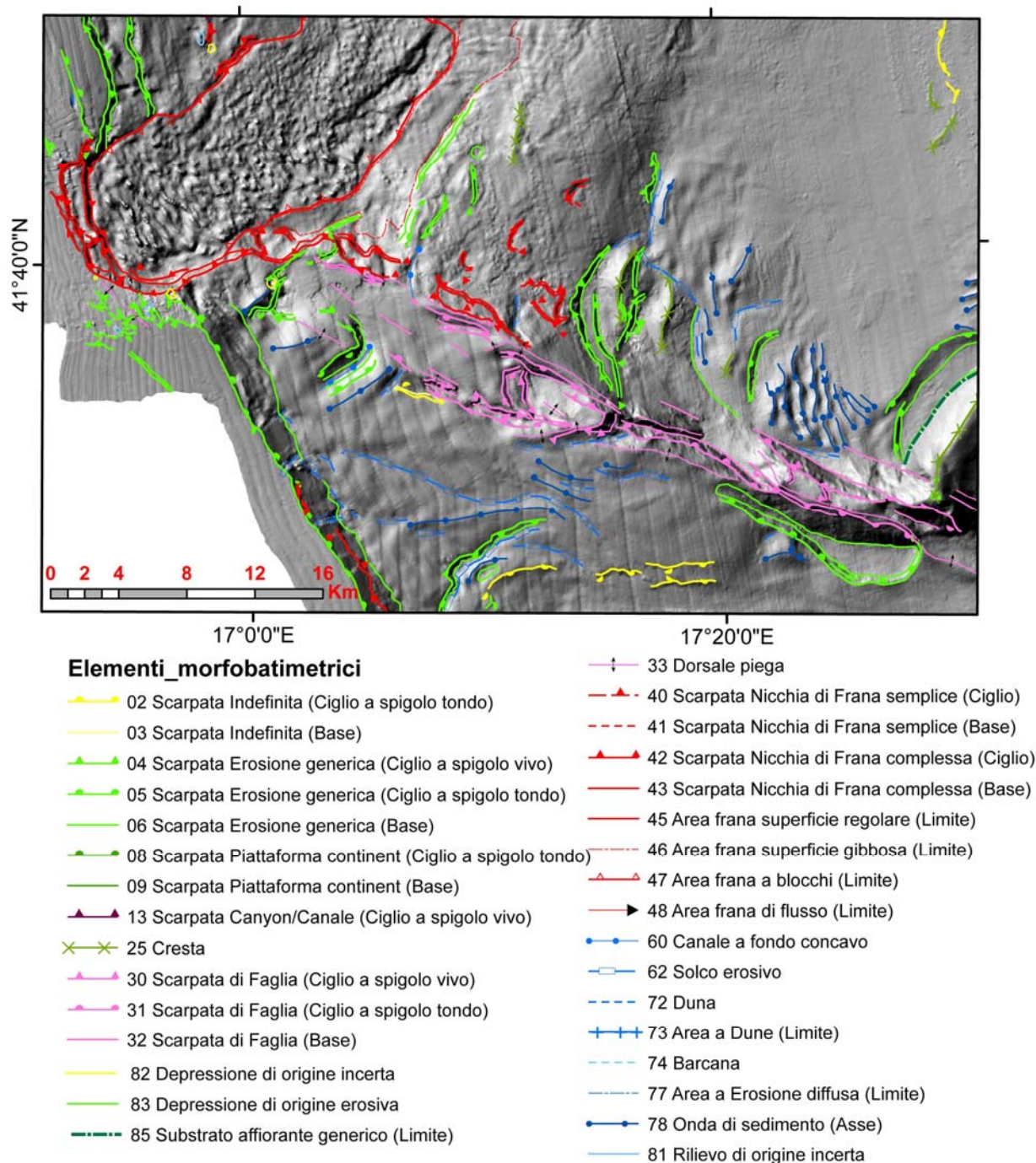


Fig 3.1.1 – Elementi morfobatimetrici nel foglio Bari con relativa legenda

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

All'interno del foglio si trova il maggiore evento di frana recente verificatosi circa 20-24mila anni fa (all'interno del glaciale MIS 2) durante l'ultimo periodo di abbassamento del livello marino. Questo evento interessa generalmente superfici di scorrimento preesistenti e ne rappresenta una riattivazione o una propagazione retrogressiva dopo il MIS 2. In molti casi ci sono evidenze di

scarpate nette che trancano depositi sedimentari stratificati e si raccordano su riflettori debolmente inclinati verso mare, interpretabili come “livelli di debolezza”. Questi elementi, oltre alla presenza di vecchi corpi di frana sepolti definiscono un’area predisposta ad una instabilità di tipo retrogressivo a lungo termine.

In considerazione dell’attività sismica e della presenza di importanti strutture deformative, quali la struttura di Gondola, che interessano questo margine, la possibilità di un evento franoso a larga scala potrebbe comportare la potenziale generazione di tsunami sul margine sud-adriatico.

3.3 Bibliografia citata

Argnani A., Favali P., Frugoni F., Gasperini M., Ligi M., Marani M., Mattiotti G., Mele G. 1993. Foreland deformational pattern in the southern Adriatic sea, *Annali di Geofisica*, 36, 229–247,

Colantoni P., Preti M., and Villani, B. 1990. Sistema deposizionale e linea di riva olocenica sommersi in Adriatico e al largo di Ravenna, *Giornale di Geologia*, 52, 1–18,

de Alteriis G. 1995. Different foreland basins in Italy: examples from the Central and Southern Adriatic Sea, *Tectonophysics*, 252, 349–373.

Doglioni C., Mongelli F., Pieri P. 1994.: The Puglia uplift (SE Italy): an anomaly in the foreland of the Apennine subduction due to buckling of a thick continental lithosphere, *Tectonics*, 13, 1309–1321.

Finetti I., Bricchi G., Del Ben A., Pipan A., Xuan Z.: Geophysical study of the Adria plate, *Mem. Soc. Geol. It.*, 40, 335–344, 1987.

Minisini D., Trincardi F., Asioli A. 2006. Evidence of slope instability in the South-Western Adriatic margin. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 6 (1):1-20.

Postpischl D. 1985. Atlas of isoseismal maps of Italian earthquakes, *Quaderni de “La ricerca scientifica”*, 114–2A, CNR, Roma, pp. 164,

Ridente D. and Trincardi F. 2002. Late Pleistocene depositional cycles and syn-sedimentary tectonics on the central and south Adriatic shelf, *Memorie della Società Geologica Italiana*, 57, 516–526,

Ridente D., Fracassi U., Di Bucci D., Trincardi F. & Valensise G. 2008. Middle Pleistocene to Holocene activity of the Gondola Fault Zone (Southern Adriatic Foreland): Deformation of a regional shear zone and seismotectonic implications. *Tectonophysics*, 453: 110–121.

Royden L. E., Patacca E., Scandone P. 1987. Segmentation and configuration of subducted lithosphere in Italy: an important control on thrust-belt and foredeep-basin evolution, *Geology*, 15, 714–717.

Tinti S., Maramai A., Favalli P. 1995. The Gargano promontory: an important Italian seismogenetic-tsunamigenic area, *Mar. Geology*, 122, 227–241, 1995.

Tinti S. and Armigliato A. 2003. The use of scenarios to evaluate the tsunami impact southern Italy, *Mar. Geology*, 199, 221–243, 2003.

Tramontana M., Morelli D., Colantoni P. 1995.: Tettonica plioquaternaria del sistema sud garganico (settore orientale) nel quadro evolutivo dell'Adriatico centro meridionale, Studi Geologici Camerti, 2, 467–473.

Trincardi, F., Foglini, F., Verdicchio, G., Ascoli, A., Correggiari A., Minisini, D., Piva, A., Remia, A., Ridente, D., Taviani, M. 2007. The impact of cascading currents on the Bari Canyon System, SW-Adriatic Margin (Central Mediterranean). *Marine Geology*, 246: 208-230.

Turchetto M., Boldrin A., Langone L., Miserocchi S., Tesi T. 2007. Water dynamics and sediment transport associated with the Bari canyon in the southern Adriatic Sea. *Marine geology Special issue*, 246: 231-247.

Verdicchio G. & Trincardi F. 2006. Short-distance variability in slope bed-forms along the Southwestern Adriatic Margin (Central Mediterranean). In P. Weaver, M. Canals & F. Trincardi (Eds.): "EUROSTRATAFORM Special Issue". Elsevier, *Mar. Geol.*, 234: 271–292, Amsterdam.

Verdicchio G. & Trincardi F. 2008. Chapter 20: Shallow water contourites. In: Rebesco & Camerlenghi (Eds.), *Contourites*, Elsevier.

Verdicchio G., Trincardi F., Ascoli A. 2007. Mediterranean bottom current deposits: an example from the Southwestern Adriatic Margin. In Viana A. & Rebesco M., Eds., *Geological Society of London, Special Publication*, 276: pp. 199–224.

4. Punti di Criticità presenti nel Foglio

4.1 F53_PC1_struttura tettonica di Gondola

4.1.1 Riassunto

Lungo la struttura tettonica di Gondola sono presenti alcune evidenze di rottura di depositi recenti sul fondo mare che indicano una attività attuale da monitorare (fig. 1).

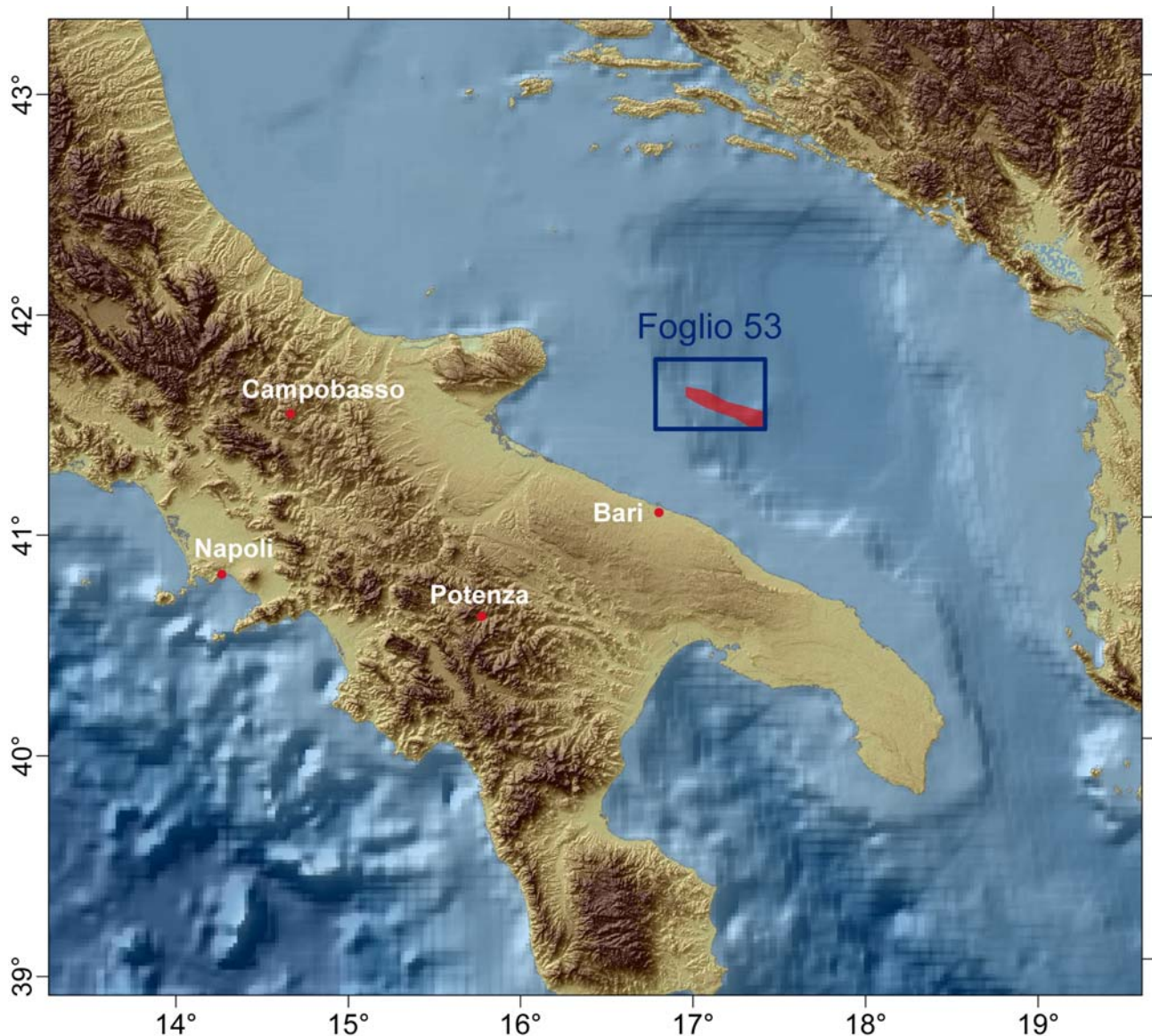


Fig. 1PC_1_F53- Localizzazione (in rosso) del Punto di Criticità 1- Struttura tettonica di Gondola.

4.1.2 Tipo di rischio

7) Fagliazione superficiale

4.1.3 Descrizione del lineamento

Le osservazioni relative alla struttura deformativa di Gondola (fig. 2) si basano sull'interpretazione geomorfologica di dati batimetrici multibeam integrata da informazioni sulle caratteristiche acustiche del fondale marino (backscatter) desunte da un mosaico side-scan sonar (TOBI) e da

informazioni sulla stratigrafia sismica dei depositi interessati dalle deformazioni ricavate da profili CHIRP sonar. Per ottenere una rappresentazione delle morfologie delle geometrie deformative il più possibile oggettiva, si è provveduto a rielaborare i dati di batimetria multibeam precedentemente acquisiti nell'area di scarpata interessata dall'attività della faglia di Gondola e lungo il Monte Dauno. I dati sono stati acquisiti in 4 campagne successive e con due strumenti diversi (un Kongsberg-Simrad EM 300 e un Reson 8160); questo fatto ha richiesto particolare attenzione nell'elaborazione dei dati soprattutto per eliminare artefatti introdotti dalla sovrapposizione di rilievi batimetrici diversi e successivi;

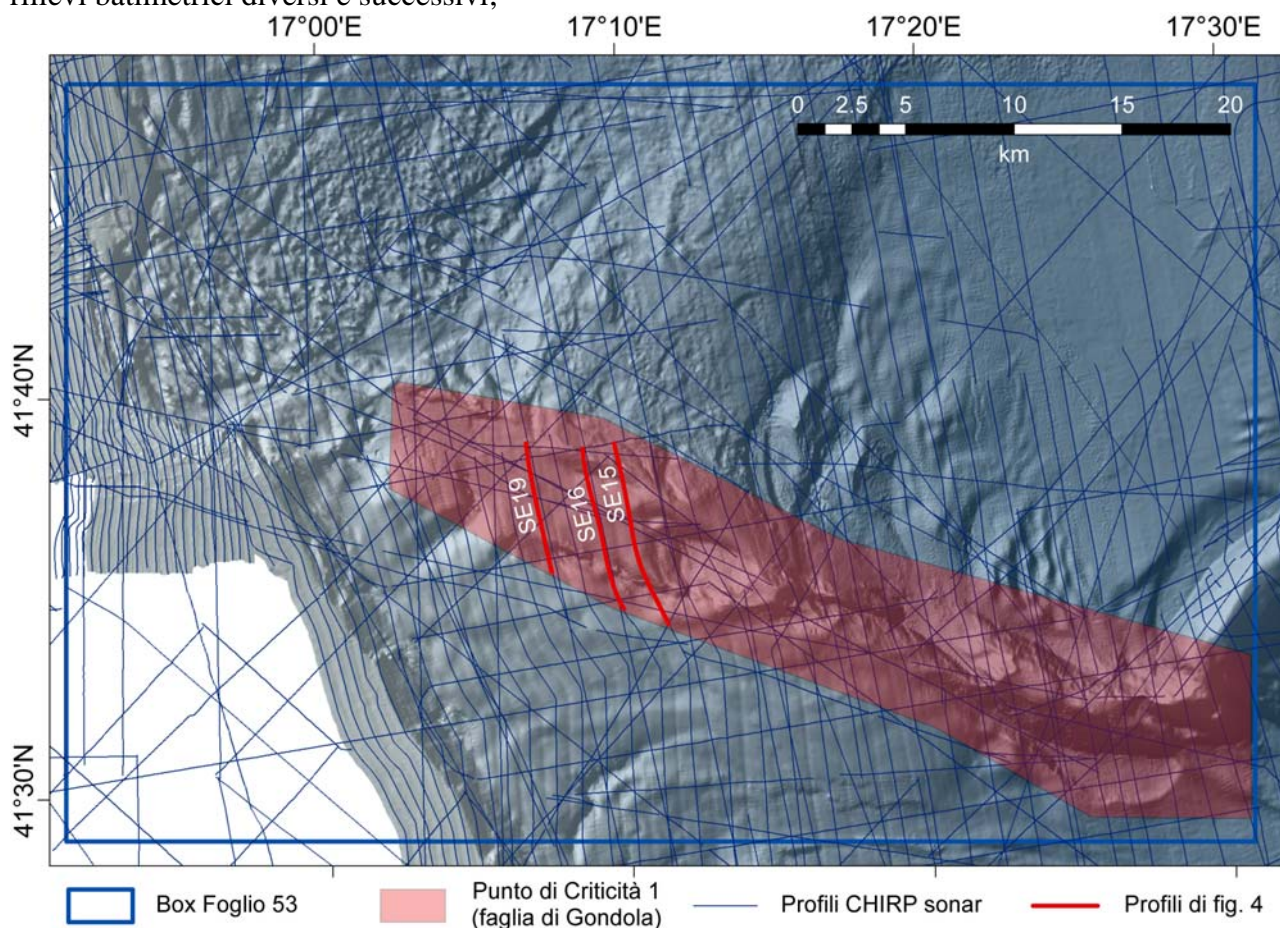


Fig. 2 PC_1_F53- Inquadramento del Punto di Criticità 1 all'interno del Foglio 53. Sono riportate le tracce dei profili CHIRP sonar acquisiti nell'area.

La struttura di Gondola si raccorda con la piattaforma continentale immediatamente a sud dell'ampia nicchia di distacco legata alla frana di Gondola, avvenuta circa 25-30 mila anni fa (Minisini et al., 2006) e con l'alto morfologico del Monte Dauno verso la piana bacinale.

Essa è già evidente sulla piattaforma continentale dove è presente una complessa fascia deformativa orientata complessivamente in senso E-W sul proseguimento della faglia di Mattinata presente in terra a sud del Promontorio del Gargano (Ridente et al., 2008).

Sulla scarpata, la struttura cambia orientazione e si dispone, nell'insieme, in direzione NW-SE. Sulla scarpata superiore è stato definito un bacino distensivo (forse originato come struttura di *pull-a-part* in un'area di trans-tensione). Questo bacino appare delimitato da pieghe, ricollegabili a una struttura a fiore caratteristica di sistemi trascorrenti. Procedendo verso est, a profondità maggiori, la deformazione superficiale occupa una fascia più ristretta, caratterizzata da piani di taglio sub-parallelamente con direzione prevalentemente NW-SE. In questa area la deformazione comprende piani di taglio significativamente più continui e caratterizzati da maggiori rigetti verticali rispetto a quelli della zona di scarpata superiore.

Le figure 3 e 4 (dettaglio) documentano la fascia di deformazione recente attraverso la struttura di Gondola sulla scarpata continentale adriatica. Si nota in particolare che i piani di faglia associati

alla fascia deformativa mostrano un significativo allineamento ma opposte immersioni delle superfici di scorrimento. Inoltre, si osservano alcune strutture particolarmente rilevate rispetto alle aree circostanti. Queste strutture hanno sia origine distensiva (blocchi basculati) sia compressiva (legate a locali trans-pressure lungo la faglia).

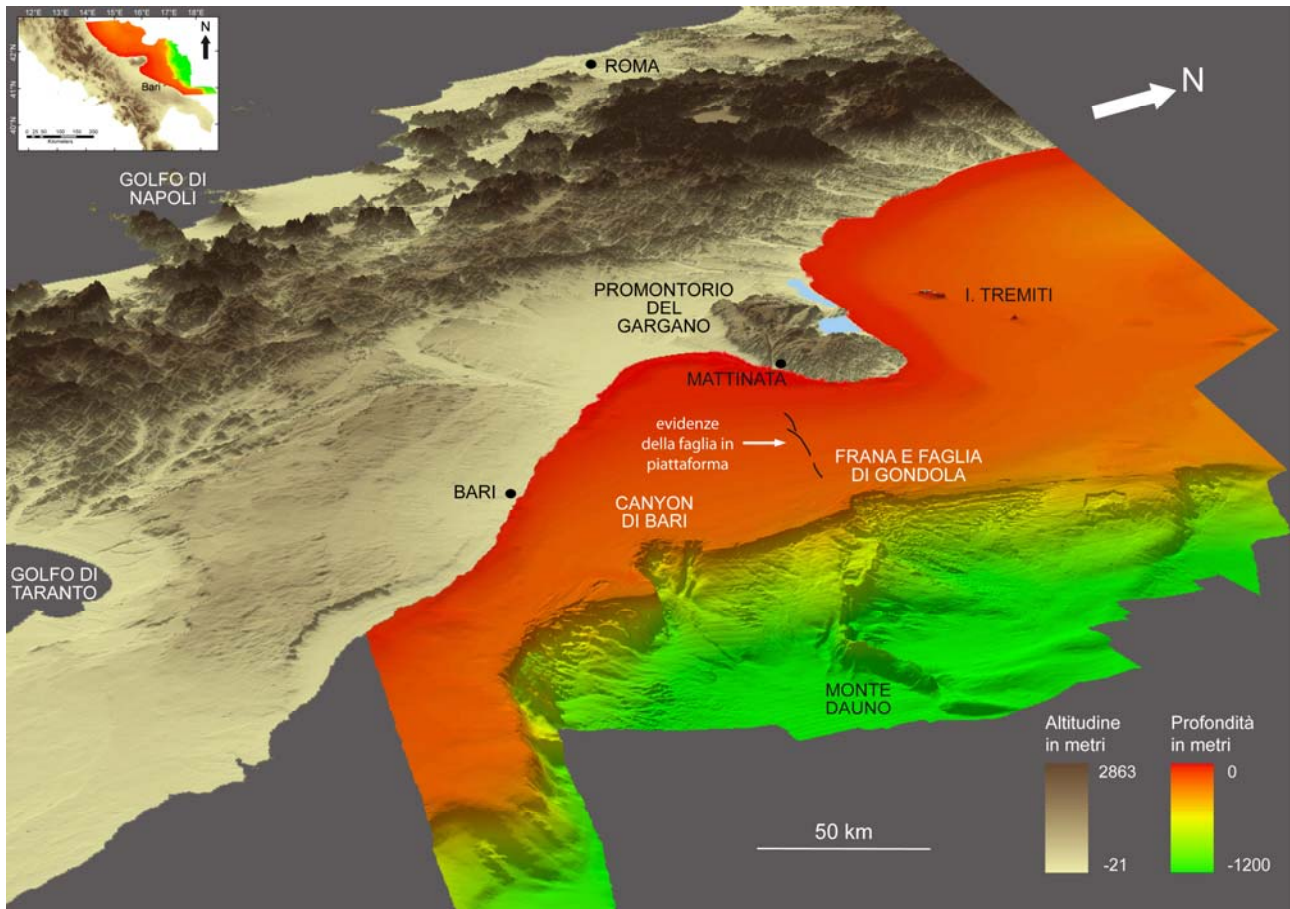


Fig. 3 PC_1_F53- Batimetria multibeam della scarpata continentale adriatica pugliese integrata con la batimetria singlebeam in piattaforma e con il DTM di terra. La faglia di Gondola costituisce una fascia di deformazione di ampiezza variabile e orientazione ONO-ESE, estesa dal fianco sud della frana di Gondola al Monte Dauno, elevato circa 400 m rispetto alla base della scarpata e con orientazione NE-SW.

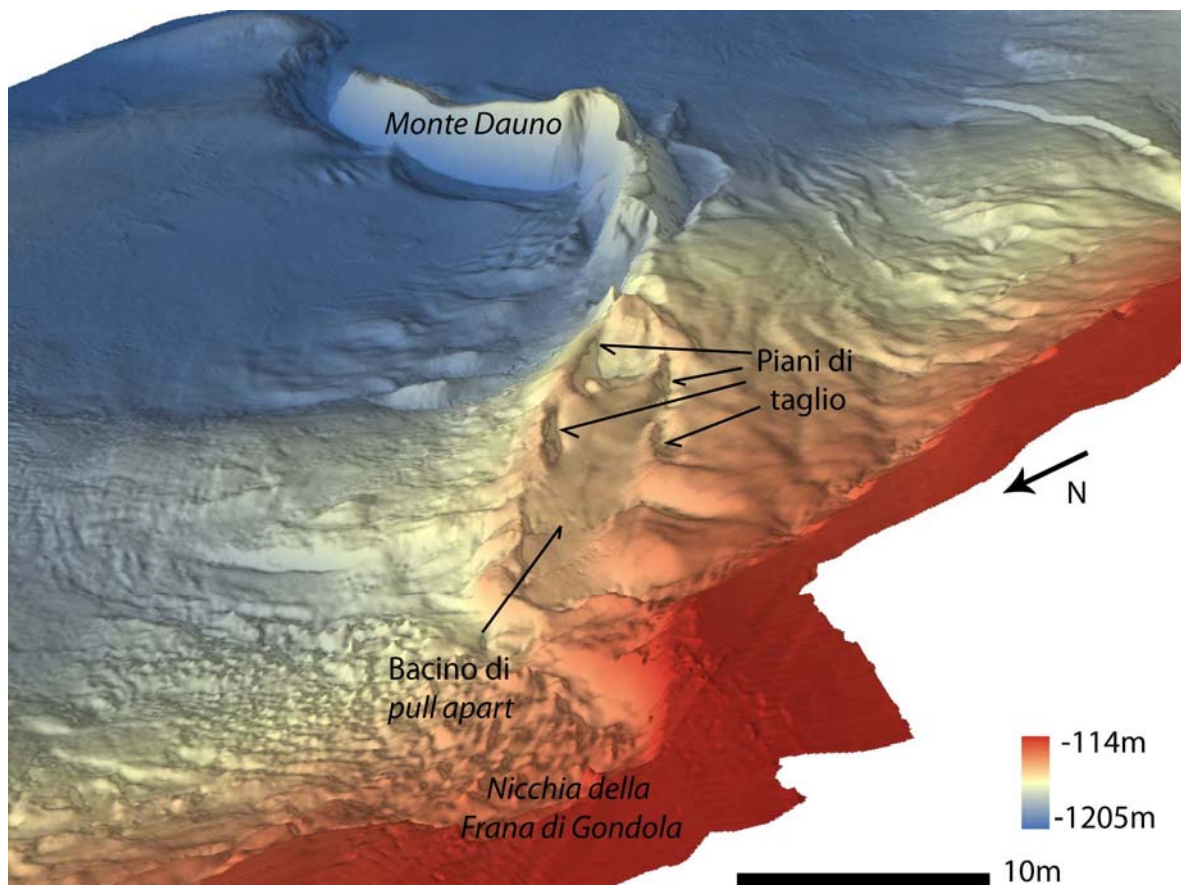


Fig. 4 PC_1_F53- Visualizzazione 3D della morfologia del margine adriatico lungo la fascia di deformazione della faglia di Gondola. Si nota in primo piano una struttura che ricorda un bacino di pull-a-part e alcuni piani di taglio che attraversano il Monte Dauno. Sono visibili anche gli effetti deposizionali dovuti al gioco delle correnti sottomarine confinate dalla morfologia della struttura.

4.1.4 Rischio potenziale

a) tipo di evoluzione possibile:

la faglia è attiva dal punto di vista geologico ma non è associata ad una forte sismicità. Questa evidenza può essere spiegata in due modi 1) la struttura non è più attiva 2) l'attività sismica ha un tempo di ritorno più lungo rispetto al breve periodo di osservazione disponibile. L'ipotesi 2 è sostenuta dal fatto che lungo la prosecuzione verso terra di questa faglia ci sono stati numeri terremoti distruttivi. Un elemento secondario di rischio è il fatto che essendo, la zona fortemente tettonizzata da strutture associate alla presenza della faglia principale, l'area può essere soggetta a frane con maggiore facilità delle aree circostanti. Infatti alcune nicchie di distacco sono già visibili anche se gli accumuli non sono facilmente separabili da quelli della frana principale di Gondola.

b) potenziali effetti diretti o indiretti:

la possibile riattivazione della faglia può contribuire alla generazione di onde di maremoto. Tutta la fascia a nord della faglia è bordata da frane con nicchie di piccole dimensioni quindi si può ipotizzare che le frane siano di tipo colata e non possano generare delle frane a blocchi. Inoltre gli scollamenti sono molto superficiali quindi i volumi in gioco sono ridotti.

c) beni esposti agli effetti dell'evento:

aree lungo la costa garganica

d) tempi di ricorrenza e stato di attività presunto:

la faglia, che raggiunge il fondo-mare, può attraversare sia aree a deposizione dominante sia aree a erosione dominante dove il sedimento a fondo-mare non è attuale. Dove c'è sedimentazione olocenica attuale la faglia disloca il fondo mare e può essere considerata attiva dal punto di vista sismo- stratigrafico.

e) ogni altra informazione disponibile (eventi pregressi, similitudine con altre situazioni, lavori specifici svolti nell'area:

è stata studiata la faglia in piattaforma (Ridente et al., 2008, Di Bucci et al., 2009).

f) dati disponibili nell'area:

dati batimetrici multibeam integrata da informazioni sulle caratteristiche acustiche del fondale marino (backscatter) desunte da un mosaico side-scan sonar (TOBI) e da informazioni sulla stratigrafia sismica dei depositi interessati dalle deformazioni definiti da profili CHIRP sonar.

Liberatoria da responsabilità

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.

4.2 F53_PC2_Frana di Gondola

4.2.1 Riassunto

l'area della frana di Gondola (fig. 1) è stata segnalata come Punto di Criticità per la possibilità di una sua riattivazione retrogressiva con conseguente generazione di nuovi fenomeni franosi e potenziale generazione di tsunami sul margine sud-adriatico (fig. 2).

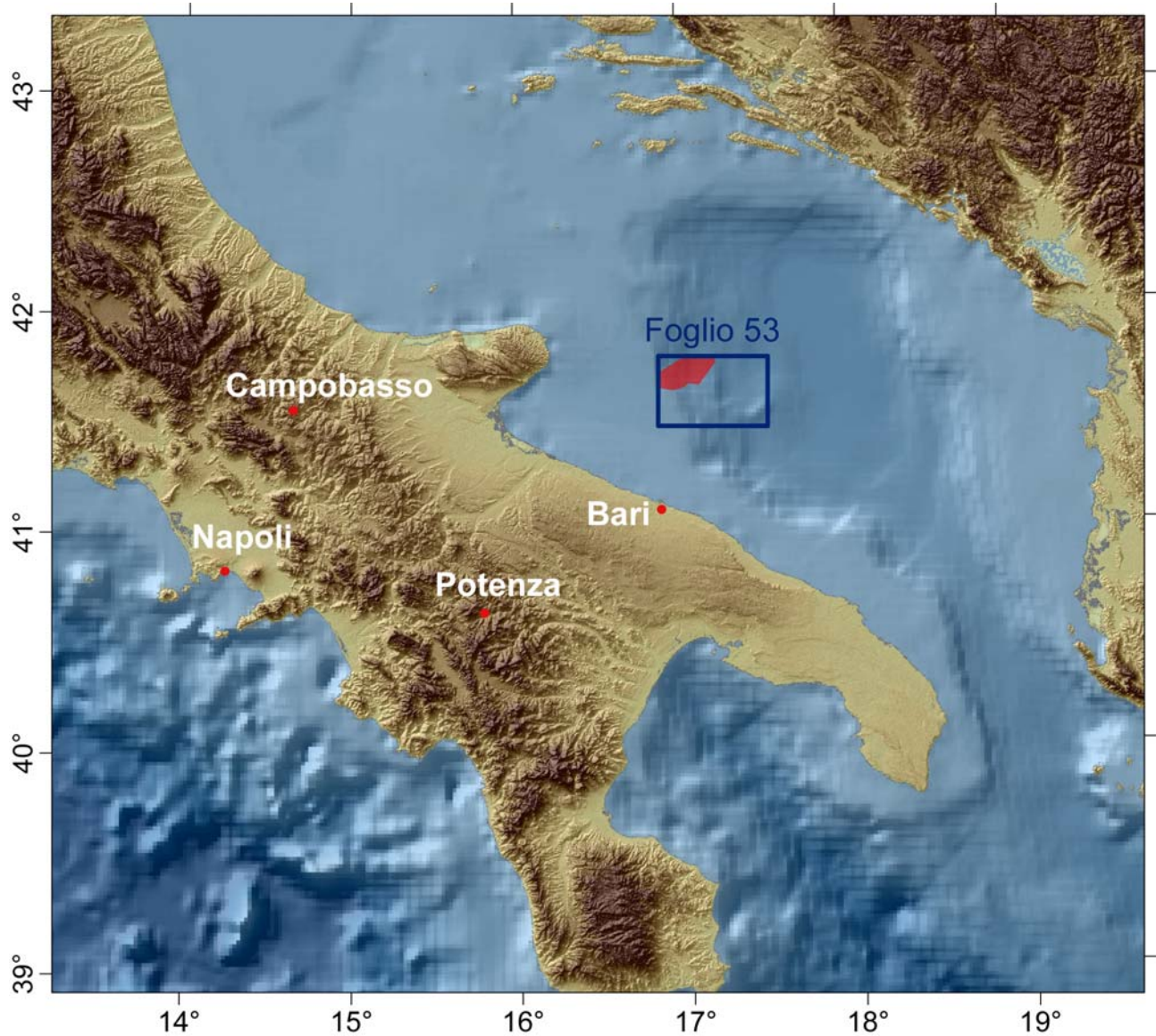


Fig. 1 PC_2_F53- Localizzazione(in rosso) del Punto di Criticità 2 - Frana di Gondola.

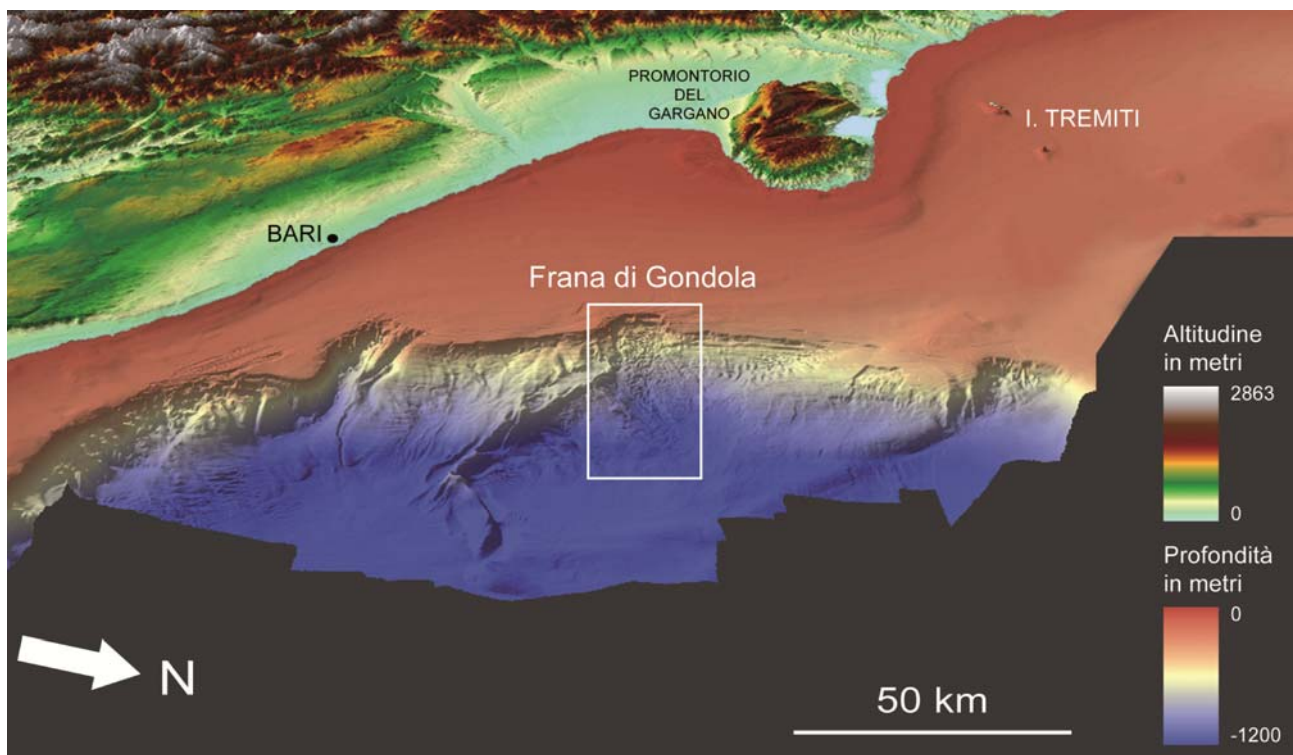


Fig. 2 PC_2_F53- Batimetria multibeam della scarpata continentale adriatica pugliese integrata con la batimetria singlebeam della piattaforma e con il DTM di terra. La frana di Gondola è evidenziata nel riquadro bianco.

4.2.2 Tipo di rischio

2) maremoto; 4) frana interamente sottomarina.

4.2.3 Descrizione del lineamento

La scarpata della nicchia della frana di Gondola (18 km di sviluppo complessivi con una altezza media di circa 200 m) è la più imponente contenuta nel Foglio 53 e presenta più piani di taglio lungo scarpate secondarie (Fig. 3). Lungo il fianco meridionale della frana sono presenti altre piccole nicchie; queste nicchie secondarie sono allineate lungo il lato nord della struttura tettonica di gondola a ridosso dell'asse dell'anticlinale che borda la faglia (Fig. 5 in alto); a queste nicchie di secondo ordine corrispondono mobilitazioni di materiale di modesto spessore ed estensione.

Il corpo della frana di Gondola, la cui natura a blocchi è evidente dalla batimetria (fig. 4), ha una lunghezza di 24 km, dal piede della nicchia al fronte più marcato (ma raggiunge 50 km di lunghezza totale se si considera il deposito di frana distale sepolto sotto una spessa coltre di depositi glaciali e postglaciali; Minisini et al. 2006) e una larghezza di circa 8-10 km. Il corpo di frana ha uno spessore medio di 35 m e un volume stimabile complessivo di circa 4.5 km^3 .

A fianco del corpo principale a blocchi è presente un corpo di frana di dimensioni minori la cui morfologia è piuttosto variabile: da regolare, tipo "colata di fango", a irregolare e gibbosa, con blocchi e/o asperità superficiali. Essa ha una lunghezza di 16 km e una larghezza media di circa 4 km.

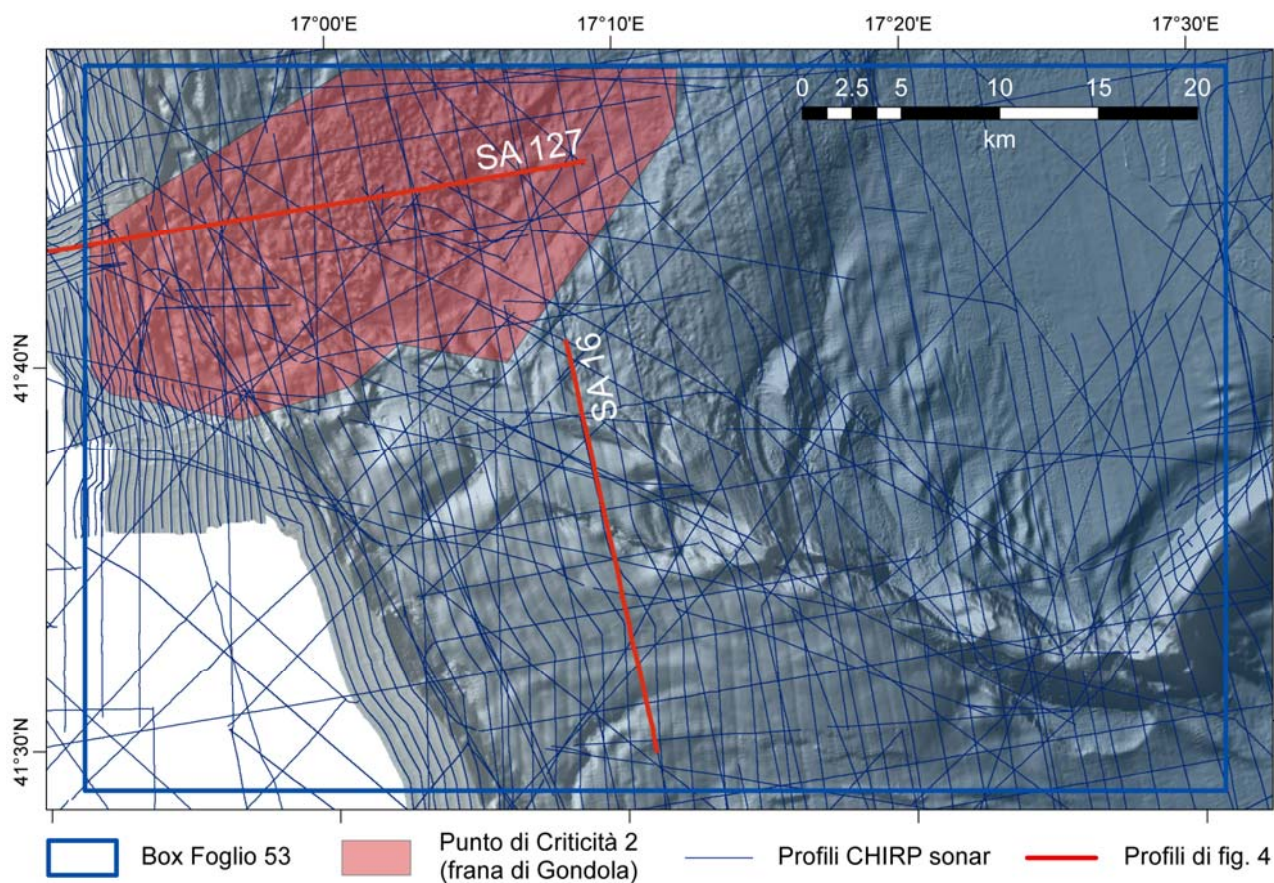


Fig. 3 PC_2_F53- Inquadramento del Punto di Criticità 2 all'interno del Foglio 53. Sono riportate le tracce dei profili CHIRP sonar acquisiti nell'area e sono evidenziati, in rosso, i segmenti dei profili riprodotti in figura 4.

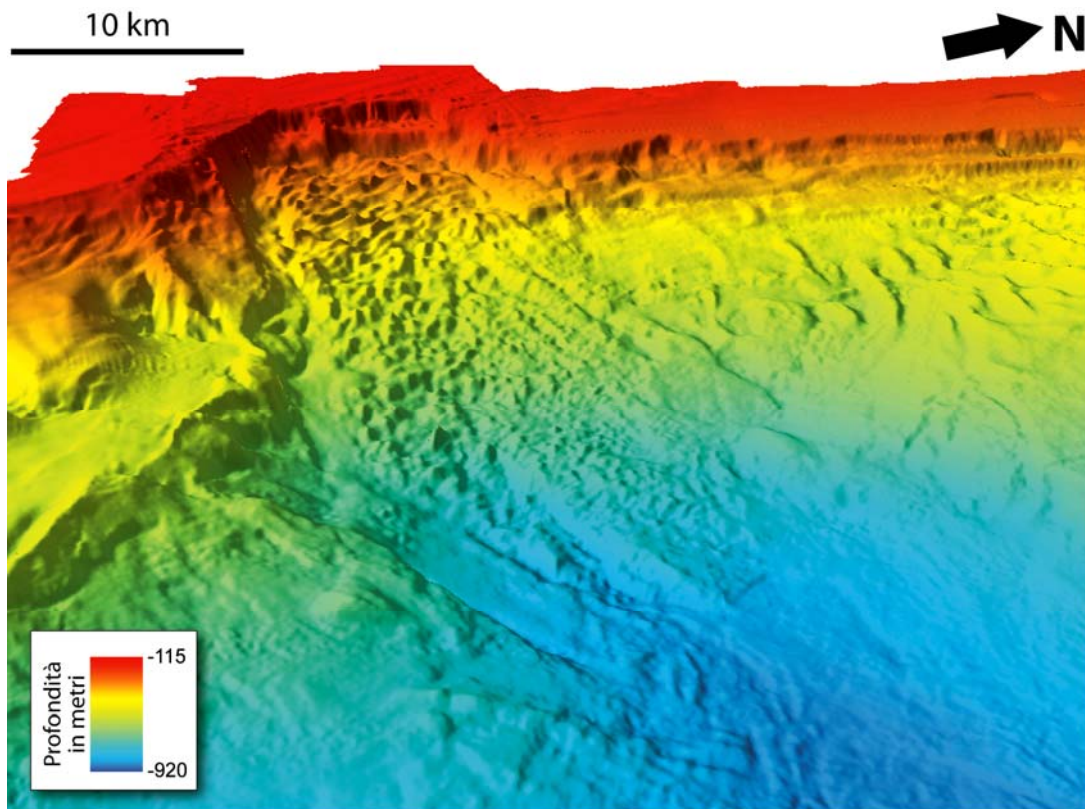


Fig. 4 PC_2_F53- Visualizzazione 3D della morfologia della frana di Gondola vista dal bacino. Si possono notare le scarpate di nicchie di più ordini e lo sviluppo del corpo di frana, la cui natura a blocchi appare evidente dalla batimetria. Sulla sinistra sono presenti altri corpi di frana di tipo “colata” di minore entità volumetrica.

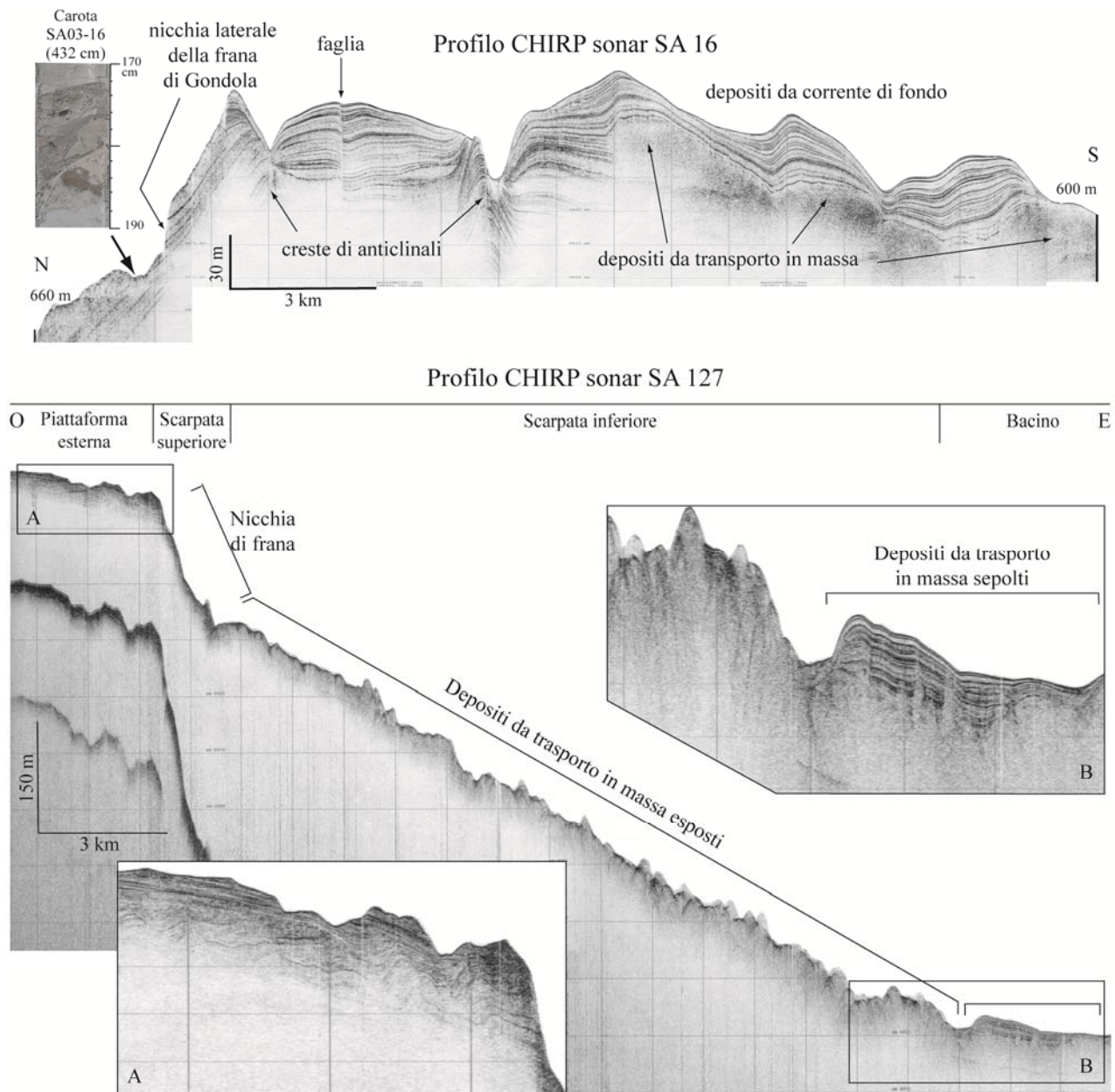


Fig. 5 PC_2_F53- In alto: profilo CHIRP sonar SA 16 che illustra la relazione tra l'area di deformazione lungo la struttura di Gondola e il fianco sud della frana omonima. In basso: profilo CHIRP sonar SA 127 attraverso la frana di Gondola. La frana ha rimosso circa 200 m di depositi dando luogo ad un accumulo in grandi blocchi ancora esposto a fondo mare e ha generato un deposito caotico in bacino. Il dettaglio "A" mostra i depositi regressivi progradazionali pleistocenici troncati dalla nicchia di frana, il dettaglio "B" mostra la continuità fisica tra il deposito ancora esposto sulla scarpata e quello corrispondente sepolto in bacino, evidenziando come le correnti di fondo determinino erosione e deposizione in aree contigue (modificato da Minisini et alii, 2006).

4.2.4 Rischio potenziale

a) tipo di evoluzione possibile:

In generale si può concludere che tutto il margine sud-adriatico è interessato da fenomeni di instabilità e che il maggiore evento si è verificato circa 20-24 mila anni fa (all'interno del glaciale MIS 2) durante l'ultimo periodo di abbassamento del livello marino. Numerose evidenze, anche se sono di piccole dimensioni, testimoniano eventi recenti di trasporto in massa; questi eventi sono significativi in quanto documentano la ricorrente instabilità di questo margine durante l'ultima risalita del livello del mare. Questi eventi recenti interessano generalmente superfici di scorrimento preesistenti e ne rappresentano una riattivazione o una propagazione retrogressiva dopo il MIS 2. In molti casi ci sono evidenze di scarpate nette che tranciano depositi sedimentari stratificati e si

raccordano su riflettori debolmente inclinati verso mare, interpretabili come “livelli di debolezza”. Questi elementi, oltre alla presenza di vecchi corpi di frana sepolti e piccoli *pockmark*, definiscono un’area predisposta ad una instabilità di tipo retrogressivo a lungo termine.

b) potenziali effetti diretti o indiretti:

In considerazione dell’attività sismica e della presenza di importanti strutture deformative che interessano questo margine, la possibilità di un evento franoso a larga scala potrebbe comportare la potenziale generazione di tsunami sul margine sud-adriatico.

c) beni esposti agli effetti dell’evento:

aree lungo la costa Garganica

d) tempi di ricorrenza e stato di attività presunto:

la frana è potenzialmente attiva (non sono ancora stati stabiliti i tempi ricorrenza).

e) ogni altra informazione disponibile (eventi pregressi, similitudine con altre situazioni, lavori specifici svolti nell’area:

Una distruttiva onda di tsunami è avvenuta nel 1627 distruggendo numerosi villaggi costieri e uccidendo più di 5000 persone (Postpischl, 1985).

f) dati disponibili nell’area:

dati batimetrici multibeam integrata da informazioni sulle caratteristiche acustiche del fondale marino (backscatter) desunte da un mosaico side-scan sonar (TOBI) e da informazioni sulla stratigrafia sismica dei depositi interessati dalle deformazioni definiti da profili CHIRP sonar.

Liberatoria da responsabilità

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.