

F71 Castelsardo - NOTE A COMPENDIO

1. Inquadramento geologico dell'area

Il Foglio 71 (Castelsardo) è localizzato nella Sardegna settentrionale, nel settore orientale del golfo dell'Asinara (Fig. 1.1). L'evoluzione di questo settore è correlata con la formazione del margine occidentale sardo, conseguente all'evoluzione geodinamica del Mediterraneo occidentale avvenuta nel Terziario. Secondo diversi autori il margine occidentale della Sardegna, di tipo divergente, si è strutturato a partire dall'Oligocene-Miocene inferiore in seguito alla formazione del bacino del Mediterraneo occidentale, generato dalla subduzione verso N-NW delle placche Africana e Apula al disotto della placca Europea (Rehault et al., 1984). Tra l'Oligocene e l'Aquitano la Sardegna è stata parte dell'ampio sistema di rifting (European Rift System) che ha interessato l'Europa occidentale, di cui fa parte il rift Sardo che attraversa l'isola dal Golfo dell'Asinara al golfo di Cagliari (Cherchi e Montadert, 1982; Casula et al., 2001).

Successivamente alla fase di rifting, si è verificata l'espansione del Mediterraneo occidentale tra 21 e 18 Ma lungo tre principali assi: NE-SW nel bacino Liguro-Provenzale, NW-SE nel bacino sardo-balearico e E-W nel bacino Nord Algerino, con la rotazione antioraria del blocco sardo-corso (Cherchi & Montadert, 1982; Rehault et al., 1984; Thomas et al., 1988; Lecca et al., 1997).

Recentemente altri autori hanno associato la tettonica terziaria della Sardegna al sistema dell'Appennino settentrionale. Secondo questa interpretazione la collisione tra la placca Europea e l'Adria ha generato una importante tettonica trascorrente di età oligo-aquitaniana, particolarmente evidente nella Sardegna centro settentrionale con lineamenti trascorrenti e localmente transpressivi orientati NE-SW e E-W (Oggiano et al., 2009; Carmignani et al., 2001). Nel Burdigaliano medio-superiore si ha un cambiamento del regime deformativo, con una fase distensiva e l'evoluzione del margine occidentale sardo in seguito alla rotazione della micro-placca sardo-corsa e l'apertura del bacino di retro-arco Mediterraneo occidentale (Oggiano et al., 2009).

Durante l'Oligo-Miocene si sviluppa un importante vulcanesimo calco-alcalino che interessa la Sardegna occidentale da Nord a Sud e che ha prodotto successioni vulcaniche con spessori che raggiungono parecchie centinaia di metri. I prodotti del vulcanesimo oligo-miocenico sono colate laviche e cupole di ristagno a composizione da basaltico-andesitica a dacitica e espandimenti ignimbritici a composizione dacitico-riolitica.

A partire dal Miocene inferiore si sviluppa sul margine un importante prisma sedimentario progradante verso W, poggiante sui depositi vulcano-sedimentari aquitaniani e troncato superiormente dalla superficie di erosione messiniana (Lecca, 2000; Sage et al., 2005).

Successivamente il margine ha subito una segmentazione conseguente al regime estensionale collegato con l'apertura del bacino del Tirreno tra il tardo Miocene e il Quaternario. Nel Pliocene medio

superiore si è avuta l'apertura del Campidano, una stretta fossa sovraimposta alla più estesa fossa sarda, con orientazione NW-SE, che ha portato all'attuale strutturazione del margine, con direttive tettoniche orientale prevalentemente NW-SE e NNE-SSW, costituite da faglie dirette listriche e faglie trascorrenti (Casula et al., 2001; Fais et al., 1996; Thomas et al., 1988). Questa dinamica estensionale trova riscontro nel ciclo vulcanico plio-quaternario che ha interessato l'intera isola con la produzione di late basaltiche da alcaline a sub-alcaline.

Il settore a ovest dello stretto di Bonifacio è caratterizzato da una piattaforma relativamente ampia che comprende tre bacini sedimentari profondi oltre 4000m ad elevata subsidenza, sviluppati a partire dall'Oligocene (Thomas e Gennesseaux, 1986). Il bacino di Bonifacio risulta più interno e prossimo alle Bocche di Bonifacio, il bacino di Porto Torres è antistante il tratto costiero a ovest dell'abitato ed è prolungato verso il settore emerso, il bacino di Castelsardo si sviluppa verso Nord-Ovest intorno al canyon. Nel bacino di Castelsardo sono state individuate 7 sequenze sismo-stratigrafiche sovrapposte al basamento ercino, comprendenti i depositi continentali di riempimento del graben durante la fase di rifting (Formazione di Ussana, Oligocene sup.), le vulcaniti calco alcaline oligo-mioceniche, depositi marini miocenici fino alle evaporiti messiniane, torbiditi plio-quaternarie (Thomas e Gennesseaux, 1986).

Dal punto di vista strutturale il bacino di Castelsardo è un tipico semi-graben delimitato verso est da una faglia principale N-S che continua nella terra emersa, con l'inclinazione dei blocchi verso est.

Il canyon di Castelsardo raccorda la piattaforma con la piana batiale a ovest. Alla base del canyon è stato identificato un ampio lobo, parzialmente sovrapposto al lobo alimentato dai canyon della Corsica meridionale (Kenyon et al., 2002).

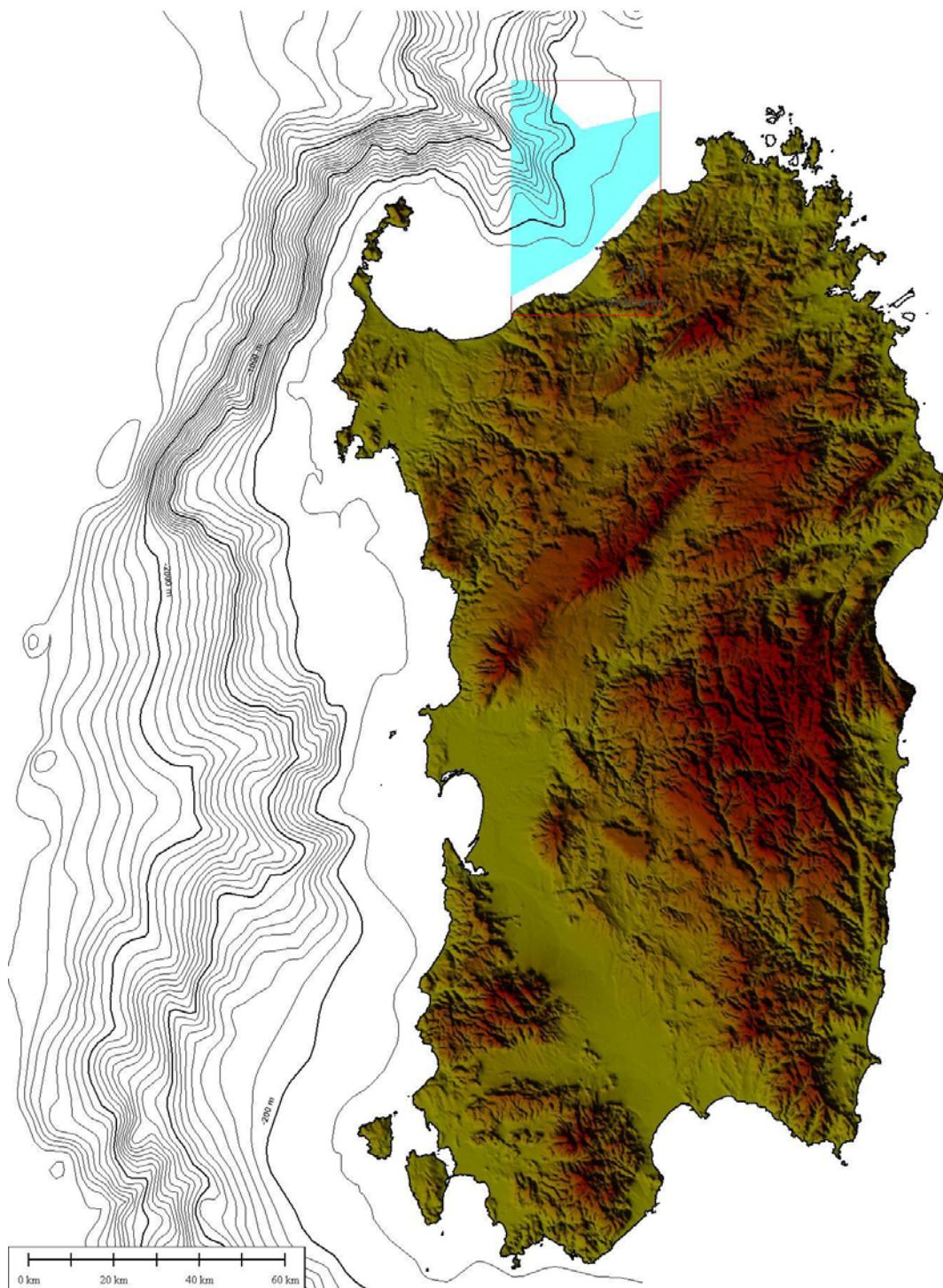


Fig 1.1- Localizzazione del Foglio N. 71 - Castelsardo - nel settore settentrionale della Sardegna.

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

2.1 Dati morfobatimetrici (rilievi multibeam)

I rilievi morfobatimetrici utilizzati per il Foglio 71 provengono dalle campagne oceanografiche MAGIC IAMC 0410, MAGIC IAMC 0511, MAGIC IAMC 1211 e MAGIC IAMC 0912, realizzate dall'IAMC/CNR con la R/V Maria Grazia e la R/V Urania (Fig 2.1.1).

Durante la campagna MAGIC IAMC 0410 si è provveduto al completamento del rilievo fino alla profondità di 200 m utilizzando il multibeam Simrad EM3002 a doppia testa. I dati del settore di scarpata a profondità maggiori di 200 m sono stati acquisiti nell'ambito delle successive crociere a bordo del R/V Urania, utilizzando il multibeam Simrad EM710. La risoluzione del DTM utilizzato per l'interpretazione è di 2.5 m per il rilievo più superficiale e di 5 m per il rilievo più profondo. E' stato utilizzato inoltre un rilievo eseguito dall'Istituto idrografico della Marina Militare per il settore Nord-occidentale del foglio.

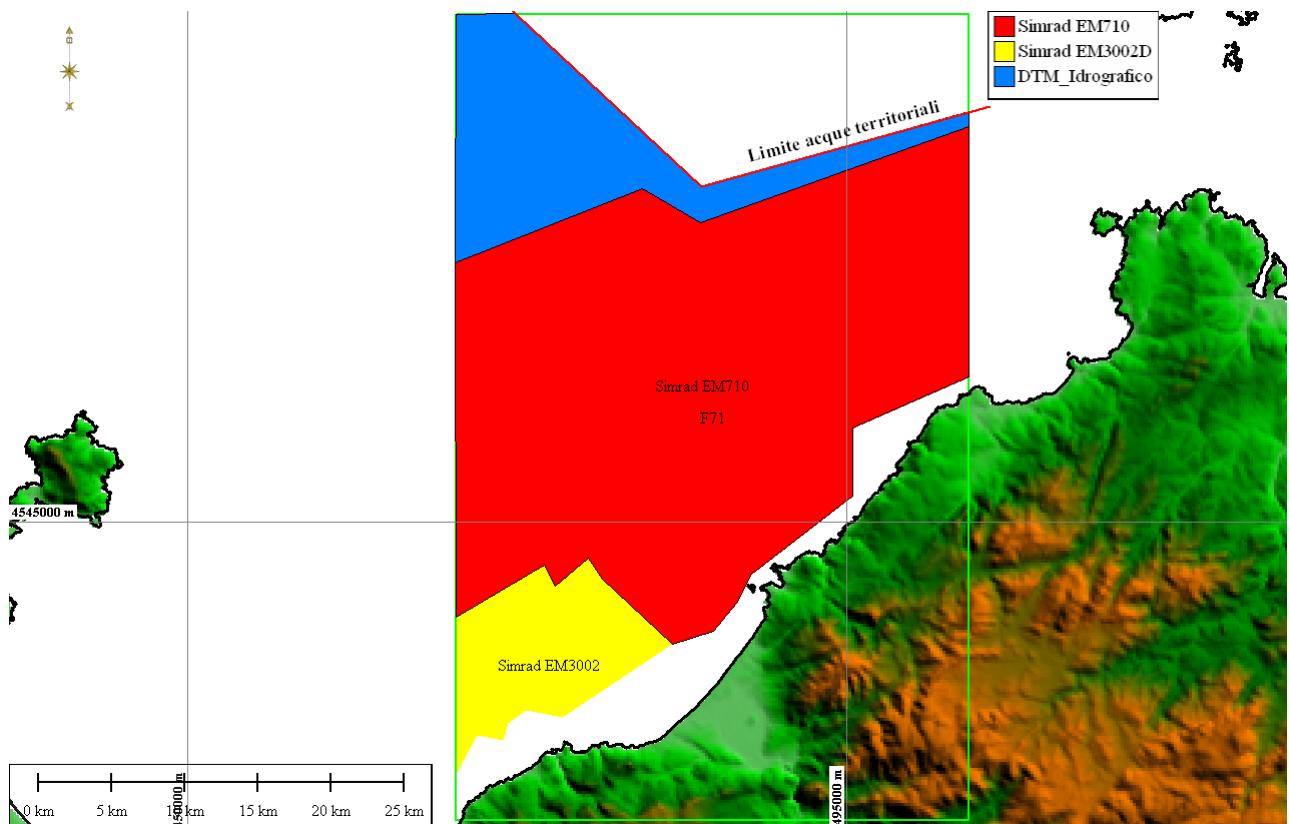


Fig 2.1.1- Copertura dei rilievi morfobatimetrici e strumentazione utilizzata.

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

Congiuntamente al dato morfobatimetrico è stato acquisito il dato di backscatter del multibeam. Sono inoltre disponibili i dati di side scan sonar provenienti dal rilievo effettuato dal Ministero dell'Ambiente nel 2001 per la mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica* (Fig 2.2.1).

2.3 Dati di sismica a riflessione

Il margine Nord occidentale sardo è stato esplorato a partire dagli anni 60 mediante indagini geofisiche, nell'ambito di campagne esplorative per la ricerca di idrocarburi (rilievi

sismici Aquapulse western Geophysical-Agip). Questi dati sono stati oggetti di alcune pubblicazioni a cui si è fatto riferimento per l'interpretazione (Thomas e Genessaux, 1986). Sono state acquisite inoltre, da IAMC-CNR, alcune linee sismiche Sparker 1 kJ e numerose linee Chirp 3.5 kHz congiuntamente al rilievo multibeam effettuato con EM710 su R/V Urania (Figura 2.2.1)

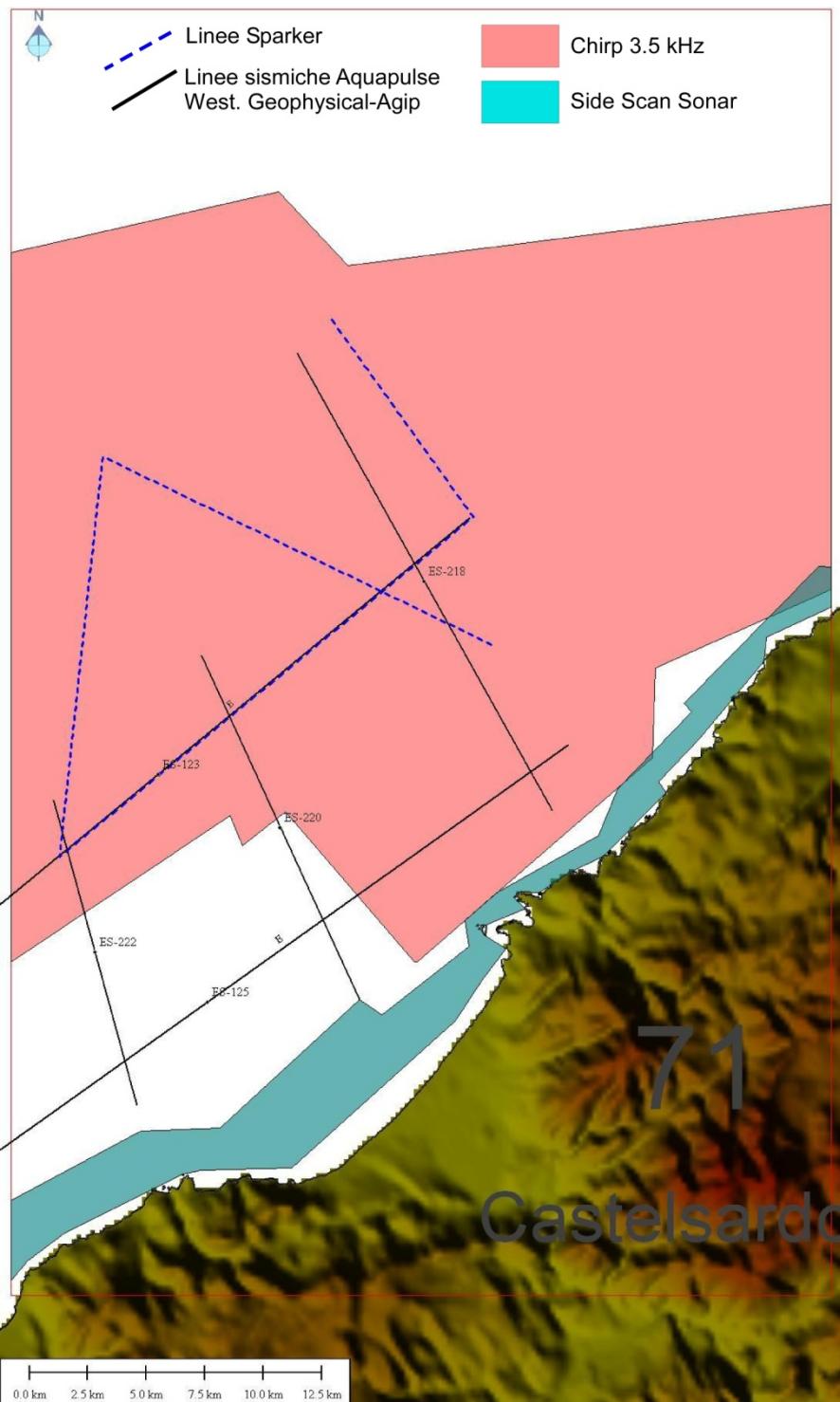


Figura 2.2.1. Altri dati disponibili nell'areale del foglio Castelsardo.

3. Elementi Morfobatimetrici e "pericolosità" geologica

3.1 Sintesi descrittiva del Livello 3

Il canyon di Castelsardo divide la piattaforma continentale in due settori distinti.

A ovest del canyon, la piattaforma ha un'ampiezza di circa 20 km, limitata verso la scarpata da una netta rottura di pendio, intorno ai 150 m di profondità, che si interrompe sul fianco del canyon dove raggiunge la profondità di circa 180 m (Fig. 3.1.1). Il substrato roccioso affiora estesamente sia in piattaforma interna che in piattaforma esterna. La natura geologica del substrato, per analogia alle formazioni affioranti a terra, può essere ricondotta alle vulcaniti oligo-mioceniche e ai depositi marini sedimentari miocenici. L'impossibilità di distinguere tra le formazioni sedimentarie e vulcaniche su base morfologica ha portato alla scelta di cartografare questo elemento come substrato affiorante generico. All'interno del substrato litoide sono rilevabili piccoli bacini sedimentari con forme di fondo. Si tratta di ampie dune lineari estese per oltre 1 km e alte 2-3 m.

A est del canyon la piattaforma continentale presenta caratteristiche differenti (Fig. 3.1.2). Il substrato roccioso affiora in piattaforma interna fino a 120-130 m di profondità, ed è riconducibile, per analogia con la geologia a terra, a litologie del basamento cristallino ercinico. Nel settore nord-orientale la morfologia del substrato evidenzia stratificazioni e depressioni sub-circolari che potrebbero essere ricondotte alla presenza di formazioni sedimentarie probabilmente mioceniche. Le forme di fondo sono presenti nei bacini delimitati all'interno del substrato, a circa 60-90 m di profondità, con dune, talvolta in forma di barcane, di circa 1 m di altezza, estese per centinaia di m. La piattaforma esterna non risulta delimitata da una chiara rottura di pendio, ma degrada regolarmente verso i fianchi del canyon di Castelsardo a ovest e del suo tributario a Nord.

Il canyon di Castelsardo ha una indentazione sulla piattaforma di circa 13 km, con una testata singola nastriiforme, localizzata a circa 3 km dalla costa con una profondità minima di circa 100 m.

All'interno del canyon, su entrambe le sponde, sono presenti terrazzi intrakanale che separano la parte alta, meno pendente e con morfologie più dolci, dalla parte più profonda che presenta morfologie fresche, incisa da numerosi canali secondari e nicchie di frana. Nel settore centrale i canali secondari incidono la sponda destra fino al bordo del canyon. Verso Nord il canyon presenta un andamento meandriforme fino alla confluenza con il tributario di destra (Fig. 3.1.3).

Il ramo proveniente da destra è caratterizzato da uno stile analogo, con numerose canalizzazioni trasversali al corso principale, e nicchie di frana interne. La testata è interrata con conseguente addolcimento delle morfologie. Tuttavia sono riconoscibili all'interno incisioni più recenti che hanno rimobilizzato il sedimento all'interno di alcuni canali laterali e del thalweg del ramo principale.

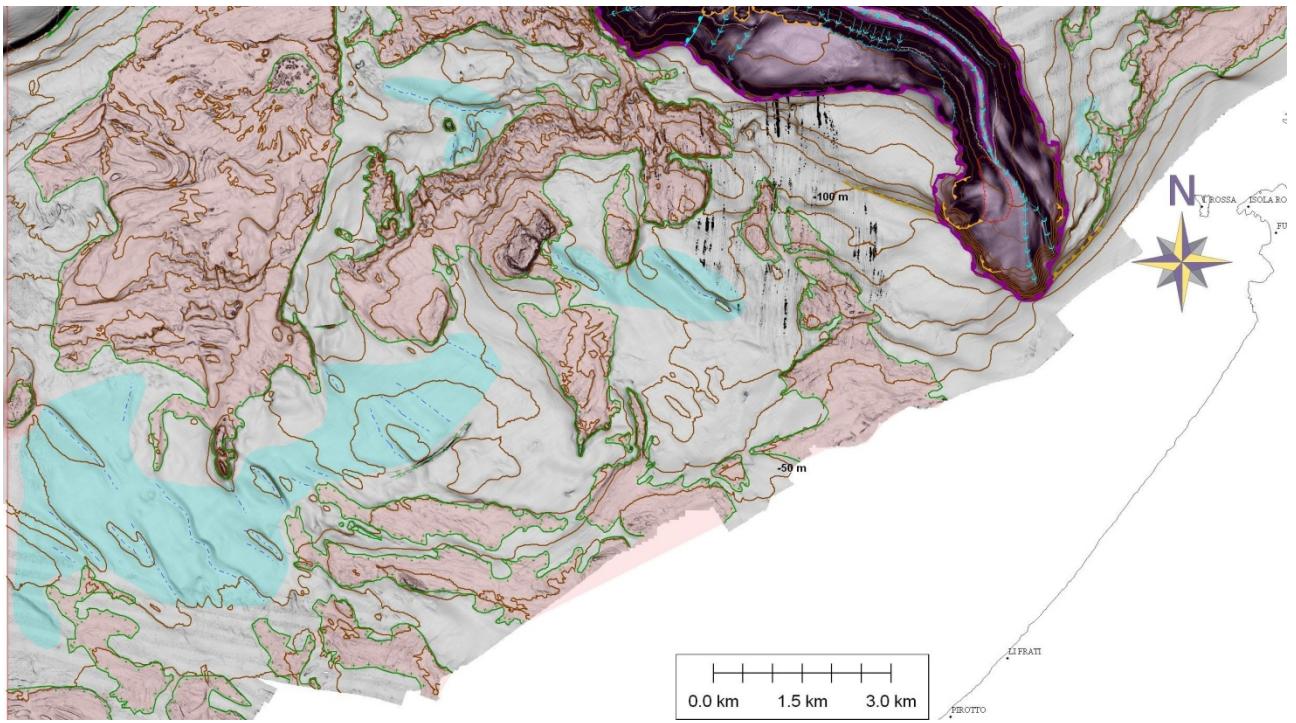


Fig 3.1.1- Rilievo ombreggiato interpretato del settore sud-occidentale del Foglio N. 71. Sono evidenti il substrato litoide affiorante, le aree a dune e la testata del canyon di Castelsardo che incide il bordo della piattaforma.

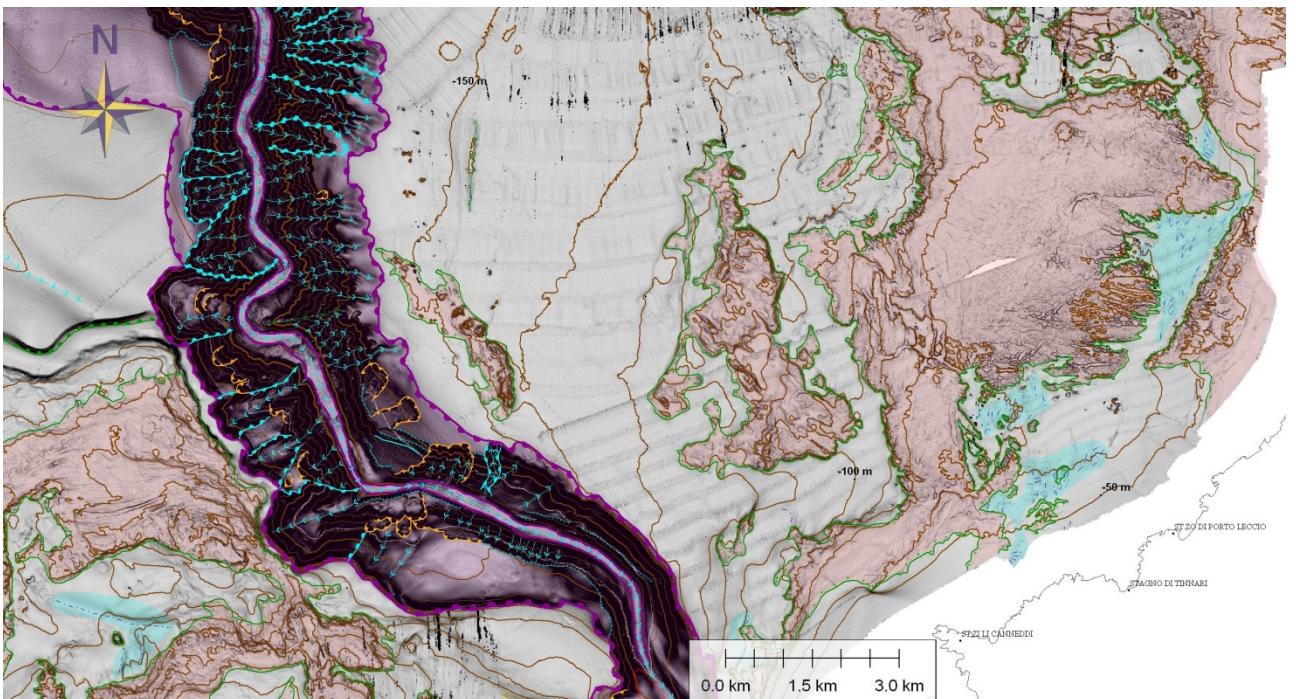


Fig 3.1.2- Rilievo ombreggiato interpretato del sud-orientale del Foglio N. 70. Il substrato litoide affiora in piattaforma interna mentre la piattaforma esterna degrada verso il canyon senza rotture di pendio evidenti.

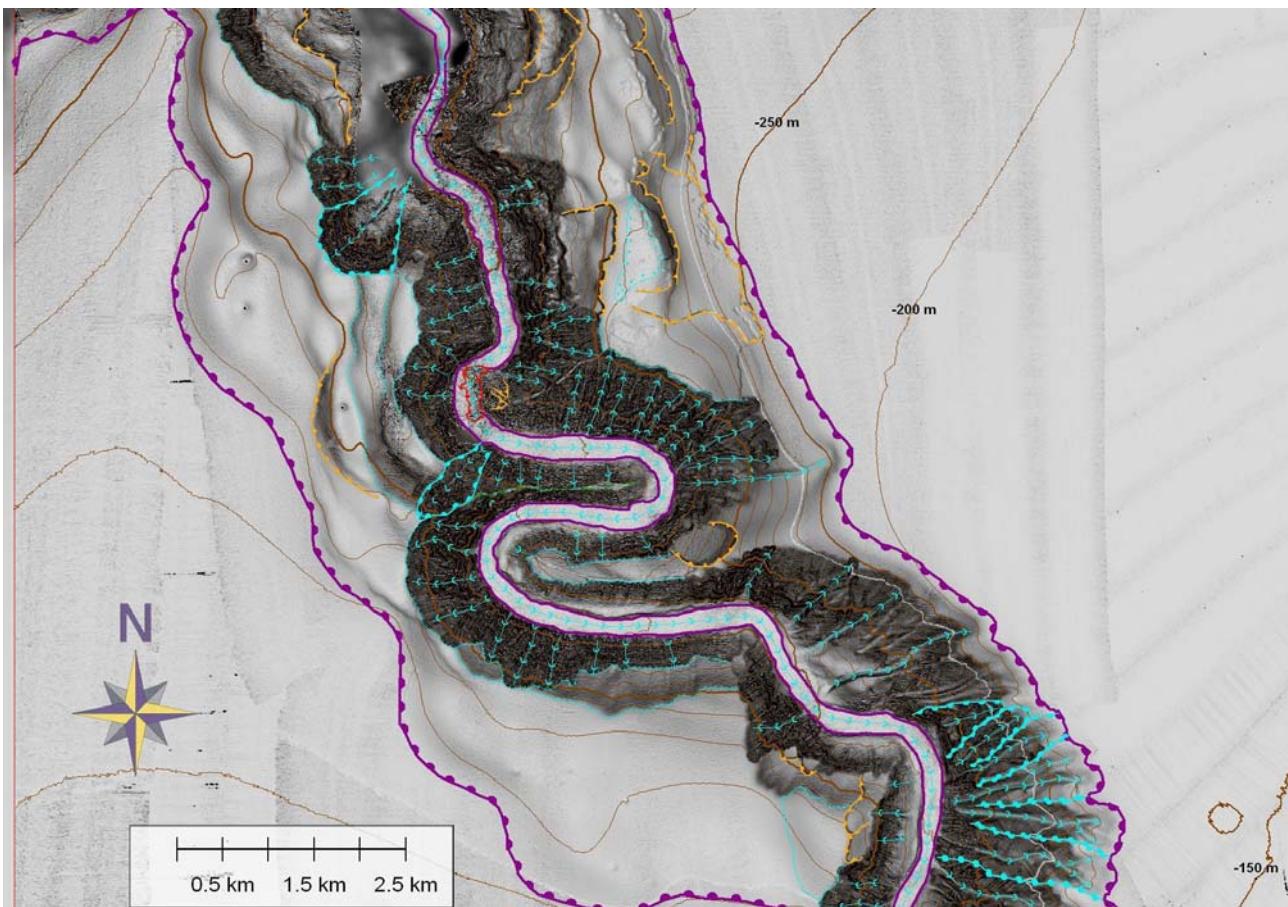


Fig 3.1.3- Rilievo ombreggiato interpretato del tratto centrale del canyon di Castelsardo. Il canyon assume un andamento a meandri. Un terrazzo intracanale separa la parte alta del canyon, con morfologie più dolci, dalla parte profonda incisa da numerose canalizzazioni e nicchie di frana.

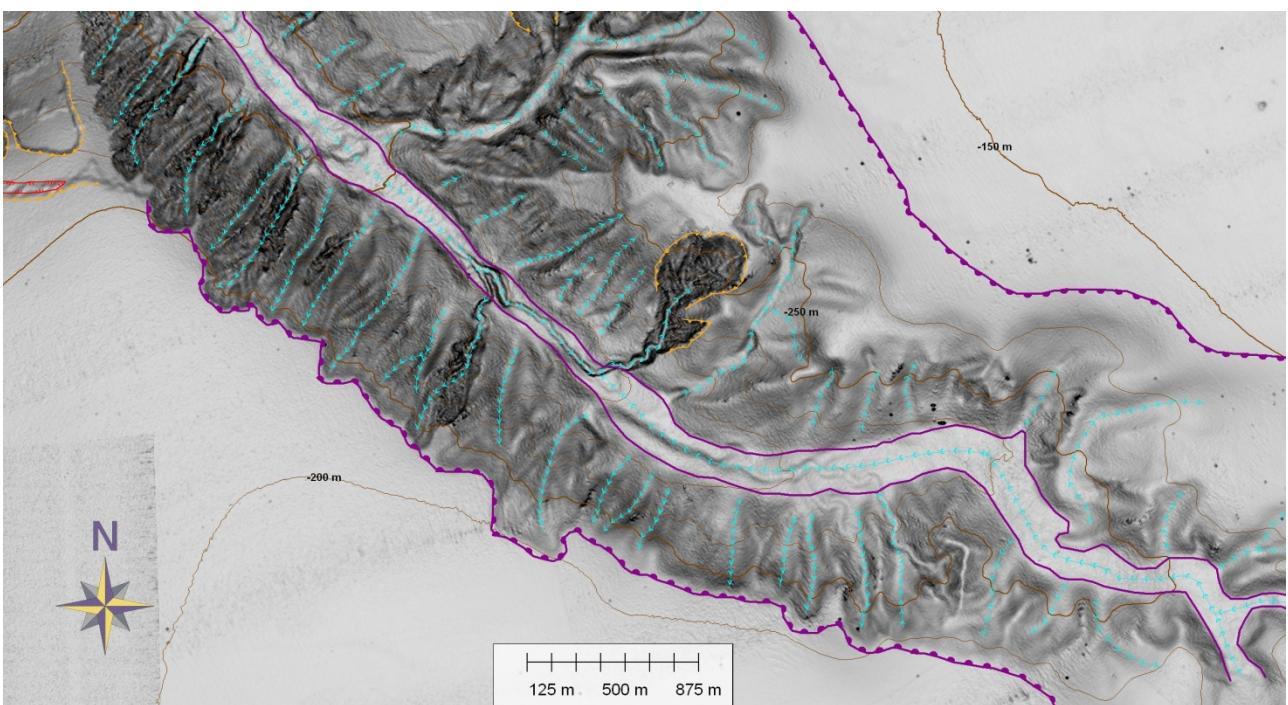


Fig 3.1.4- Rilievo ombreggiato del tributario del canyon di Castelsardo. E' evidente la re-incisione sulle pareti interrate dovuta a frane laterali e trasporto lungo il thalweg.

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

Ulteriori informazioni sui fondali del foglio 71 derivano dai rilievi sismici e dal backscatter del dato multibeam.

I rilievi di sismica multicanale finalizzati alla prospezione per idrocarburi, hanno evidenziato la struttura geologica profonda del bacino di Castelsardo, un semigraben sul cui asse si sviluppa il canyon (vedi Thomas e Gennesseaux, 1986, per le sezioni interpretate).

Il backscatter del dato multibeam discrimina nettamente il substrato roccioso dal fondale sedimentario nel settore di piattaforma a est del canyon di Castelsardo. Questo settore di fondale debolmente degradante verso il canyon è ricoperto da sedimenti Pliocenici e Quaternari sovrapposti ai depositi Messiniani e costituiscono un fronte progradante sviluppato in scarpata (Thomas e Gennesseaux, 1986). Questi depositi, sui bordi del canyon, danno luogo a fenomeni di instabilità gravitativa, con la formazione di numerose nicchie di frana a morfologia fresca. In taluni casi è stato possibile rilevare la presenza di un sistema di nicchie di frana all'interno del canyon con ondulazioni del fondale interpretate come deformazione gravitativa visco-plastica di sedimenti pelitici.

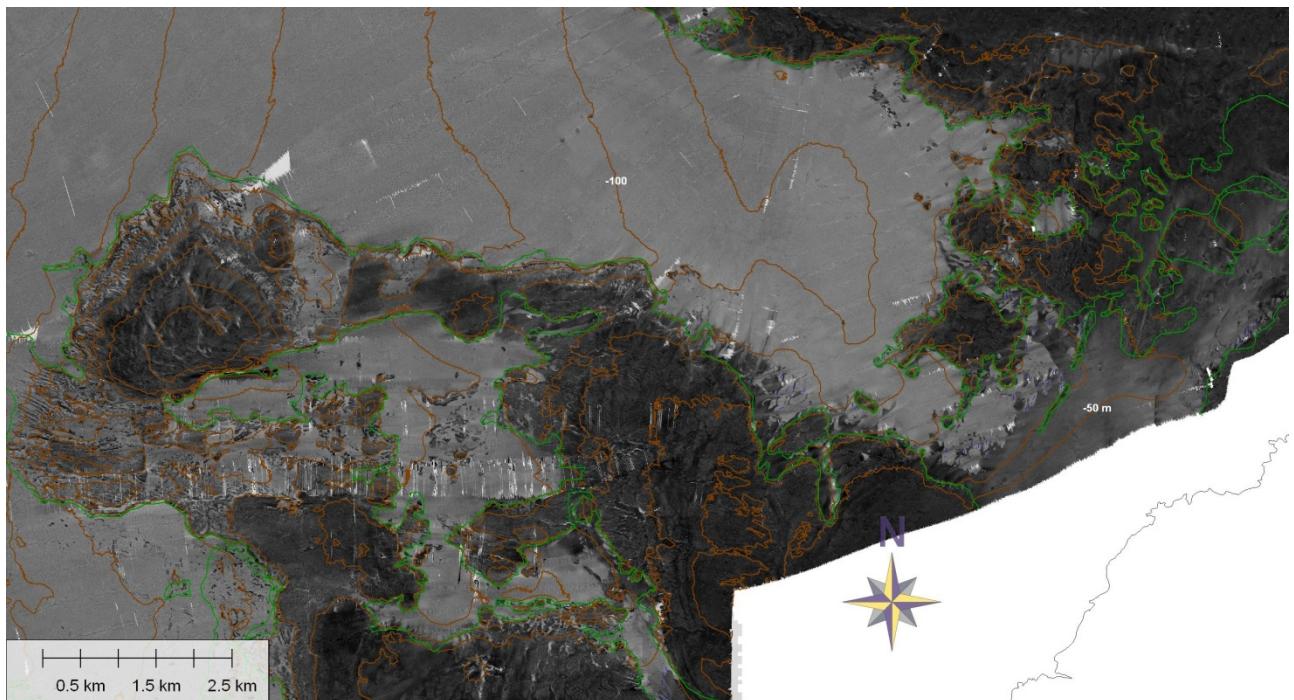


Figura 3.2.1 Backscatter del dato Multibeam. I toni chiari indicano bassi valori di riflettività associabili a sedimenti fini, i toni più scuri, indice di alta riflettività, sono associabili a fondali rocciosi.

3.3 Bibliografia citata

- Carmignani, L., Oggiano, G., Barca, S., Conti, P., Funedda, A., Pasci, S., Salvadori, I., 2001. Geologia della Sardegna (Note illustrative della Carta Geologica della Sardegna a scala 1:200.000). Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - Roma, 284 pp.
- Casula G., Cherchi A., Montadert L., Murru M., Sarria E., 2001. The Cenozoic graben system of Sardinia (Italy): geodynamic evolution from new seismic and field data. *Marine and Petroleum Geology*. 18, 863-888.
- Cherchi A., Montadert L., 1982. Oligo-Miocene rift of Sardinia and the early history of the Western Mediterranean Basin. *Nature*, 298, 736-739.
- Fais S., Klingele E.E., Lecca L., 1996. Oligo-Miocene half graben structure in Western Sardinian Shelf (western Mediterranean): Reflexion seismic and aeromagnetic data comparison. *Marine Geology* 133, 203-222.
- Kenyon N.H., Klaucke I., Millington J., Ivanov M.K., 2002. Sandy submarine canyon-mouth lobes on the western margin of Corsica and Sardinia, Mediterranean Sea. *Marine Geology*, 184, 69-84.
- Lecca L., 2000. La piattaforma continentale miocenico-quaternaria del margine occidentale sardo: blocco diagramma sezionato. *Rend. Semin. Fac. Sc. Università Cagliari*. Vol 70 (1), 49-70.
- Lecca L., Lonis R., Luxoro S., Melis E., Secchi F., Brotzu P., 1997. Oligo-Miocene volcanic sequences and rifting stages in Sardinia: a review. *Per. Miner.* 66, 7-61.
- Oggiano G., Funedda A., Carmignani L., Pasci S., 2009. The Sardinia-Corsica microplate and its role in the Northern Apennine Geodynamics: new insights from the Tertiary intraplate strike-slip tectonics of Sardinia. *Ital.J.Geosci. (Boll.Soc.Geol.It.)*, Vol. 128, No. 2 (2009), pp. 527-539.
- Réhault J.P., Boillot G., Mauffret A., 1984. The Western Mediterranean basin geological evolution. *Marine Geology*, 55, 447-477.
- Sage F., Von Gronefeld G., Déverchère J., Gaullier V., Maillard A., Gorini C., 2005. Seismic evidence for Messinian detrital deposits at the western Sardinia margin, northwestern Mediterranean. *Marine and Petroleum Geology* 22, 757-773.
- Thomas B., Lecca L., Gennesseaux M., 1988. La Structure de la marge occidentale de la Sardaigne et la fragmentation de l'île au Cénozoïque. *Marine Geology*, 83, 31-41.
- Thomas B., Gennesseaux M., 1986. A two-stage rifting in the basins of the Corsica-Sardinian straits. *Marine Geology*, 72, 225-239.

4. Punti di Criticità presenti nel Foglio

4.1 F71_PC1_Testata canyon Castelsardo

4.1.1 Riassunto

Il punto di criticità è associato al tratto iniziale del canyon di Castelsardo comprendente la testata, e un tratto interessato da diverse nicchie di frana.

4.1.2 Tipo di rischio

- Eruzione
- Maremoto
- Frana marino-costiera con possibile coinvolgimento di settori emersi

X Frana interamente sottomarina

- Liquefazione di sedimenti
- Riduzione della resistenza dei sedimenti superficiali
- Fagliazione superficiale
- Rischio per cavi e condotte
- Relitti

4.1.3 Descrizione del lineamento

Il lineamento è costituito dalla testata del canyon, l'unica caso di testata relativamente vicina alla costa (circa 3 km) e a profondità relativamente bassa (100 m) di tutto il margine nord-occidentale della Sardegna.

La testata erode un terrazzo deposizionale a circa 60 m di profondità, e al suo interno sono state localizzate alcune nicchie e un corpo di frana. Oltre la testata il canyon devia verso ovest per poi riprendere la direzione Nord, probabilmente controllato dalla strutturazione del substrato. In questo ultimo tratto sono presenti numerose incisioni canalizzate e diverse nicchie di frana che testimoniano instabilità gravitativa dei fianchi del canyon.

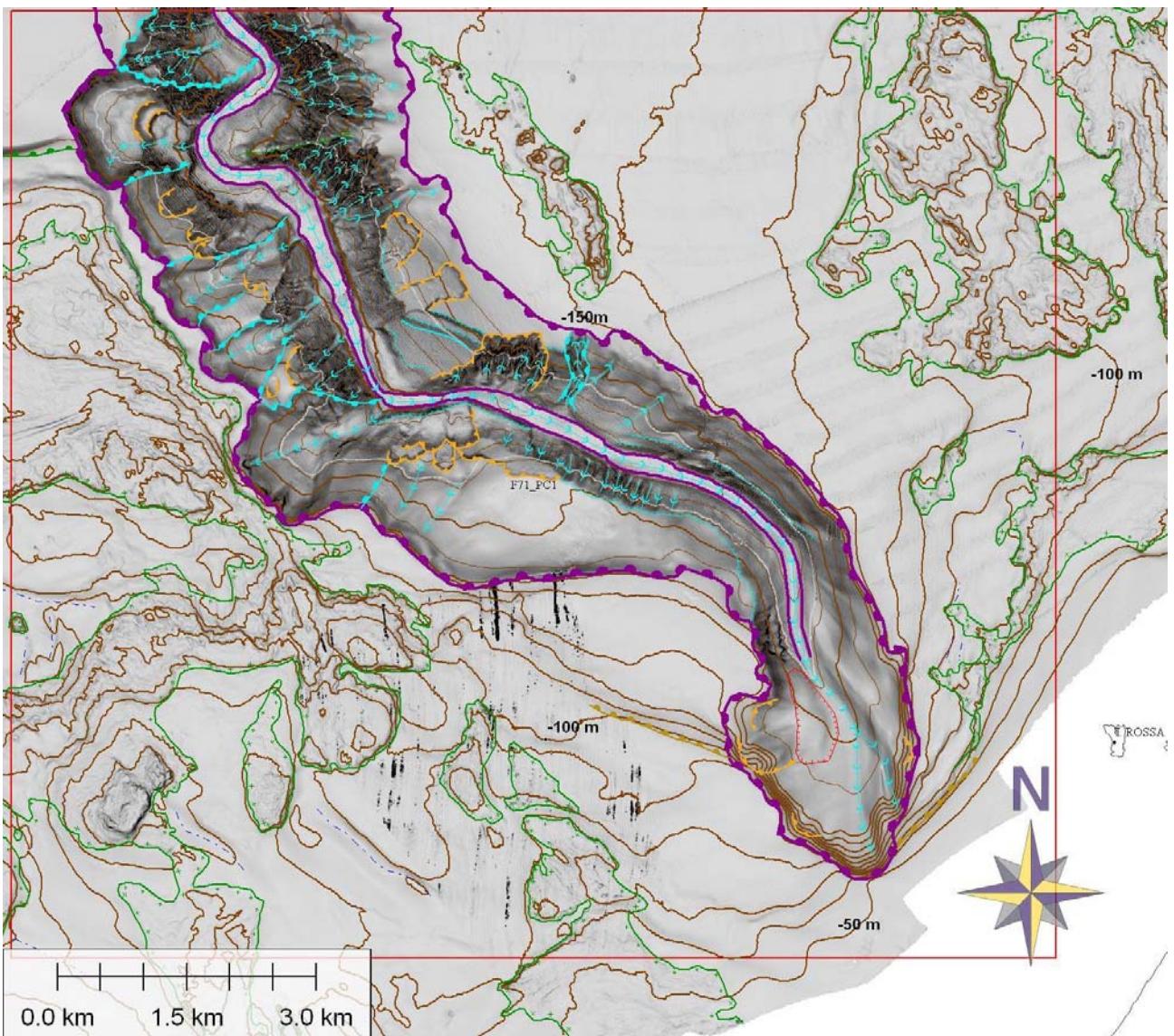


Figura 1 Testata del Canyon di Castelsardo (F71_PC1).

4.N.4 Rischio potenziale

a) *Tipo di evoluzione possibile:*

Il lineamento potrebbe evolvere con lo sviluppo di frane sottomarine.

b) *Potenziali effetti diretti o indiretti:*

La relativa vicinanza alle aree costiere (<3 km) può minacciare i prismi costieri.

c) *Beni esposti agli effetti dell'evento:*

La testata è antistante la spiaggia di Badesi, una spiaggia lineare in cui è presente la foce del fiume Coghinas. La spiaggia è normalmente frequentata dai bagnanti.

d) *Tempi di ricorrenza e stato di attività presunto:*

Non si dispone di dati per effettuare una valutazione sui tempi di ricorrenza e sullo stato di attività presunto.

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

Nulla da riportare.

f) *Dati disponibili:*

Oltre ai dati morfobatimetrici sono disponibili dati di sismica multicanale, monocanale e Chirp.

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.

4.1 F71_PC2_Frana incipiente sul canyon tributario di Castelsardo

4.1.1 Riassunto

Il punto di criticità è associato ad un sistema di nicchie di frana sul fianco del canyon con deformazione del fondale a creep nella parte alta della nicchia di distacco principale.

4.1.2 Tipo di rischio

- Eruzione
- Maremoto
- Frana marino-costiera con possibile coinvolgimento di settori emersi

X Frana interamente sottomarina

- Liquefazione di sedimenti
- Riduzione della resistenza dei sedimenti superficiali
- Fagliazione superficiale
- Rischio per cavi e condotte
- Relitti

4.1.3 Descrizione del lineamento

Il lineamento è localizzato sul fianco sinistro del canyon tributario del canyon di Castelsardo, successivamente ad un netto cambio di direzione del canyon da Nord-Ovest a Sud-Ovest. La rottura di pendio principale che delimita il canyon è costituita, in questo settore, da una nicchia di frana ampia circa 2 km. Immediatamente a valle della nicchia sono presenti ondulazioni del fondale parallele al pendio interpretate come deformazione plastica di sedimenti pelitici per instabilità gravitativa. Verso il basso sono state rilevate altre nicchie di frana. Si tratta quindi di una zona di instabilità analoga ad altre rilevate lungo i fianchi dei canyon. Tuttavia la presenza dei creep fa ritenere che siano in atto processi di instabilità gravitativa meritevoli di essere segnalati, anche se a notevole profondità (>300 m) e distanti dalla costa (circa 25 km).

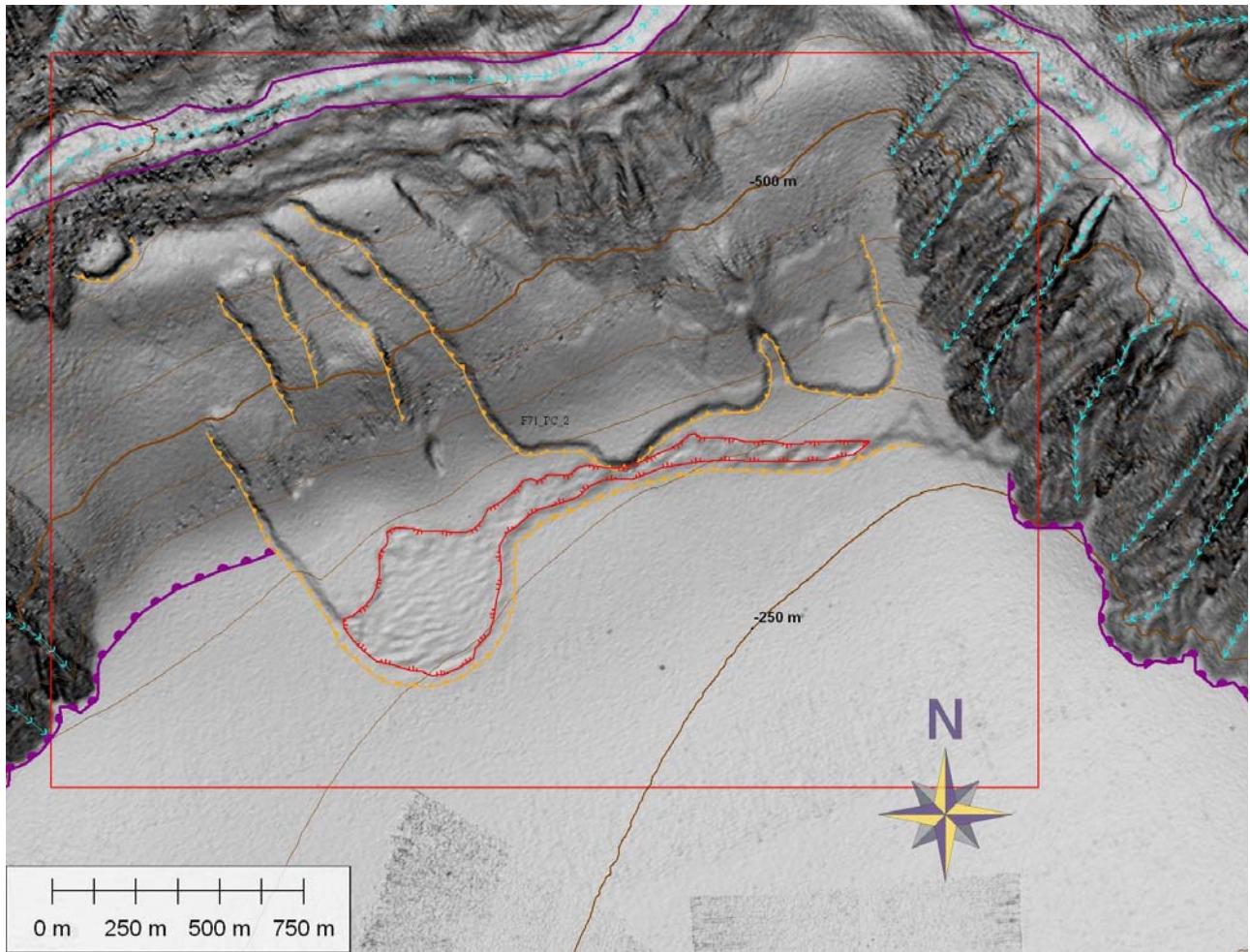


Figura 1 Nicchie di frana (F71_PC2).

4.N.4 Rischio potenziale

a) *Tipo di evoluzione possibile:*

Il lineamento potrebbe evolvere con lo sviluppo di frane sottomarine.

b) *Potenziali effetti diretti o indiretti:*

La profondità elevata e la distanza dalla costa fanno ritenere che gli effetti di una frana sottomarina in questo settore siano di limitata entità.

c) *Beni esposti agli effetti dell'evento:*

Non vi sono beni esposti all'eventio.

d) *Tempi di ricorrenza e stato di attività presunto:*

Non si dispone di dati per effettuare una valutazione sui tempi di ricorrenza e sullo stato di attività presunto.

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

Nulla da riportare.

f) *Dati disponibili:*

Oltre ai dati morfobatimetrici sono disponibili dati di sismica multicanale, monocanale e Chirp.

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.