

Geomorfologia dei processi gravitativi in scarpata continentale (Margine meridionale sardo)

Deiana Giacomo^(a), Lecca Luciano^(a), Meleddu Antonietta^(a), Paliaga Enrico M.^(a), Orrù Paolo.E^(a)

^(a) Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche – Università di Cagliari

Riassunto

L'area di studio comprende una porzione del Margine continentale della Sardegna meridionale, sono stati processati e analizzati con protocolli integrati dati geofisici multi-sorgente: Ecografo multi fascio ResonSeaBat 8160 (50kHz), Sub Bottom Profiler Geochirp 2 – Geoacoustics CT931 (10 khz) e SparkerAppliedAcoustics CSP 20200 (100/1000 J). Il database morfobatimetrico analizzato è stato acquisito nell'ambito del progetto MAGIC mentre i dati sismici dai Progetti Finalizzati del CNR, CARG, MURST-PRIN.

Partendo dal DTM ad alta risoluzione, sono stati elaborati una serie di dati derivati: pendenza (slope), orientamento, variabilità del fondale: rugosità, classi acustiche, durezza, curvature e la riflettività o retrodiffusione acustica (acoustic backscatter) attraverso i quali, anche tramite il confronto con i dati di sottofondo (sismica marina), identificare i caratteri morfometrici e geodinamici dei diversi movimenti gravitativi.

Nella piattaforma esterna di San Pietro è stata identificata una linea di paleofalesia alta fino a 70 m con il piede alla profondità media di – 130 metri dalle quali si sono evolute frane di scivolamento rotazionale e di crollo in ambiente litorale (Last Glacial Maximum sea level).

In scarpata superiore al largo dell'Isola di Sant'Antioco le aree di instabilità sono rappresentate dalle testate del canyon del Toro che mostra evidenze di controllo tettonico e innesco legato al rilascio di fluidi, mentre al largo di Capo Teulada è presente un complesso di frane a basso angolo che interessa un volume di sedimenti sciolti di circa 10 km³. Due grandi frane sono state identificate 10 Nm al largo della città di Cagliari, l'area di distacco è caratterizzata dalla presenza di nicchie di distacco e i corpi di frana con caratteri policiclici ed evidenze di riattivazione. A largo di Punta Zavorra sono state riconosciute mega-frane di crollo “debris avalanches”, con mega-blocchi della dimensione dei 10.000 m³. Flussi canalizzati interessano la testata del Canyon Foxi, nel settore nord-orientale del Golfo di Cagliari che danno origine a ondulazioni di creep e “crescent shaped bedforms”.

Abstract

The study area includes a portion of Continental Margin in southern Sardinia, multi-source geophysical data were processed and analyzed with integrated protocols: multibeam ultrasound ResonSeaBat 8160 (50kHz), Sub Bottom Profiler Geochirp 2 – Geoacoustics CT931 (10 khz) and Sparker Applied Acoustics CSP 20200 (100/1000 J). The morpho-bathymetric databases analyzed was acquired under the MAGIC project while the seismic data by Finalized Projects of the CNR, CARG, MURST-PRIN.

Starting from the high resolution DTM a series of data derived have been elaborated: roughness, acoustic classes, hardness, curvature and reflectivity or acoustic backscatter through which, also by comparison with the background data (marine seismic), identify the morphometric and geodynamic characters and of the different gravitational movements.

In the San Pietro's external shelf has been identified a paleocliff line high up to 70 m, with the base the average depth of - 130 meters, from which rotational landslides and landslides of collapse have evolved in a coastal environment (Last Glacial Maximum sea level).

In the upper slope off Sant'Antioco Island, the areas of instability are represented by the heads of the Toro Canyon showing evidence of tectonic control and trigger connected to the release of fluids, while off Capo Teulada is present a complex of landslides at low angle that interests a volume of loose sediments of about 10 km³.

Two large landslides have been identified 10 Nm off the city of Cagliari, the detachment area is characterized by the presence of the detachment crowns and the landslide with polycyclic characters and reactivation evidence. Off the coast Punta Zavorra, mega-landslides of collapse "debris avalanches", with mega-blocks the size of 10,000 m³, have been recognized. Channeled flows affecting the head of the Canyon Foxi, in the north-eastern sector of the Gulf of Cagliari which give rise to undulations of creep and "crescent shaped bedforms".

Inquadramento geologico

L'Area di interesse si colloca nel margine continentale della Sardegna meridionale.

Tale settore è caratterizzato da un sistema deposizionale sottomarino controllato dalla tettonica distensiva pliocenica suddiviso in diversi bacini marginali (Wezel et al., 1981), nei quali pervengono i contributi sedimentari dei vari segmenti di piattaforma continentale (Lecca et al., 1998). La struttura del margine è caratterizzata dalla sovrapposizione di due regimi successivi di deformazione.

Il più antico corrisponde a una fase compressiva di ispessimento crostale avvenuta durante l'Oligocene – Miocene, contemporaneamente alla rotazione del blocco Sardo – Corso ed all'apertura del bacino Algero – Provenzale (Mascle et al., 2001), mentre la fase deformativa più recente è associata alla fase di rifting tirrenico, durante la quale si è avuta una tettonica distensiva che ha portato ad un leggero assottigliamento della crosta terrestre, avvenuta prima della crisi messiniana.

L'analisi del DTM del Margine meridionale della Sardegna ha consentito di definire i principali elementi morfobatimetrici che lo caratterizzano.

Frane rotazionali e mega- blocchi di crollo in piattaforma esterna

Nella piattaforma esterna di San Pietro è stata identificata una linea di paleofalesia alta fino a 70 m con il piede alla profondità media di - 130 metri, essa mostra numerose morfologie gravitative (Fig.1)

Si distinguono sia le nicchie di distacco che i corpi di frana rotazionale e alla base mega- blocchi di crollo e di ribaltamento legati a processi di arretramento per scalzamento alla base (Fig.2); i caratteri litologici di questa falesia presuppongono tempi evolutivi lunghi ed una elaborazione policiclica iniziata probabilmente fin dal Miocene medio e seguita nel corso delle diverse fasi trasgressive Plio-pleistoceniche.

Tuttavia le morfologie erosive e gravitative che ora possiamo osservare sono in prevalenza dovute all'ultima fase di stazionamento basso del livello marino (MIS 2); in questa fase un ruolo importante hanno avuto i processi di alterazione fisica delle superfici in roccia dovuti alle condizioni climatiche periglaciali.

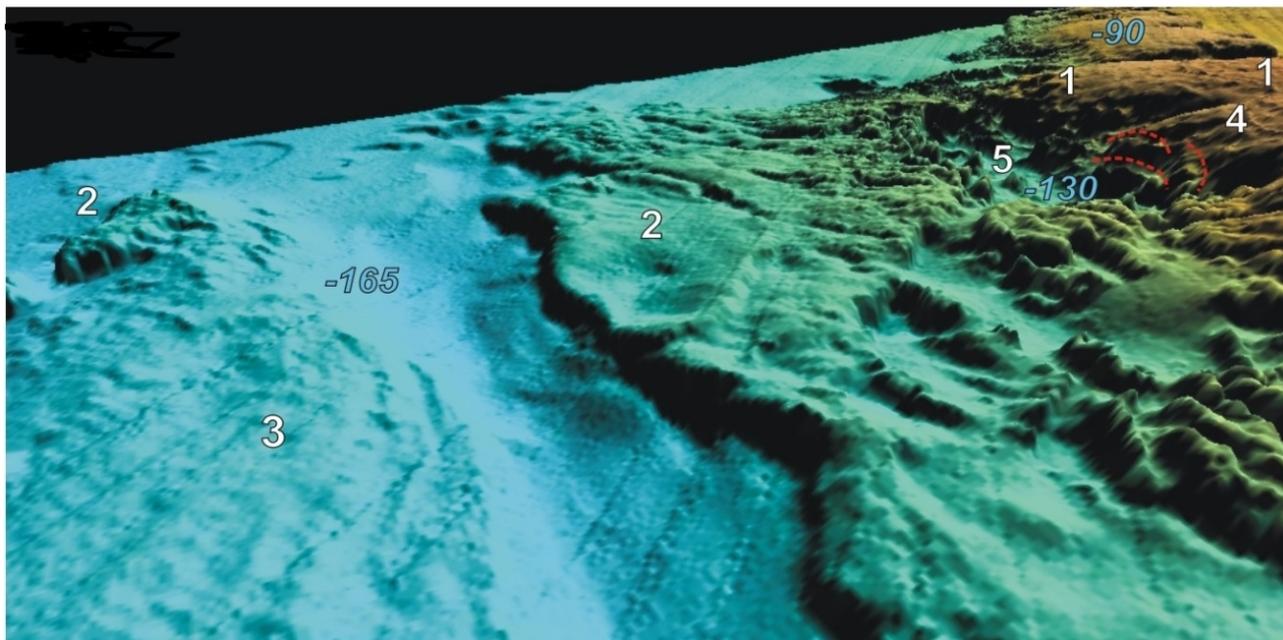


Figura 1- In piattaforma esterna, al piede degli affioramenti vulcanici si riconoscono: 1) colate comenditiche (Oligocene sup.-Miocene inf.); 2) substrato vulcanico indifferenziato; 3) affioramento della sequenza sedimentaria del Miocene; 4) nicchie di distacco e corpi di frana rotazionale; 5) blocchi da frana di crollo.

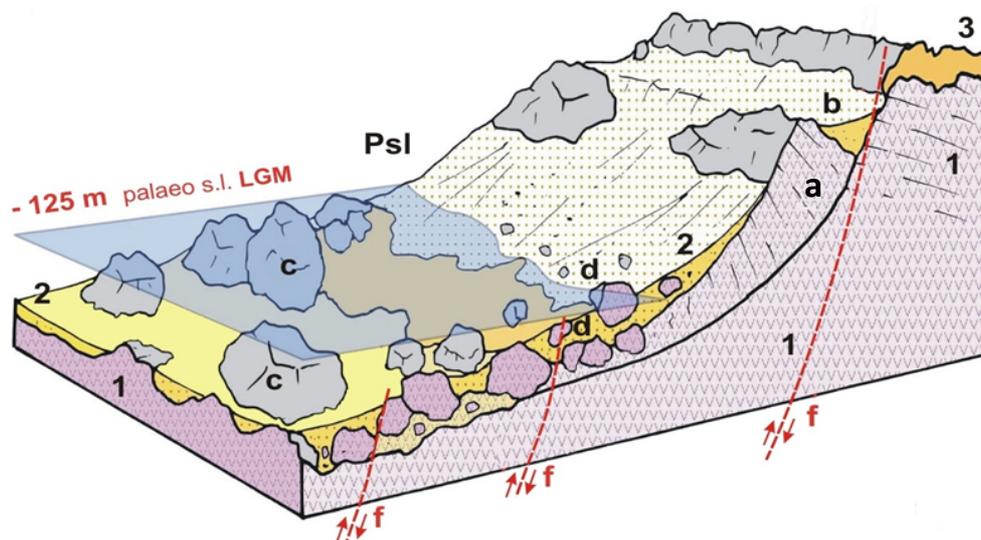


Figura 2 - Blocco diagramma geomorfologico della frana rotazionale in falesia: 1) vulcaniti acide, Comenditi e Ignimbriti; f) controllo tettonico della falesia; 2) drappaggio sedimentario olocenico; 3) biocostruzioni ad alghe rosse Coralligeno profondo; a) corpo di frana rotazionale; b) nicchia di distacco; c) frana di crollo; d) conoide detritico; f) faglie dirette ad andamento NNO-SSE e NE-SO, controllo tettonico della paleofalesia; Psi) paleo-livello marino (LGM-MIS2) di scalzamento alla base della falesia.

Instabilità gravitativa e rilascio di fluidi

In scarpata superiore al largo dell'Isola di Sant'Antioco le aree di instabilità sono rappresentate dalle testate del canyon del Toro e del canyon S. Antioco che incide la piattaforma continentale in cui sono presenti estese aree ad affioramenti rocciosi correlabili con apparati vulcanici oligo-miocenici.

La testata del canyon del Toro si indenta nel ciglio della piattaforma continentale per circa 7 Km, lungo la faglia occidentale del Golfo di Palmas.

Questo settore è infatti delimitato ad occidente da una faglia di età plio-quadernaria ad orientamento N-S che si imposta sull'allineamento isola del Toro-isola della Vacca e prosegue sul bordo orientale dell'isola di Sant'Antioco dove sono state individuate diverse sorgenti a carattere idrotermale.

Sul ciglio, in corrispondenza delle testate del Canyon di Sant'Antioco sono presenti alcune depressioni chiuse correlabili a processi di rilascio di fluidi (Fig.3)

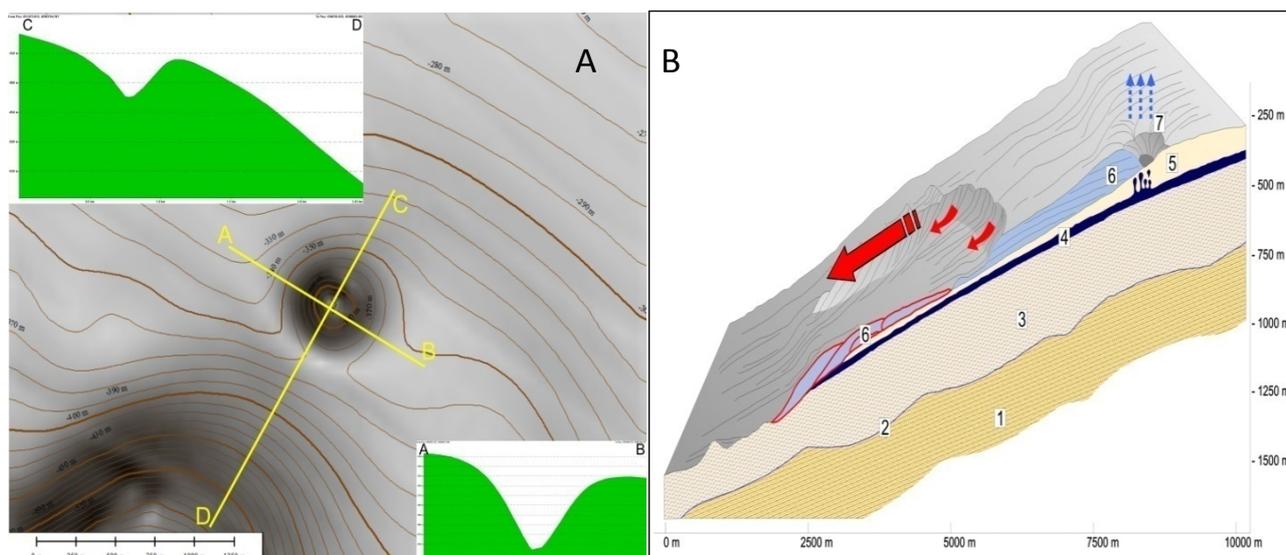


Figura 3 - A) In corrispondenza della testata del Canyon di Sant'Antioco è stata rilevata una depressione chiusa. Le sezioni morfometriche evidenziano una larghezza massima di 900 metri e una profondità di 85 m.- B) Schema evolutivo del sistema di frana settentrionale, della frana complessa. 1- Sequenza miocenica; 2- Superficie di erosione correlabile con la caduta eustatica messiniana; 3- Sequenza sedimentaria pliocenica; 4- Livello saturo in fluidi ad elevato contenuto in materia organica; 5- Coperture sedimentarie oloceniche non interessate da processi gravitativi; 6 - Coperture a sedimenti olocenici interessati da processi gravitativi; 7- Pockform circolare correlabile con processi di risalita di fluidi.

Frana complessa in scarpata superiore

Nella scarpata superiore del Sulcis è stata riconosciuta una significativa frana complessa il cui deposito è alimentato da tre distinte aree di distacco.

Si tratta di frane a basso angolo che coinvolgono sedimenti in condizioni idro-plastiche in un'area con pendenza media del 5%.

L'area interessata dai processi gravitativi si trova ad una profondità compresa tra -500 m a -1000 m ed è localizzata nel punto di coordinale 38°39,11' N, 8°22,53' E, distante circa 30 Km dai settori pericostieri della Sardegna sud-occidentale.

Il sistema di frana è distinguibile in un settore meridionale, caratterizzato da due nicchie di distacco di grandi dimensioni, superiori ai 2,5 Km di larghezza a cui sono associate le relative aree di traslazione di circa 2 Km; in posizione mediana le aree di traslazione sono separate da una cresta. Nel settore inferiore del sistema di frana, è possibile individuare un'unica area di deposito, caratterizzata da morfologia regolare, che nella parte basale subisce l'erosione di sponda da parte del Talweg principale del Canyon del Toro (Fig.4).

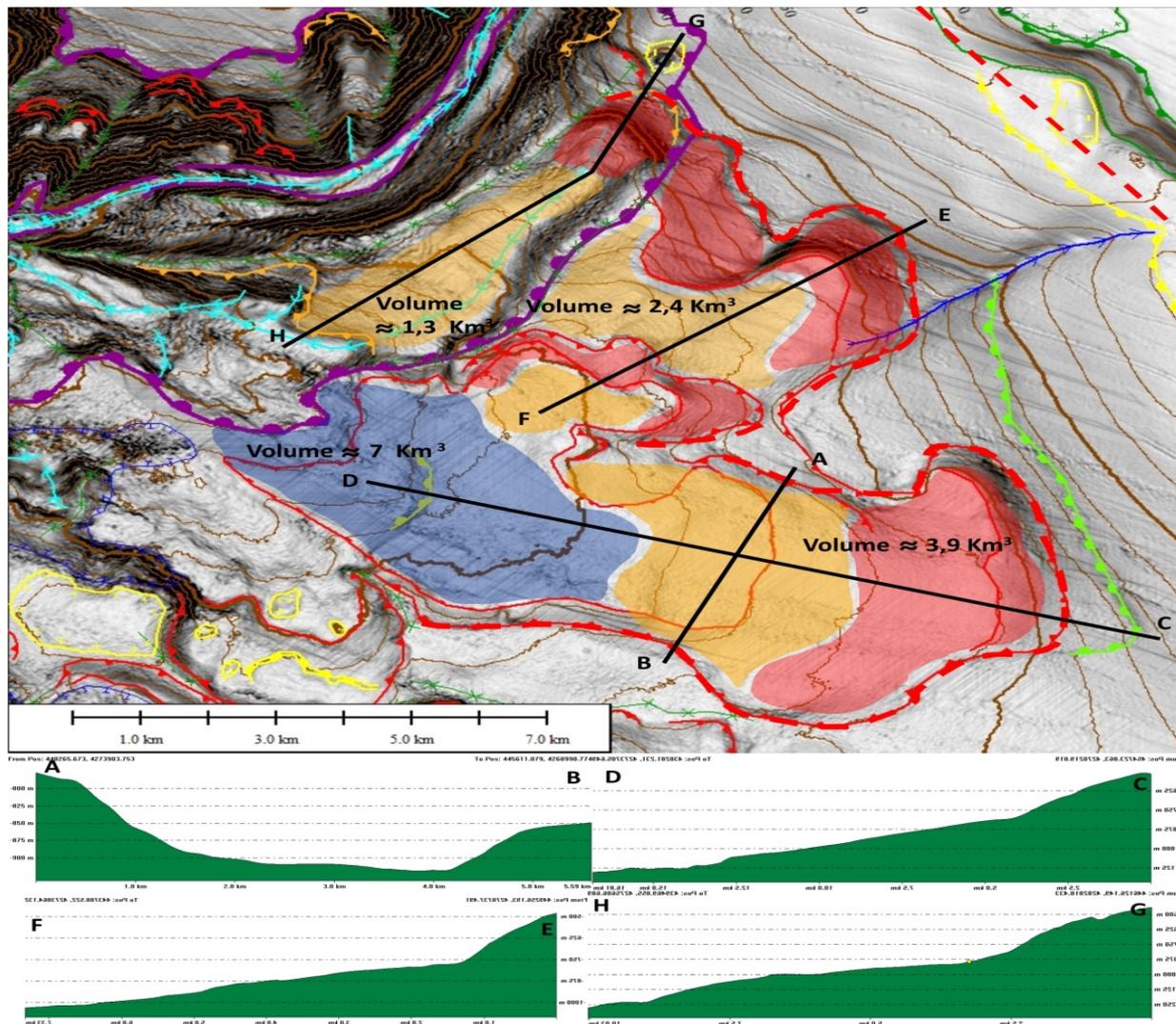


Figura 4 - Rilievo ombreggiato della frana del Toro e sezioni morfometriche dei tre principali processi gravitativi. In evidenza le aree di distacco e di transito che nel settore basale danno luogo ad un unico deposito.

Movimenti gravitativi sul ciglio della piattaforma continentale

Nel settore superiore della scarpata continentale del Golfo di Cagliari sono presenti processi gravitativi di rilevanti dimensioni; in particolare sono stati rilevati due distinti sistemi di frane principali che indentano il ciglio della piattaforma continentale.

La prima frana si sviluppa a profondità comprese tra 105m e 380m.

L'area di distacco è caratterizzata dalla presenza di un settore con evidenti deformazioni a creep correlabili con evoluzione lenta del processo gravitativo e sedimenti in condizioni visco-plastiche.

Nella parte basale il deposito subisce i processi di erosione di sponda da parte del Canyon Sant'Elia con conseguenti azioni di scalzamento alla base e di riattivazione.

Complessivamente la frana interessa un volume di sedimenti pari a circa 80 milioni di m³.

La seconda frana si trova ad una profondità compresa tra -110 m a -420 m su un'area superficiale di 7 km² ed è caratterizzata dalla presenza di due precise nicchie di distacco, e di diverse incisioni canalizzate (a controllo strutturale) con profili a "U" (Fig.5).

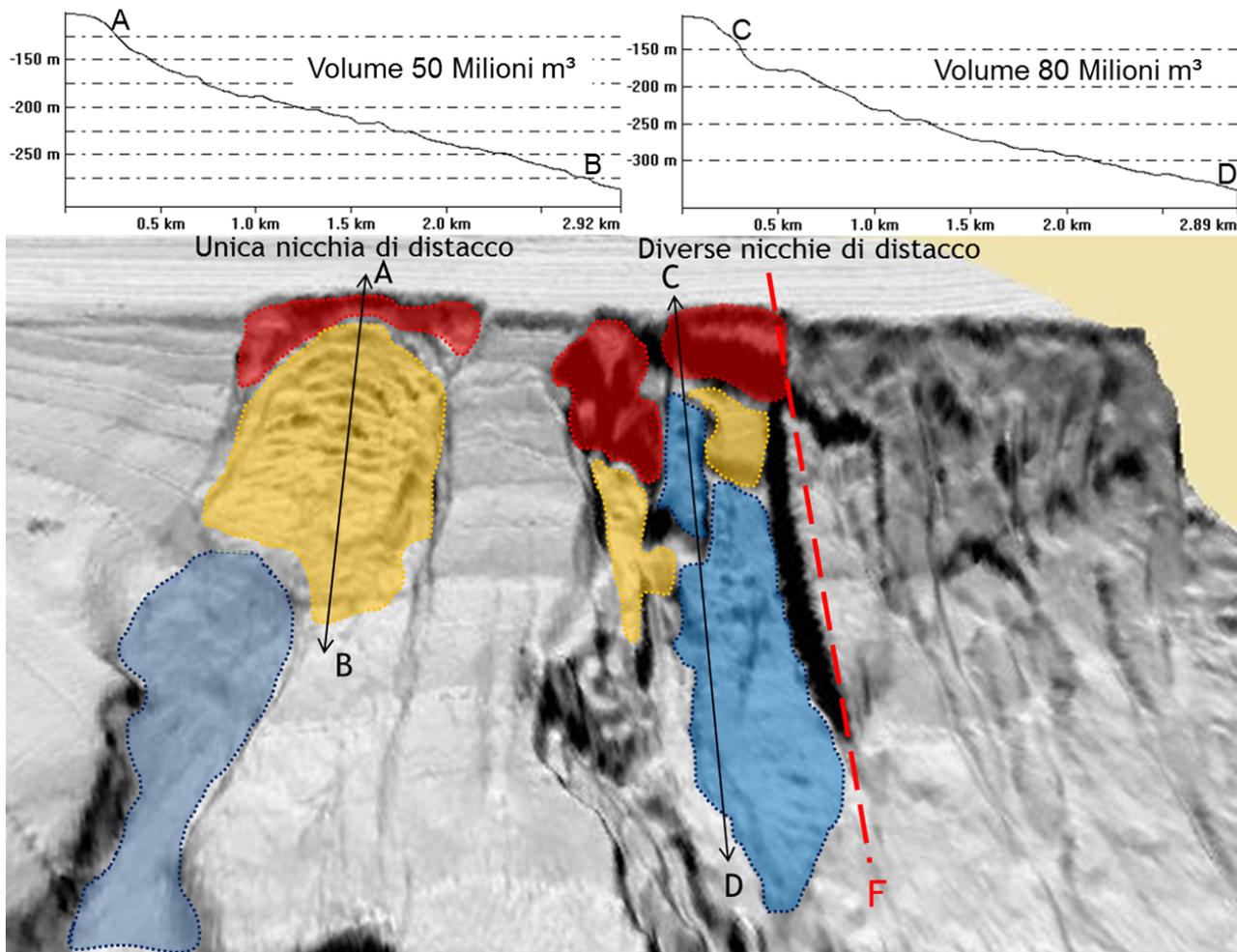


Figura 5 - DTM della scarpata superiore del Golfo di Cagliari interessata da due frane significative, distinguibili la nicchia di distacco, l'area di trasporto e la zona di accumulo.

Un ulteriore evento gravitativo interessa un importante settore della testata del Canyon Foxi, nel settore nord-orientale del Golfo di Cagliari, compreso tra una profondità minima di -140m e una massima di -380m.

La porzione superiore del deposito è caratterizzata da flussi canalizzati che danno origine a ondulazioni di creep e "crescent shaped bedform", forme di fondo caratterizzate da una lunghezza d'onda variabile dalle decine alle centinaia di metri e altezze di alcuni metri con le linee di cresta disposte approssimativamente perpendicolari alla massima pendenza.

Tali forme sono generate dalla ripetizione di fenomeni di erosione e deposizione dovuti al carico sedimentario dei flussi gravitativi (Casalbore et al., 2013)

Il materiale interessato dalla frana è limo argilloso che caratterizza gli strati più superficiali del bordo della piattaforma. Si ipotizza che le forme di fondo situate a quote superiori siano attive, con dinamiche di approfondimento e di migrazione verso l'alto delle creste (Fig.6).

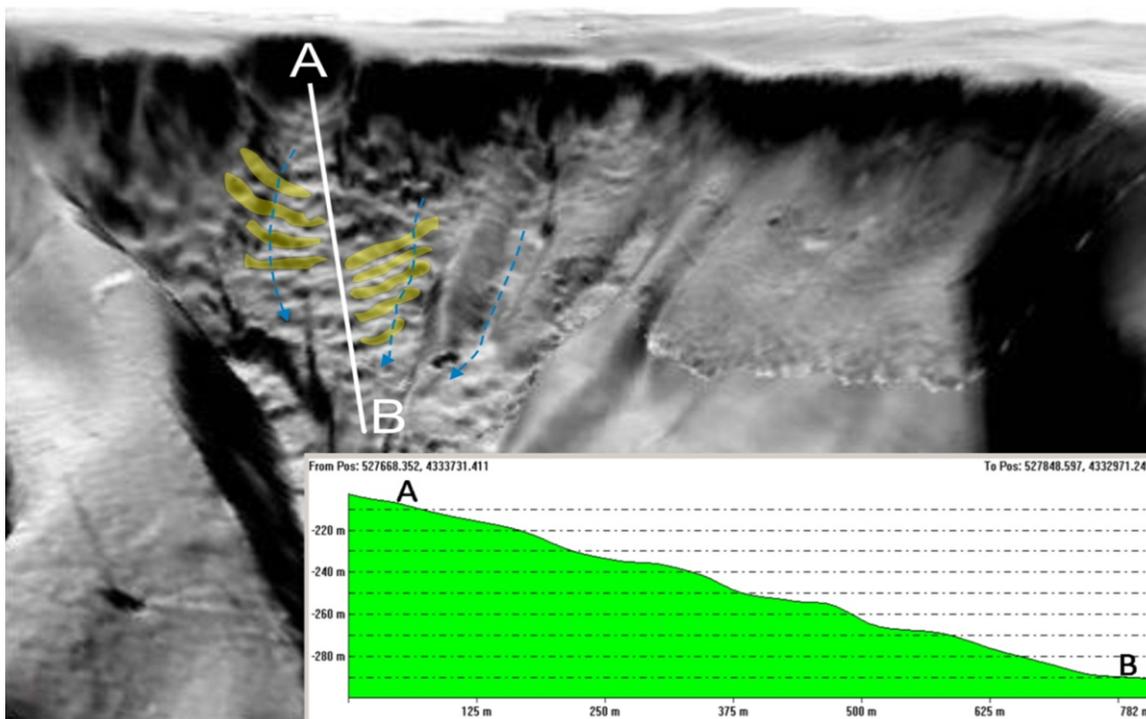


Figura 6 - Testata del Canyon Foxi a tendenza retrogressiva 1) ciglio piattaforma -80m 2) Forme di fondo (crescent shaped bedforms) 3) flussi canalizzati 4) profilo morfologico longitudinale che mette in evidenza le strutture di fondo.

Bibliografia:

Brown, C.J., Blondel, P. (2009), “Developments in the application of multibeam sonar backscatter for seafloor habitat mapping” *Applied Acoustics* 70, 1242-1247.

Casalbore D.; Bosmann A.; Romagnoli C.; Chiocci F.L (2013), “Small-scale crescent-shaped bedforms in submarine volcanic setting: examples from Stromboli and Salina island (Italy)”.

Lecca L., Panizza V. , Pisano S. (1998), “The sedimentary framework of Cagliari basin:aplio-quaternary underfed rift basin in the southern sardinia margin” *Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences*.

Masclé G. H., Tricard P., Torelli L., Bouillin J.P., Rolfo F., Lapierre H., Monie’ P., Depardon S., Masclé J., Peis D. (2001), “Evolution of the Sardinian channel (Western Mediterranean): New constraints from a diving survey on Cornacya seamount of SE Sardinia” *Marine geology* 179 (2001) 179 – 202.

Wezel F.C., Savelli D., Bellagamba M., Tramontana M., Bartole R. (1981), “Plio-Quaternary depositional style of sedimentary basins along insular Tyrrhenian margins” In: F.C. Wezel (ed.), *Sedimentary Basins of Mediterranean Margins. C.N.R. Italian Project of Oceanography*: 239-269.