

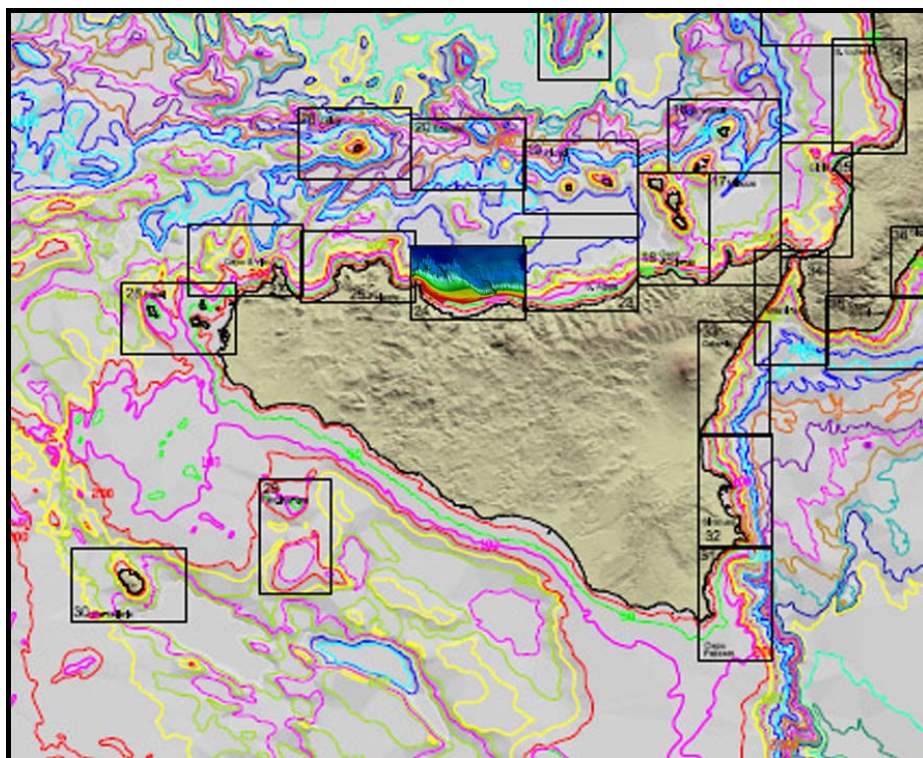


UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PALERMO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA E DEL MARE



Note a Compendio – Progetto MAGIC

Foglio N° 24 – Cefalù



Sommario

1. Inquadramento geologico dell'area.....	2
2. Descrizione dei dati geofisici e sedimentologici disponibili nell'area del Foglio.....	6
2.1 Dati morfobatimetrici (rilievi multibeam).....	7
2.2 Dati di riflettività e immagini del fondale (side scan sonar, rov, ecc.).....	8
2.3 Dati di sismica a riflessione	10
2.4 Dati di campionamento.....	13
2.5 Altro tipo di dato.....	14
3. Elementi Morfobatimetrici e "pericolosità" geologica.....	15
3.1 Sintesi descrittiva del Livello 3.....	17
3.3 Bibliografia citata	23
4. Punti di Criticità presenti nel Foglio.....	25
4.1 F24_PC1: Testata canyon Eleuterio.....	26
4.2 F24_PC2: Testata canyon Capo Plaia	26
4.3 F24_PC3_Lineamento Tettonico.....	28
4.4 F24_PC4_Testata Canyon	28

1. Inquadramento geologico dell'area

L'area d'indagine ricade nella porzione centrale del margine continentale nord-siciliano e comprende la piattaforma e una parte della scarpata continentale. Sulla base delle caratteristiche morfologiche, l'area in esame è stata suddivisa in due settori:

- 1) Settore occidentale, compreso tra Capo Mongerbino e la foce del fiume Imera;
- 2) Settore orientale, compreso tra la foce del fiume Imera e il tratto di costa antistante Cefalù.

L'area studiata è inserita, dal punto di vista geologico regionale, nel complesso collisionale siciliano. L'attuale assetto geologico è il risultato di complessi processi geodinamici che hanno coinvolto il Mediterraneo centrale, nel quale tra l'Oligo-Miocene e l'Attuale si individua una porzione della megasutura che si sviluppa lungo il limite di collisione fra la placca Africana e quella Europea.

Il complesso collisionale della Sicilia e il suo prolungamento nel settore offshore sono costituiti da tre elementi principali (Fig. 1):

- a) una catena complessa, vergente verso SSE costituita da un elemento "europeo" rappresentato dalle Unità Kabilo-Calabridi, ed un elemento "africano" rappresentato dalle Unità Appenninico-Maghrebidi, messa in posto a partire dal Miocene.
- b) un'avanfossa recente, localizzata nell'offshore meridionale della Sicilia e nel Plateau Ibleo lungo il margine settentrionale dell'avampaese.
- c) un'area di avampaese, affiorante nella Sicilia sud-orientale e presente nel Canale di Sicilia a sud di Sciacca.

In particolare sia il settore affiorante che quello sommerso del Foglio 24 fanno parte dell'elemento africano della catena e derivano dall'evoluzione stratigrafico-strutturale dei paleodomini carbonatici e terrigeno-carbonatici appartenenti ad ambienti di piattaforma, scarpata e bacino (Catalano e D'Argenio, 1982; Catalano et al., 1985).

L'evoluzione del margine continentale nord-siciliano viene comunemente riferita alla progressiva oceanizzazione dell'area sud tirrenica, evento interessato anche da episodi tettonici compressivi che si verificarono dopo il Pliocene inferiore (Barone et al., 1982; Trincardi & Zitellini, 1987) determinando piegamenti e faglie inverse ad alto angolo.

Il settore del Tirreno meridionale compreso tra la costa nord-occidentale siciliana a sud e la Catena degli Elimi e gli apparati vulcanici di Ustica ed Anchise a nord, è caratterizzato dall'alternarsi di profondi bacini intrascarpata (bacini di Trapani, di Erice, di Castellammare, di Ustica e di Palermo-Cefalù) e di alti strutturali che li delimitano (Banco Scuso, Alto di S. Vito, La Barra)(Agate et al., 1993).

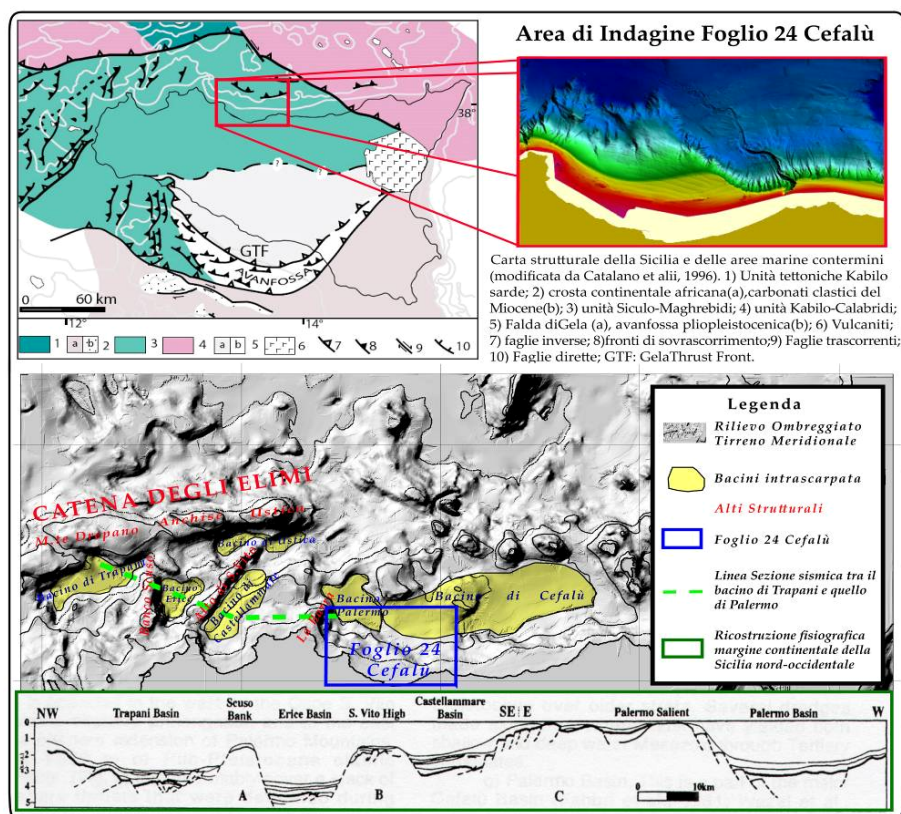


Figura 1.1 - In alto a sinistra lo schema tettonico del Mediterraneo centrale, a destra il rilievo morfobatimetrico acquisito, in basso la topografia dei fondali del basso Tirreno e le principali strutture fisiografiche.

I bacini intrascarpata accolgono successioni plio-pleistoceniche e corrispondono ad aree depresse, associate a rilievi di vario tipo che interrompono la pendenza generale delle scarpate continentali e contro i quali restano intrappolati i sedimenti. Tali bacini sono caratterizzati da un alto tasso di subsidenza e da elevati tassi di sedimentazione (Selli, 1970).

Gli Alti Strutturali, orientati per lo più N-S e NNE-SSW, corrispondono a porzioni di substrato o a rilievi costituiti da coperture plio-pleistoceniche deformate, o da edifici vulcanici (Fabbri et al, 1981).

Nell'intervallo plio-pleistocenico l'evoluzione geologica del margine sud tirrenico è attribuita dai vari Autori a due meccanismi differenti:

a) lineamento trasforme destro E-O (Finetti & Del Ben 1986; Finetti et al., 1996) o zona di simple shear destro E-O (Abate et al., 1998; Giunta et al., 2000). In entrambi i casi la tettonica trascorrente avrebbe determinato il sollevamento degli alti strutturali, le rotazioni delle falde, i piegamenti e la subsidenza dei bacini plio-quaternari;

b) tettonica distensiva associata al rifting sud tirrenico, che avrebbe condotto all'assottigliamento crostale ed alla subsidenza dei bacini (Kastens et al., 1989; Pepe et al., 2000).

In particolare nel settore centrale del margine, si sviluppa il Bacino di Cefalù, uno dei più estesi bacini intrascarpata, che si sviluppa per circa 110 km in senso Est-Ovest dal meridiano di Palermo (13°E) fino all'isola di Lipari ed è delimitato a nord dall'alto strutturale del Monte Solunto (-650 m); la sua ampiezza è di circa 20 km, con una profondità media di 1550 m.

Il bacino è caratterizzato da un alternarsi di depressioni tettoniche e alti strutturali, generati da faglie sia dirette che inverse ad alto angolo, che si attivarono nel Tortoniano e in parte attive sino ai tempi recenti. Le aree depresse sono riempite dalle sequenze evaporitiche messiniane, che ricoprono unità che costituiscono la prosecuzione sommersa dell'edificio tettonico siciliano-maghrebide, su cui poggia sia in concordanza che in discordanza la successione plio-quadernaria; questa, con spessori fino a 1500 m, inizia con i "Trubi", calcilutiti a foraminiferi planctonici, del Pliocene inf., e prosegue con sedimenti torbiditici, che hanno livellato parte delle asperità morfologiche del basamento (UU.OO., Bacini sedimentari, 1980).

L'architettura deposizionale delle successioni quadernarie indica che la sedimentazione ciclica in quest'intervallo è stata controllata dalle ripetute fluttuazioni eustatiche del livello del mare e si è svolta anche sotto l'influenza di un lento sollevamento della piattaforma continentale durante il Pleistocene medio-superiore. (Pepe et al., 2003).

La sismicità dell'area settentrionale della Sicilia, confermata dall'interpretazione della sismicità storica e recente, si inserisce in un quadro geodinamico complesso nel quale trovano coesistenza processi cinematici diversi. Il Tirreno meridionale infatti è caratterizzato da diversi tipi di sismicità:

1) sismicità legata ai processi di subduzione della placca ionica, dove gli ipocentri dei terremoti vengono localizzati a profondità via via crescenti spostandosi verso NW lungo lo slab, i cui meccanismi focali segnalano una prevalenza di movimenti compressivi nella parte concava e di movimenti trascorrenti ai margini meridionali e settentrionali del piano di Benjoff (Ghisetti & Vezzani 1981, Gasparini et al., 1982).

2) sismicità di tipo vulcanico registrata a basse profondità (5 Km) connessa con l'attività di carico-scarico delle camere magmatiche, di tipo distensivo.

3) sismicità di upper plate.

Nell'offshore della Sicilia settentrionale, interessata da sismicità di upper plate si possono riconoscere tre fasce sismiche legate a processi geodinamici differenti:

- a) il settore occidentale, caratterizzato da meccanismi focali di tipo compressivo;
- b) il settore più orientale, caratterizzato da meccanismi focali di tipo distensivo;
- c) il settore compreso tra le isole Eolie ed i Mt. Peloritani, caratterizzato da meccanismi focali di tipo trascorrente.

Modelli di neotettonica interpretano questa distribuzione come legata ad uno stress principale con asse W-E che causerebbe una

fitta maglia di sciami sismici con assi NW-SE e W-E legati a faglie sintetiche laterali destre, e sciami con assi N-S e NE-SW (Linea Pollina e Linea Ustica) relativi a faglie antitetiche laterali sinistre (Giunta et al., 2009).

La fascia sismogenetica, all'interno della quale ricade l'area in studio, si estende parallelamente alla costa settentrionale siciliana ed è prevalentemente localizzata nella crosta superiore. All'interno di questa fascia si colloca la sequenza sismica del 2002, costituita da circa 540 terremoti rilevati dalla rete nazionale fra il 6 settembre e il 15 ottobre 2002. È importante rilevare come i meccanismi focali e il tensore momento dei sette eventi di magnitudo maggiore siano analoghi a quelli della sequenza sismica che nel 1998 ha interessato le aree a NE di Capo S. Vito. Nella loro totalità i meccanismi focali individuano piani nodali orientati circa NE-SO con meccanismi compressivi e con una componente destra del movimento.

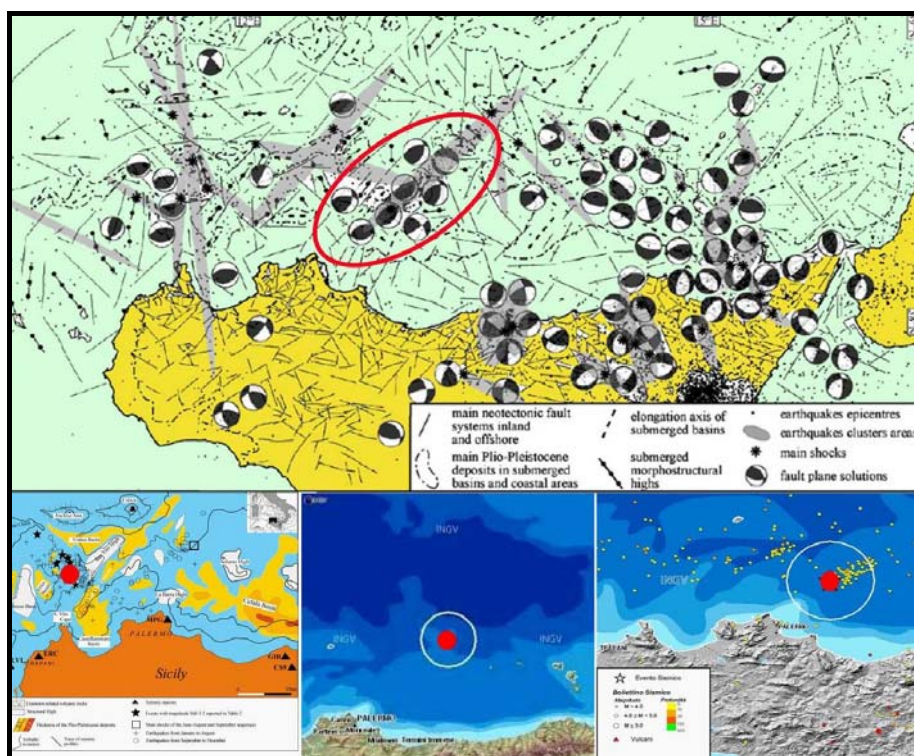


Figura 1.2 - L'immagine in alto mostra la Sismicità del basso Tirreno e i meccanismi focali di alcuni terremoti recenti; Le tre immagini in basso mostrano gli epicentri delle sequenze sismiche del 1998, 2002 e 2010.

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

Durante la campagna Magic_Unipa_11_10, effettuata tra il 17\11\10 ed il 21\11\10, sono stati eseguiti:

1. Acquisizione di dati morfobatimetrici con ecoscandaglio multifascio
2. Acquisizione di dati sismici a riflessione monocanale con tecnologia CHIRP

Inoltre la URL Palermo è in possesso di altri dati acquisiti nel corso di diverse campagne oceanografiche effettuate negli anni passati:

1. Dati geofisici:

- Dati di backscatter acquisiti con strumentazione Side Scan Sonar
- Dati sismici ad alta risoluzione acquisiti con strumentazione Sub Bottom e Chirp
- Dati sismici a riflessione monocanale e multicanale con sorgente Sparker

2. Dati sedimentologici:

- Carotaggi
- Bennate

2.1 Dati morfobatimetrici (rilievi multibeam)

I rilievi morfobatimetrici sono stati realizzati con un ecoscandaglio radiale multifascio SeaBat 8160 Reson, per media profondità (frequenza di 50kHz), calibrati con linee acquisite ad hoc in area di lavoro e corretti in velocità mediante sonda in continuo (SVPC) e profilo verticale della velocità del suono (SVP). E' stato eseguito il rilievo morfobatimetrico in un'area di 1261 km², attraverso il coverage di 366 linee MBES. Al fine di eseguire la copertura totale del Foglio 24, sono stati utilizzati i dati morfobatimetrici precedentemente acquisiti dai ricercatori di Geologia Marina dell'Università di Palermo. Questi dati sono stati acquisiti mediante ecoscandaglio multifascio SeaBat 8125 Reson, per basse e medie profondità (frequenza di 455kHz), nella campagna oceanografica "Egus 2002" nell'ambito del progetto CARG.

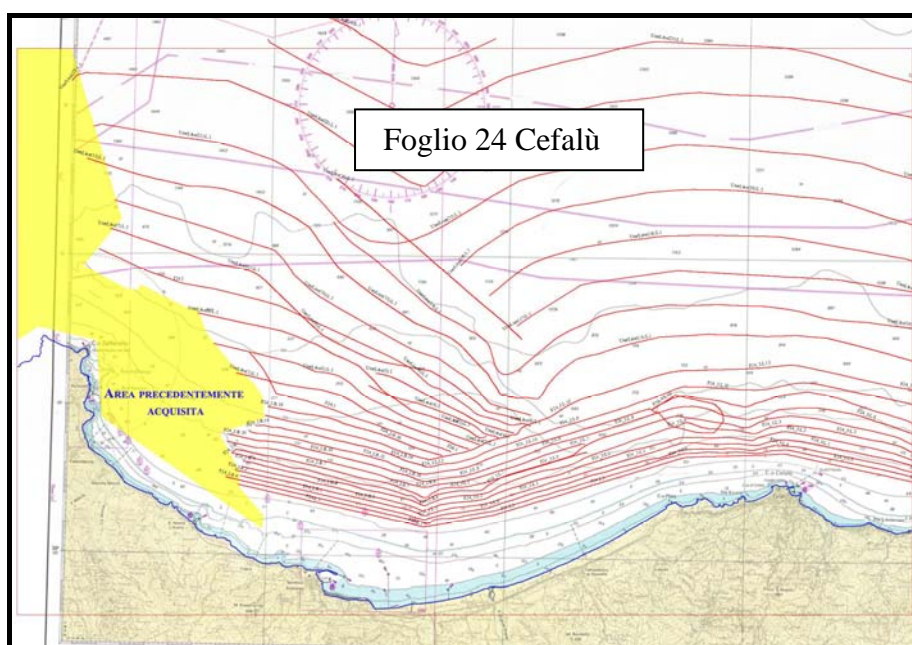


Figura 2.1.1.- In rosso le rotte delle linee MBES acquisite durante la campagna Magic_Unipa_11_10; in giallo le aree precedentemente acquisite dalla URL Palermo nelle precedenti campagne oceanografiche.

La strategia di acquisizione ha permesso di ottenere una scansione ad alta risoluzione del fondale. Per le profondità comprese tra 50 e 1500 m è stata eseguita una sovrapposizione delle strisciate del 20% ed un filtraggio angolare del 20% (nadir filter, 10% per lato); per profondità maggiori si è preferito impostare un range variabile con l'obiettivo sia di eliminare i beams laterali che di tenere elevato il ping rate.

La qualità del dato appare buona nei settori di piattaforma continentale, dove è possibile distinguere anche morfologie di

modeste dimensioni, come affioramenti rocciosi di substrato, conetti di fango, etc. Al contrario nel settore di scarpata e nei settori di bacino intrascarpata, alle maggiori profondità, la qualità del dato è inferiore in considerazione sia della minore risoluzione strumentale che dell'elevata velocità (>8 kts) della nave utilizzata durante l'acquisizione per motivi legati allo standby meteo e alla ridotta disponibilità di tempo nave.

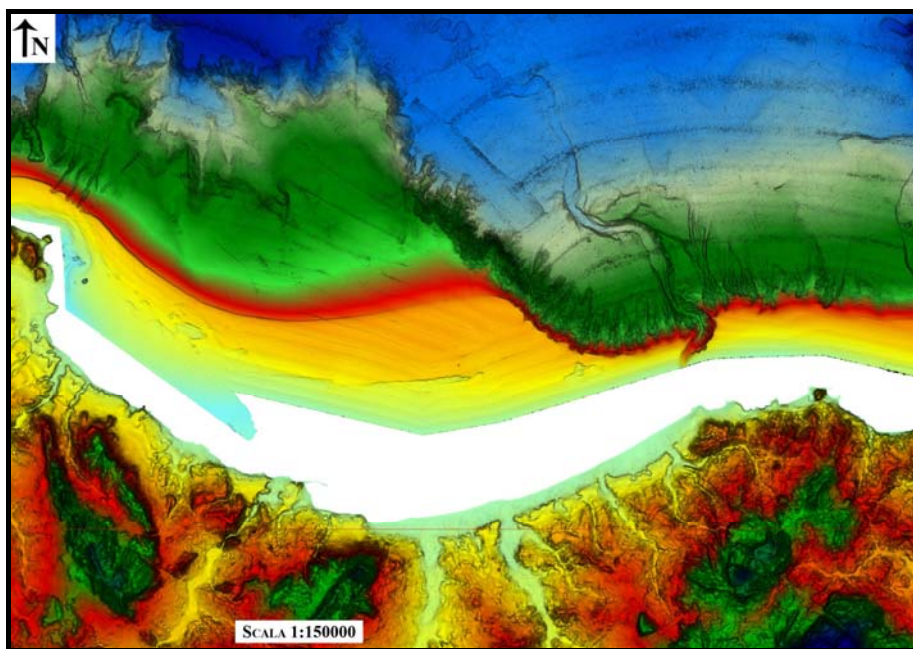


Figura 2.2.2.- Settore di piattaforma e di scarpata continentale antistante il Golfo di Termini Imerese.

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

Durante la campagna oceanografica non sono stati acquisiti dati di backscatter. Tuttavia, la URL Palermo è in possesso di rilievi acustici ad elevata risoluzione acquisiti con metodologia Side Scan Sonar (modello DF 1000 della Edge-tech con frequenza operativa di 100 kHz e risoluzione di immagine di 12 bit) nel settore di piattaforma dei golfi di Cefalù e Termini. I dati sono stati raccolti negli anni 1993-2001 dai ricercatori di Geologia marina del Dipartimento di Geologia e Geodesia dell'Università di Palermo nell'ambito del progetto CARG. Complessivamente sono state acquisite circa 30 linee che permettono di ottenere una copertura areale che va dalla costa all'isobata degli 80 metri circa.

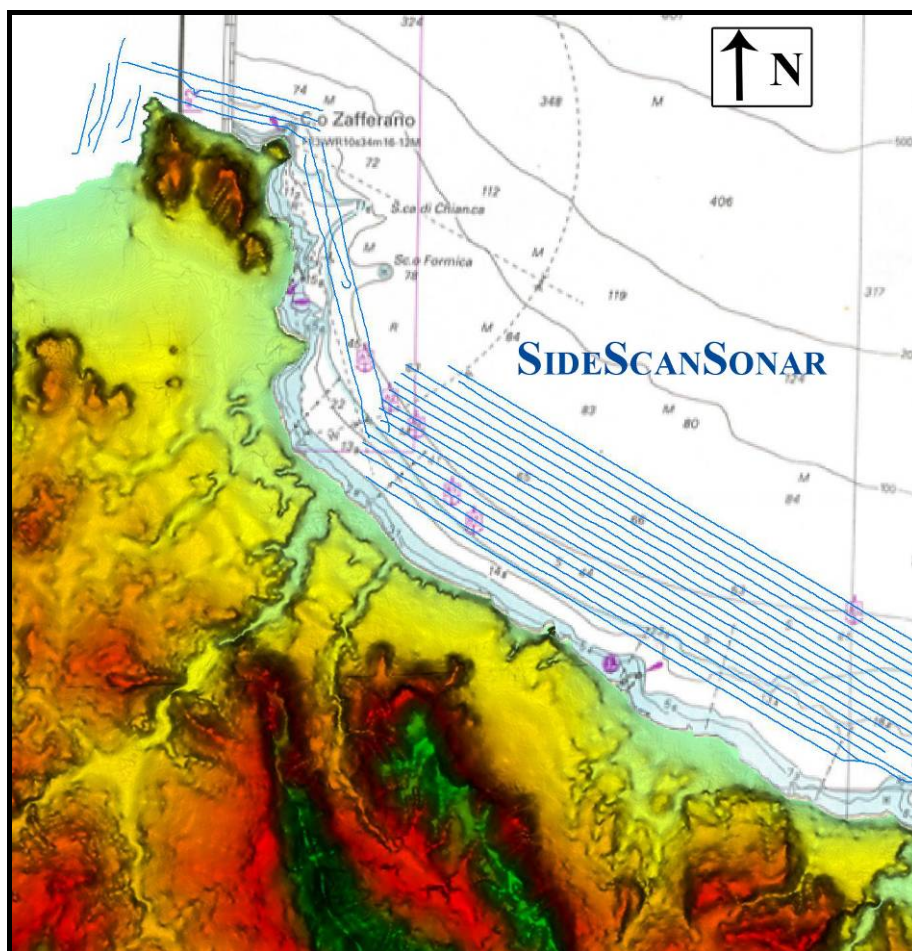


Figura 2.3.1- Linee di navigazione Side Scan Sonar nel settore del Golfo di Termini Imerese.

L'analisi dei dati Side Scan Sonar ha permesso di fare una dettagliata caratterizzazione del fondale. Il riconoscimento delle diverse facies acustiche, caratterizzate da differenti valori di backscatter, ha permesso di mappare la distribuzione dei sedimenti, in funzione della loro granulometria. I profili Side Scan Sonar, con frequenza di 100 o 500 kHz, sono stati inoltre utilizzati per cartografare i lineamenti geomorfologici, i campi delle popolazioni tessiturali, le strutture sedimentarie e le biocenosi a fanerogame marine. Le facies acustiche rilevate con il Side Scan Sonar sono state calibrate con i dati ottenuti dall'analisi granulometrica, composizionale e calcimetrica di campioni prelevati mediante benna.

La comparazione di questi con i dati Multibeam ha permesso di definire con maggiore dettaglio alcune strutture, soprattutto in corrispondenza di alcuni alti morfologici di piccole dimensioni, e in alcuni casi di definire i processi che hanno generato gli elementi morfologici riconosciuti.

2.3 Dati di sismica a riflessione

Per la redazione del Foglio 24 sono stati utilizzati vari dataset di profili sismici, sia multicanale che monocanale, acquisiti in un range temporale compreso tra il 1989 e il 2004 (Fig.2.3.1). Sono state utilizzate anche sezioni sismiche multicanale ad alta penetrazione, acquisite con sorgente *Airgun*, con rappresentazione fino a circa 6 s/twt, messe a disposizione dall'ENI/AGIP. La risoluzione permette di individuare intervalli corrispondenti a decine di metri ed oltre per il Plio-Pleistocene e un centinaio di metri per le successioni più antiche del Messiniano. Questi dati sono stati integrati con profili sismici monocanale, con sorgente *Sparker*, acquisiti dal Dipartimento di Geologia e Geodesia dell'Università di Palermo nel corso di campagne oceanografiche svolte tra il 1989 ed il 2001 nell'ambito del progetto CARG. Alcune linee monocanale sono state acquisite in diverse campagne oceanografiche realizzate dall'ISMAR/CNR (ex IGM) di Bologna. La penetrazione è dunque variabile, tra 100 ms e 2000 ms, mentre il potere di risoluzione, piuttosto alto, permette di identificare corpi dello spessore compreso tra qualche metro e qualche decina di metri. Le sezioni sismiche non sono calibrate da dati di pozzo, ma, a luoghi, vengono correlate con depositi e strutture affioranti nella immediata fascia costiera.

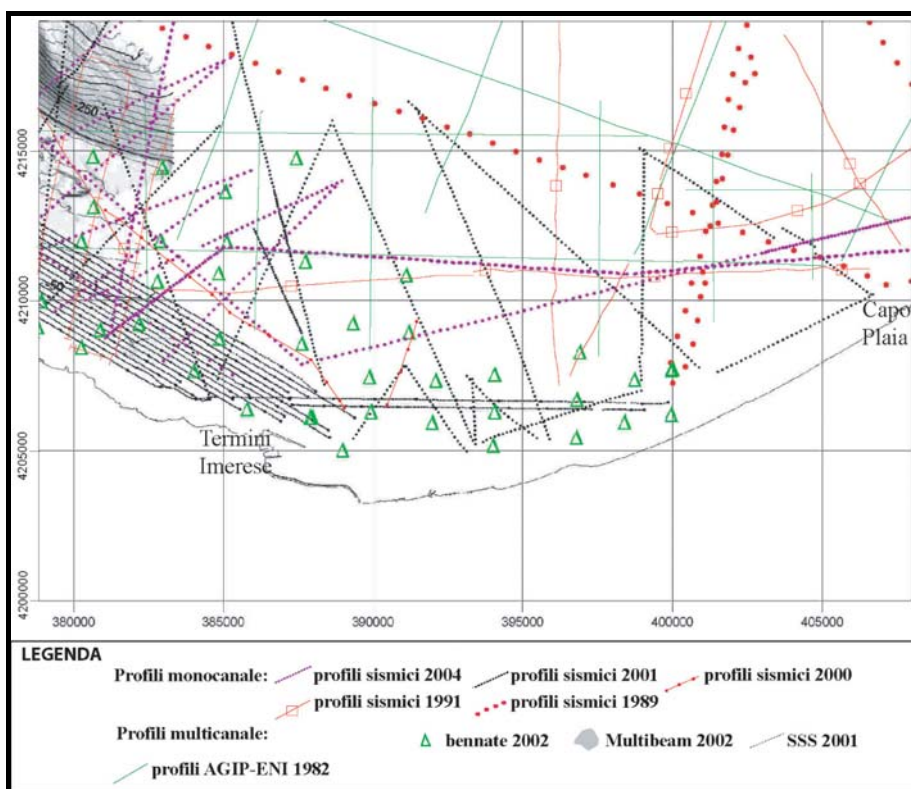


Figura 2.3.1 - Ubicazione dei dati geofisici e dei dati di campionamento raccolti nel settore del Golfo di Termini Imerese.

In particolare sono stati utilizzati: a) un set di profili sismici ad alta risoluzione, acquisiti nel Golfo di Cefalù con una

sorgente di tipo sparker da 4,5 kJ e che penetra sino a circa 300 ms; b) un set di profili sismici ad alta penetrazione (2s) acquisiti con una sorgente di tipo sparker da 16 kJ; c) un set di linee sismiche acquisite con sorgente di tipo sparker da 8 kJ a media risoluzione e penetrazione di 1s; d) un set di profili sismici ad altissima risoluzione acquisiti con sorgente di tipo CHIRP.

I profili ad alta risoluzione sparker acquisiti nel 2001 e 2004 hanno permesso di investigare, in dettaglio, l'assetto stratigrafico dei depositi pleistocenico-olocenici e di cartografare la distribuzione delle associazioni dei sistemi deposizionali della sequenza tardo-quadernaria. I profili multicanale e quelli sparker sono stati impiegati per la ricostruzione dell'assetto stratigrafico-strutturale profondo e per definire lo spessore del cuneo sedimentario plio-quadernario (Fig.2.3.2).

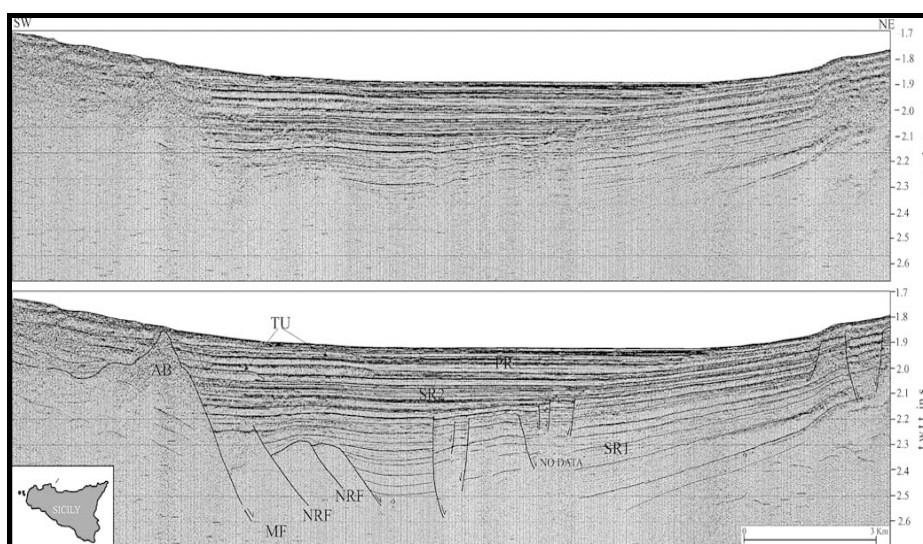


Figura 2.3.2 - In alto il segmento NE-SW della linea sismica multicanale che attraversa il Bacino di Cefalù; in basso il line-drawing interpretativo mostrandone diverse faglie dirette che dislocano sia i depositi plio-quadernari sia le sottostanti successioni messiniane.

I profili CHIRP mostrano le caratteristiche della successione tardo-quadernaria, che presenta spessori variabili da 10 a 20 m circa. Nel Golfo di Termini Imerese la successione è rappresentata da un multistrato con stratificazione pian parallela, la cui geometria risulta talora condizionata da lineamenti tettonici recenti.

La successione tardo-quadernaria nel settore offshore del Golfo di Termini poggia su una superficie erosiva, con rapporti di onlap alla base, e mostra una geometria interna ad intervalli da pian-paralleli a caotici. L'interpretazione dei profili sismici ha inoltre reso possibile la mappatura di alcuni elementi morfobatimetrici che non erano di facile interpretazione dai soli dati MBES. In particolare sono state riconosciute strutture associate a risalita di fluidi come pockmark e mound (alti

morfologici che si elevano dal fondo mare di una decina di metri, interpretati come mud volcanoes e biocostruzioni) (Fig. 2.3.3), depositi di frana e lineamenti tettonici, che modificano significativamente l'articolazione del fondo mare, creando alti e bassi relativi ed in alcuni settori blocchi tiltati.

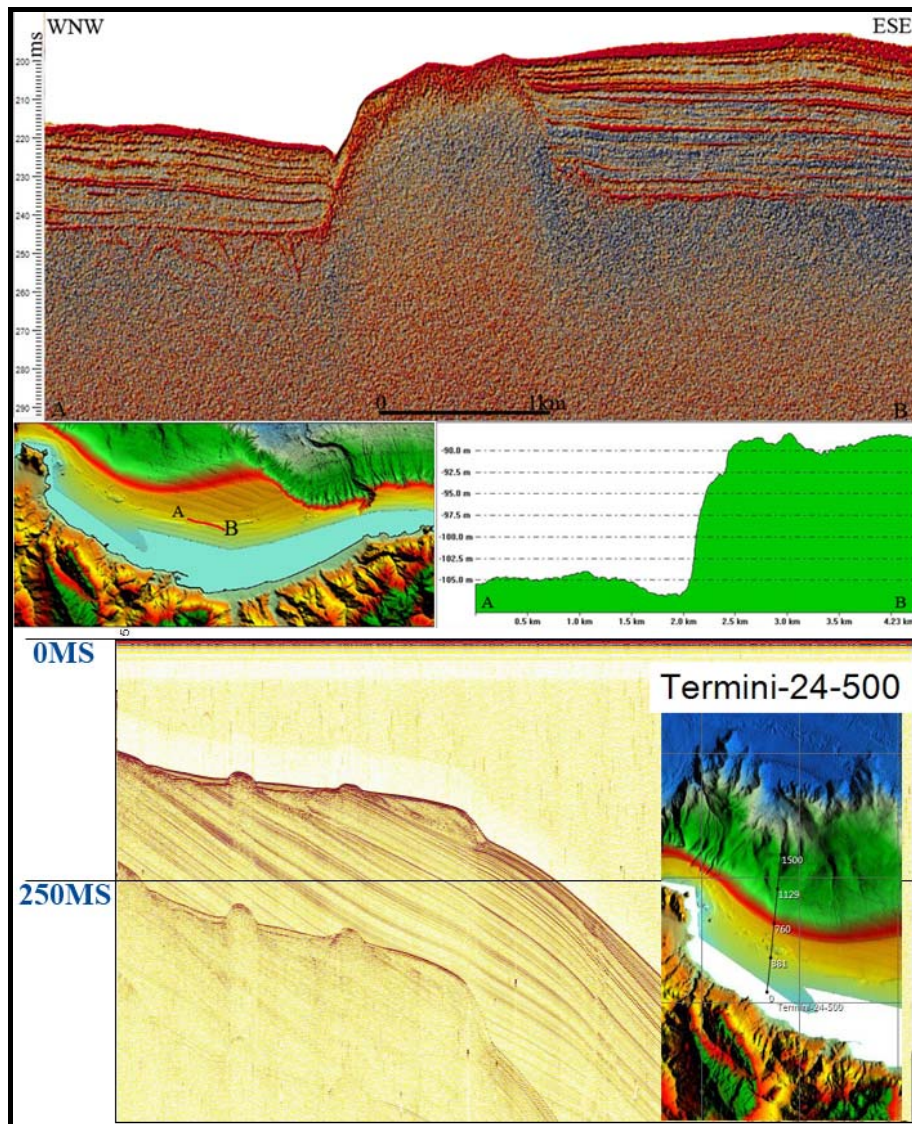


Figura 2.4.3 - In alto il profilo CHIRP mostra una struttura tipo mound, associata alla risalita di fluidi, l'ubicazione della linea sismica e il profilo batimetrico; in basso un profilo sismico che mostra sia i mound che il cuneo di stazionamento basso.

Oltre all'identificazione di morfologie in rilievo e sepolte, l'analisi in chiave stratigrafico-sequenziale di questi dati ha permesso la ricostruzione dell'architettura deposizionale dell'area al fine di individuare come sia variata la morfologia durante le diverse fasi dell'ultimo ciclo di oscillazione relativa del livello del mare. Lo studio di altri profili sismici ad alta penetrazione ha messo in luce l'assetto strutturale delle aree indagate.

2.4 Dati di campionamento

Durante la campagna Magic Unipa_11_10, l'URL Palermo non ha eseguito prelievi di sedimento.

l'URL Palermo è in possesso di campioni di sedimento recuperati tramite carotaggi e bennate, effettuate durante precedenti campagne oceanografiche, al fine di ricavare parametri geologici, geotecnici, geochimici dei sedimenti indagati.

I dati diretti prelevati per mezzo di benna, sono stati acquisiti durante la campagna oceanografica del 2002 svoltasi nel Golfo di Termini. La campagna è stata eseguita sulla nave oceanografica THETIS, ed in questa occasione i campionamenti sono stati effettuati fino ad una profondità di circa 200 m. E' stata utilizzata una benna di tipo Van-Veen avente capacità di 25 litri. Le analisi svolte nel laboratorio di sedimentologia dell'Università di Palermo hanno permesso di distinguere due facies tessiturali eteropiche e due corrispondenti ambienti deposizionali: le sabbie di spiaggia sommersa verso terra e le peliti di piattaforma interna verso il largo. Le popolazioni granulometriche prevalenti sono risultate quelle delle sabbie, dei limi sabbiosi e del fango. Solamente un paio di campioni, prelevati alla profondità di 10 m e 13 m sulla piattaforma di abrasione nell'area antistante l'abitato di Trabia, sono rappresentativi della facies del detritico costiero (Peres & Picard, 1964): in essi la frazione organogena risulta costituita da alghe calcaree, colonie di briozoi e detrito conchigliare. Le sabbie sono diffuse prevalentemente nel settore centro-orientale del Golfo di Termini, nelle zone antistanti le foci fluviali, fino alla batimetrica dei -30 m. Nel settore occidentale esse si rinvencono all'interno di tasche erosive intagliate nei terrazzi d'abrasione marina ed appaiono caratterizzate dalla presenza di campi di *megaripples*.

Nel Golfo di Termini Imerese sono stati effettuati 4 catoraggi nell'ambito della Campagna "Arenaria Sabbie-vibrocarotaggi", svoltasi nel luglio 2007. Per eseguire i carotaggi è stato usato un vibrocarotiere, di proprietà della Alpine Ocean Seismic Survey, munito di un campionatore della lunghezza di 6 m, a bordo della nave "M/P Mazzarò".

L'intervallo batimetrico sul quale sono stati effettuati i carotaggi varia da una profondità minima di 116 m ad una profondità massima di 125 m. Le carote recuperate hanno permesso di riconoscere uno spessore di argille con rari frammenti bioclastici e spessori variabili da un minimo di 1.44 m ad un massimo di 3.80 m. Sotto lo strato argilloso, è stato riconosciuto uno spessore di sedimento sabbioso variabile da un minimo di 52 cm ad un massimo di 1.28 m. Le sabbie in questo settore si presentano prevalentemente litoclastiche con granuli prevalentemente quarzosi e con rari frammenti bioclastici. I campioni recuperati rappresentavano porzioni superficiali di cunei progradanti sul margine della piattaforma, il cui volume stimato sulla base dell'analisi sismostratigrafica è di 40 milioni di m³. Lo spessore

massimo misurato, in prossimità dello shelf break, si riscontra in corrispondenza del range batimetrico tra 120 e 130 m.

2.5 Altro tipo di dato

Nell'area del Foglio 24 non sono presenti altri dati oltre quelli già descritti.

3. Elementi Morfobatimetrici e "pericolosità" geologica

L'analisi dei dati morfobatimetrici, sismici e Side Scan Sonar, calibrati con dati provenienti da campionamenti di fondo e sottofondo, ha permesso di ricostruire l'assetto morfologico dell'area, mettendo in luce morfologie erosive, deposizionali e lineamenti strutturali.

Il settore investigato copre un'area di circa 1400 km² ed è caratterizzato da tre domini fisiografici principali: Piattaforma Continentale, Scarpata Continentale superiore e Bacino Intrascarpata.

La piattaforma Continentale si estende per circa 6 km e il suo ciglio si trova in media a 140 m di profondità. La scarpata si sviluppa dall'isobata 140 m fino alle isobate 1300/1500 m. Il settore di scarpata continentale del Foglio Cefalù ha un'area di 1200 km² e comprende la scarpata superiore e i bacini intrascarpata, che raggiungono la massima profondità di 1560 m nell'estremità orientale.

Il settore di scarpata continentale presenta due aree depresse che costituiscono i bacini intrascarpata, ed in particolare il Bacino di Palermo ad ovest e quello di Termini Imerese ad est. Secondo alcuni autori essi rappresentano sotto-bacini facenti parte del più grande bacino denominato "Bacino di Cefalù", generatosi in seguito ad un regime tettonico distensivo, che ha prodotto una depressione di tipo graben (Pepe et al., 2003).

L'area di indagine del Foglio 24 presenta una variabilità morfologica che permette di suddividerla in due settori: uno occidentale ed uno orientale. Il settore occidentale, compreso tra Capo Mongerbino ad ovest e la foce dell'Imera ad est, è caratterizzato da una grande estensione della piattaforma e da una scarpata più ripida ed articolata. Il settore orientale, compreso tra la foce dell'Imera e l'estremità orientale del Foglio, 8 km circa ad est di Capo Cefalù, è costituito da una piattaforma più stretta e da una scarpata poco ripida e poco articolata. In tutta l'area sono ampiamente diffuse strutture associate alla circolazione di fluidi, quali Pockmark e Mound. I Pockmark riconosciuti principalmente nel settore di scarpata continentale hanno dimensioni diverse e si allineano ai lineamenti tettonici con direzione NNW-SSE. Il dominio di scarpata è molto articolato e irregolare, sia per la presenza di profonde incisioni come canyon e canali, sia per la presenza di strutture associate alla risalita di fluidi.

Gli elementi Morfobatimetrici riconosciuti nell'area di indagine e mappati con il Software Global Mapper sono:

1. Scarpata di nicchie di frana semplice e complessa-ciglio (c.i. 40 e 42)
2. Scarpata nicchie di frana semplice e complessa-base (c.i. 41 e 43)
3. Area a Pockmark (c.i. 70)
4. Aree a vulcano di fango (c.i. 71)
5. Area frana superficie regolare (c.i. 45)
6. Scarpate di faglia-ciglio a spigolo vivo e spigolo tondo (c.i. 30 e 31)
7. Scarpate di faglia-base (c.i. 32)
8. Scarpate di canyon/canale-ciglio a spigolo vivo e spigolo tondo (c.i. 13 e 14)
9. Scarpate di canyon/canale-base (c.i. 15)
10. Scarpate di Canale minore-ciglio (c.i. 19)
11. Scarpate di Canale minore-base (c.i. 20)
12. Solchi erosivi (c.i. 62)
13. Scarpate di Piattaforma continentale-ciglio a spigolo tondo (c.i. 08)
14. Scarpate di Piattaforma continentale-base (c.i. 09)
15. Scarpate Terrazzo deposizionale-ciglio a spigolo vivo e spigolo tondo (c.i. 10 e 11)
16. Scarpate Terrazzo deposizionale-base (c.i. 12)
17. Scarpate terrazzo intracanalale (c.i. 21)
18. Rilievo di origine incerta (c.i. 81)
19. Substrato affiorante di origine generica (c.i. 85)

N.B Per ogni elemento morfobatimetrico è riportato il codice identificativo (c.i.) secondo la legenda codificata per mappare i diversi elementi morfobatimetrici riconosciuti.

3.1 Sintesi descrittiva del Livello 3

Sistema Piattaforma-Scarpata continentale del Settore Occidentale del Golfo di Termini Imerese.

Il settore occidentale, compreso tra Capo Mongerbino ad ovest e la foce dell'Imera ad est, presenta una piattaforma continentale piuttosto ampia che si estende dalla linea di costa sino al ciglio della piattaforma per circa 8 km, con lieve inclinazione di circa 1°. La piattaforma raggiunge valori minimi ad est in prossimità di Capo Mongerbino dove si riduce notevolmente sino ad 1 km e valori massimi ad ovest in prossimità della foce del fiume Imera, dove si riscontra un'estensione massima di 11 km, dovuta presumibilmente al grande apporto sedimentario che il fiume ha prodotto nel tempo. La progradazione dei suoi depositi potrebbe, infatti, avere permesso la maggiore estensione verso mare, mentre il carico sedimentario potrebbe avere determinato un maggiore tasso di subsidenza, provocando un approfondimento della batimetria del suo ciglio rispetto ai settori limitrofi.

Il ciglio della piattaforma mostra una morfologia piuttosto regolare; esso è posto ad una profondità di circa 150 m e si presenta abbastanza continuo in tutto il settore. Nell'area antistante Mongerbino, invece, il ciglio è inciso da piccoli canali erosivi che si sviluppano in direzione NE-SW e che si estendono nella piattaforma. Più ad ovest l'andamento del ciglio subisce un'interruzione a causa della testata del Canyon Eleuterio, che si sviluppa prevalentemente nell'area del Foglio Palermo. La morfologia piuttosto regolare della piattaforma viene interrotta da alti morfologici localizzati a profondità comprese tra 80 e 120 m. Il settore occidentale presenta una scarpata continentale che si estende dall'isobata 150 m alla 1500 m circa. La scarpata presenta numerose incisioni, che si sviluppano sia nella porzione profonda che nella zona di raccordo con la piattaforma continentale.

Nel settore di scarpata si riconoscono numerosi pockmark con diametro medio di 150 m e profondità di circa 15 m. Tali morfologie, che si presentano sotto forma di depressione a forma conica, seguono l'andamento delle strutture geologiche principali del substrato sottostante e in particolare delle faglie, che assumono il ruolo di vie di fuga preferenziale nella risalita di fluidi. In alcuni casi, a causa della disposizione lineare e dell'alta densità, i pockmark individuati diventano vie preferenziali del materiale che si sposta verso le zone più profonde erodendo sempre più tali morfologie e facendole evolvere prima in solchi e poi in canali erosivi (Fig.3.1.1).

La particolare disposizione dei canali erosivi, tra di loro paralleli, permette di ipotizzare un controllo strutturale con direzione NNE-SSW. In questo settore di scarpata è localizzato un alto strutturale, la cui origine tettonica si può ipotizzare per la presenza di pockmark allineati secondo una direzione NNW-SSE.

Questo allineamento di pockmark coincide non solo con le direttrici tettoniche NNW-SSE, ma anche con le direzioni di allineamento degli epicentri dei terremoti registrati nell'area.

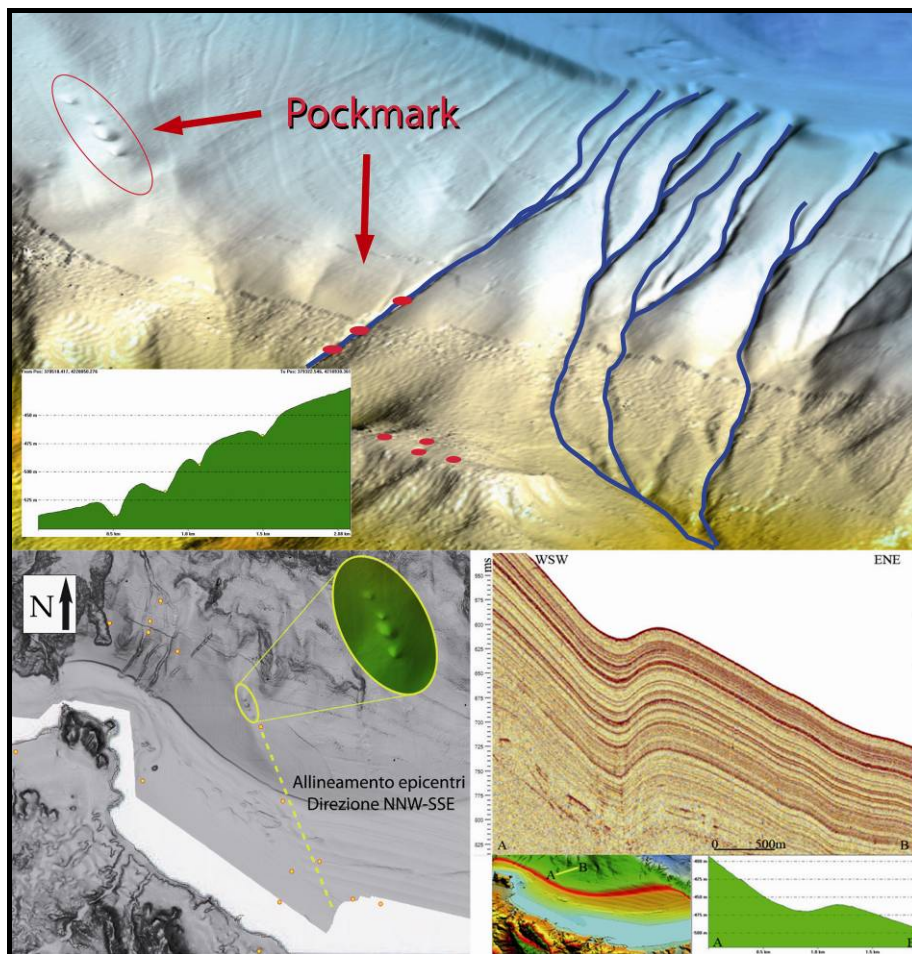


Figura 3.1.1 - L'immagine in alto mostra i pockmark individuati e la loro evoluzione in solchi erosivi; in basso a sinistra si osserva la correlazione tra gli epicentri degli eventi sismici registrati in questo settore e gli stessi pockmark; in basso a destra un profilo sismico mette in evidenza una morfologia negativa di tipo pockmark.

Nell'estrema porzione occidentale, al limite del Foglio 24, si individua il "Canyon Eleuterio", che si sviluppa lungo la scarpata, così denominato perché si sviluppa in corrispondenza della foce del Fiume Eleuterio. Il canyon si sviluppa in direzione NNE-SSW e si estende dall'isobata 100 m a 1500 m per una lunghezza totale di 10 km circa. Tale struttura mostra chiare evidenze di evoluzione regressiva, con nicchie di distacco che coinvolgono tutto il settore a monte e che hanno interessato ed inciso il settore di piattaforma, rendendo più discontinuo l'andamento del ciglio. I fianchi dell'Eleuterio, a causa di una forte erosione diffusa, mostrano numerosi canali secondari, anche questi interessati nella parte sommitale da nicchie di frana. Nel settore di scarpata, in prossimità della rottura di pendenza che segna il

passaggio tra la scarpata e il settore dei bacini intrascarpata, si individuano numerose nicchie di frana e solchi erosivi. La grande articolazione morfologica della scarpata è in parte legata ai lineamenti tettonici ancora attivi lungo il margine, come si evince dall'interpretazione dei profili sismici ad alta risoluzione che evidenziano il ruolo della tettonica distensiva recente nella configurazione attuale del margine (Fig.3.1.2).

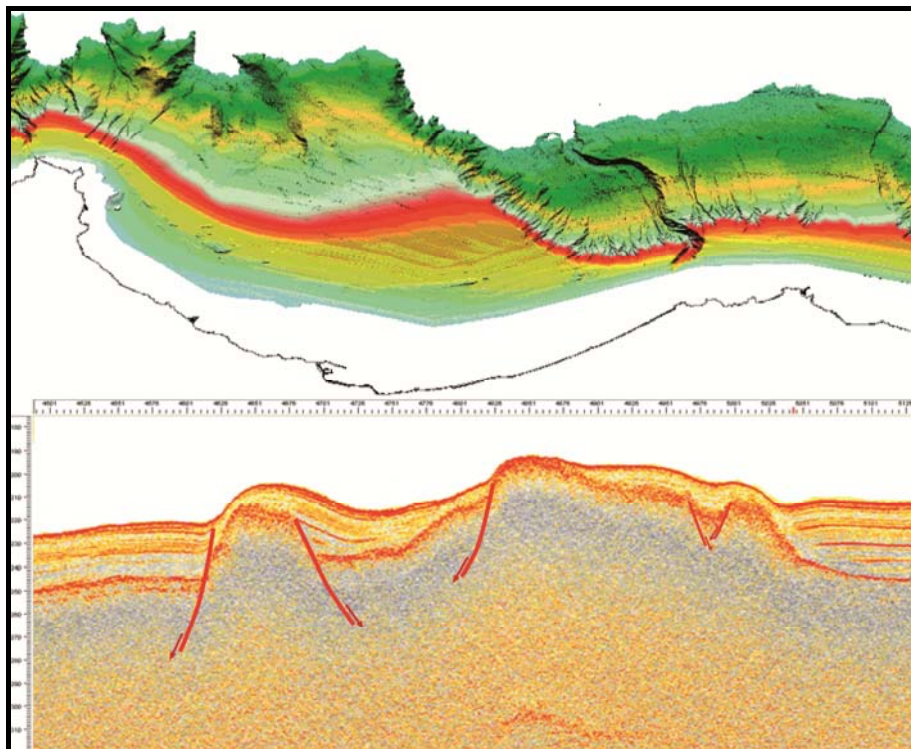


Figura 3.1.2 - L'immagine in alto mostra il modello morfobatimetrico sino all'isobata 1100 m che mette in risalto la differente articolazione ed estensione del dominio di piattaforma-scarpata tra i due settori; in basso l'interpretazione di un profili CHIRP con direzione ENE-WSW.

Sistema Piattaforma-Scarpata del Settore Orientale del Golfo di Termini Imerese.

Il settore orientale dell'area di indagine, compreso tra la foce dell'Imera ad ovest fino a 8 km oltre Capo Cefalù ad est, presenta una Piattaforma Continentale molto più stretta e acclive rispetto al settore occidentale. La Piattaforma si estende per circa 6 km, con una pendenza maggiore di 2°. Il suo ciglio è posto ad una profondità di 150 m, ma a differenza del settore occidentale, mostra un andamento discontinuo a causa dalle numerose incisioni e testate di canali erosivi. Nel tratto di costa antistante Capo Plaia il ciglio della piattaforma si interrompe bruscamente a causa della testata di un canyon che si imposta direttamente sul

ciglio della piattaforma e la incide. La Scarpata Continentale si estende dall'isobata 150 m sino ad una profondità di circa 1300 m. L'area di scarpata è fortemente caratterizzata da processi erosivi diffusi che hanno dato luogo a varie forme canalizzate. Tali strutture in alcuni casi si presentano sotto forma di solchi isolati, in altri casi l'erosione è avanzata sino a produrre canali erosivi di modeste dimensioni.

I canali erosivi in media si estendono per 2 km in una fascia batimetrica che si estende da 130 a 600 metri circa.

Il canyon che incide la piattaforma nel settore antistante Capo Plaia si estende in tutto il settore di scarpata (Fig.3.1.3).

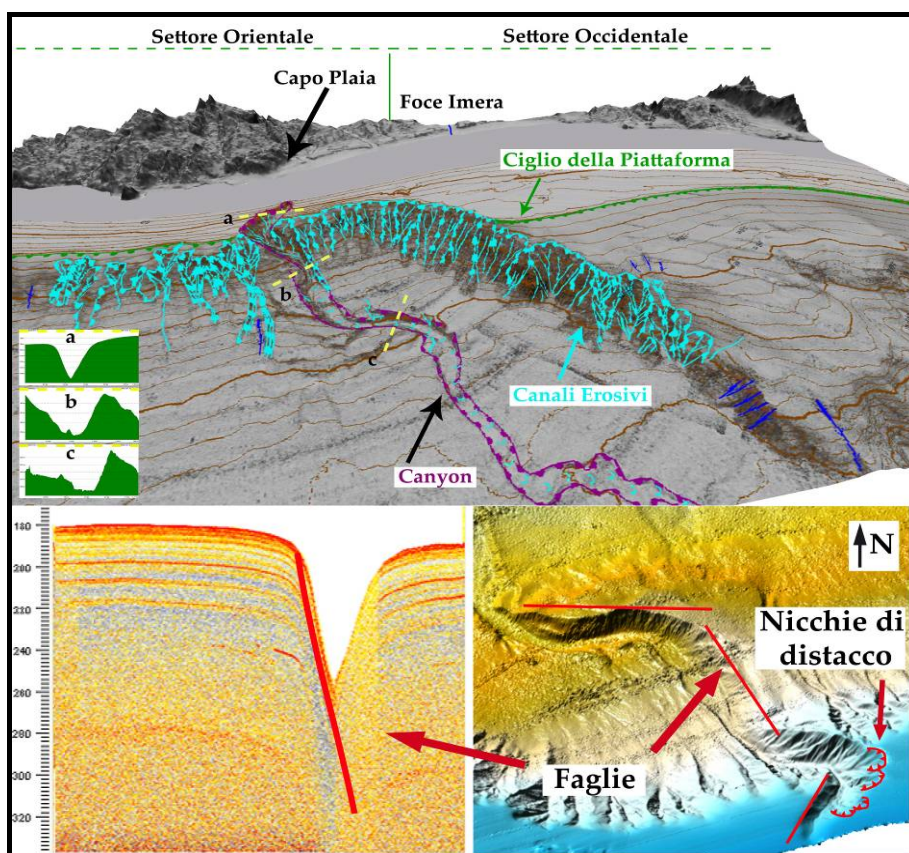


Figura 3.1.3 - L'immagine in alto mostra i canali erosivi ed il canyon localizzato nel settore orientale; in basso si mette in evidenza la natura sia tettonica che erosiva a causa di processi gravitativi del canyon.

Il Canyon presenta fianchi ripidi e poco interessati da processi erosivi diffusi. Si estende in direzione NNW-SSE e per una lunghezza di circa 23 km. Nel tratto prossimo alla testata presenta uno sviluppo sinuoso mostrando una prima curvatura di quasi 90° nella parte iniziale della testata passando da una direzione di NE-SW a NNW-SSE.

La parte superiore è caratterizzata da un sistema di incisioni che confluiscono nel thalweg principale, largo inizialmente 100 metri circa sino all'isobata di -750 m, poi si allarga nel tratto di scarpata compresa tra -750 e -1150 m, raggiungendo una larghezza

massima di 550 m circa, e termina nel settore più profondo e pianeggiante, con una larghezza di 350 m circa, dove è caratterizzato da morfologia meandriforme.

La forte inclinazione dei suoi fianchi porta ad ipotizzare un'origine tettonica e quindi ad un controllo strutturale.

Sono state individuate, attraverso l'analisi dei profili sismici, diverse scarpate di linea di faglia con diverse direzioni WNW-ESE, NNW-SSE, NNE-SSW.

La parte del canyon che si imposta direttamente sulla piattaforma è caratterizzata da nicchie di distacco che suggeriscono come l'evoluzione sia avvenuta anche ad opera di fenomeni gravitativi che hanno causato l'arretramento della testata.

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

Il Foglio 24 "Cefalù" ricade in un settore marino caratterizzato da un sistema piattaforma-scarpata continentale molto vario che vede, da ovest verso est, la riduzione dell'estensione dell'intero sistema e la presenza di canyon e strutture morfologicamente molto differenti. Tale complessità è legata al forte controllo che la tettonica svolge in questa porzione marina, e che influenza sia lo sviluppo delle morfologie sommerse che le direttrici lungo le quali si impostano punti di risalita di fluidi profondi.

Anche la sismicità di bassa intensità che coinvolge i livelli più superficiali della crosta, e che si manifesta lungo tutto il settore marino compreso tra la costa settentrionale siciliana e l'isola di Ustica, individua questo, come un settore geologicamente attivo.

Morfologia, tettonica e sismicità sono strettamente collegate; l'analisi dei dati morfobatimetrici ha permesso di riconoscere, infatti, la presenza di pockmark sottomarini allineati lungo direttrici tettoniche NNW-SSE, le stesse lungo le quali si allineano gli epicentri dei terremoti registrati nell'area.

Le strutture individuate quali Pockmark e vulcanetti di fango rendono instabile l'intero margine poiché potenzialmente capaci di innescare frane sottomarine.

Tettonica e sismicità si comportano, dunque, da possibili motori in grado di mobilitare i grandi depositi sedimentari che caratterizzano la sedimentazione nell'area di piattaforma indagata.

Anche i canyon ed i canali sottomarini, che costituiscono una via di trasporto preferenziale per la grande quantità di sedimenti deposti ai margini della piattaforma continentale, possono determinare l'innescarsi di fenomeni gravitativi.

Inoltre, nel settore più orientale del Foglio 24, le testate dei canyon hanno già determinato l'arretramento del ciglio della piattaforma verso le aree di piattaforma interna.

Per tali elementi, ritenuti indicatori di potenziale pericolosità geologica, in questo settore marino-costiero si sono individuati due punti di criticità.

Il fattore di rischio geologico aumenta a causa della vicinanza dei punti di criticità alla fascia costiera e dunque, ai centri abitati ed alle infrastrutture di rilevante importanza quali porti commerciali e turistici.

Nel settore del Golfo di Cefalù la potenziale pericolosità geologica può essere attribuita, quindi, alla riattivazione di lineamenti tettonici regionali a mezzo di terremoti capaci di innescare frane sottomarine, che a loro volta possono provocare possibili maremoti.

3.3 Bibliografia citata

- Abate B., Incandela A., Nigro F. & Renda P. (1998) - Plio-leistocene strike-slip tectonics in the Trapani Mts. (NW Sicily). *Boll. Soc. Geol. It.*, 117: 555-567.
- Agate M., Catalano R., Infuso S., Lucido M., Mirabile L. & Sulli A., 1993 - Structural evolution of the Northern Sicily continental margin during the Plio-Pleistocene - Geological development of the Sicilian - Tunisian Platform. In: (Max M. D. & Colantoni P. Eds). *Proceeding of international Scientific Meeting held at the University of Urbino, Italy, 4-6 Novembre. Unesco report in Marine Science*, 58. pp. 25-30.
- Barone A., Fabbri A., Rossi S. & Sartori R. (1982) - Geological structure and evolution of the marine areas adjacent to the Calabrian arc. *Earth Evol. Sci.*, 3: 207-221.
- Catalano R., D'Argenio B., 1982. Schema geologico della Sicilia. *Guide Geologiche Regionali - Soc. Geol. It.*, Guida alla geologia della Sicilia Occidentale, pp. 9-36.
- Catalano R., Di Stefano P., Sulli A. & Vitale F.P., 1995. Evoluzione paleogeografica e strutturale della Sicilia e dei mari adiacenti. *Natur. Sicil.*, XIX (3-4), pp. 143-187.
- Fabbri A., Gallignani P., Zitellini N., 1981. Geologic Evolution of the Pery-Tyrrhenian Sedimentary Basins - In F. C. Wezel (Ed.), *Sedimentary Basins of Mediterranean margins*. Tecnoprint, Bologna, pp. 100-126.
- Gasparini C., Iannone G., Scandone P., & Scarpa R. (1982) - Seismotectonics of the Calabrian Arc. *Tectonophysics*, 84, 257-268.
- Ghisetti, F. & Vezzani, L. (1981). - The structural features of the Iblean Plateau and the Mount Judica area (South Eastern Sicily). A microtectonic contribution to the determinational history of the Calabrian Arc. *Boll. Della Soc. Geol. It.*, 99, 57,-122.
- Giunta G., Nigro F., Renda P., 2000 a - Extensional tectonics during Maghrebides Tyrrhenian chain building since late Miocene: examples from Northern Sicily. *Ann. Soc. Geol. Pol.* 70, pp. 81-98.
- Giunta G., Luzio D., Agosta F., Calò M., Di Trapani F., Giorgianni A., Oliveri E., Orioli S., Perniciaro M., Vitale M., Chiodi M., Adelfio G., 2009. An integrated approach to investigate the

seismotectonics of northern Sicily and southern Tyrrhenian.
Tectonophysics, 476 pp.13-21.

Kastens K.A., Mascle J., Auroux C., Monatti E., Broglia C.,
Channel J., Curzi P., Emeis K.C., Hasegawa S., Hieke W.,
Mascle G., McCoy F., McKenzie J., Mendelson J., Muller C.,
Rehault JP., Robertson A., Sartori R., Sprovieri R., Torii M.,
1989 - ODP Leg. 107 in the Tyrrhenian Sea: Insights into
passive margin and back-arc basin evolution. Geol. Soc. Am.
Bull., 100, pp. 1140-1156.

Pepe F., Sulli A., Agate M., Di Maio D., Kok A., Lo Iacono C. &
Catalano R. (2003) - Plio-Pleistocene geological evolution of
the northern Sicily continental margin (southern Tyrrhenian
Sea): new insights from high resolution, multi-electrode
sparker profiles. Geo-Mar. Lett., 23: 53-63.

Peres J. M. & Picard J. (1964) - Manuel de bionomie bentique de la
Méditerranée. Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume, 31: 1-137.

Selli R. (1970) - Cenni morfologici generali sul Mar Tirreno.
Giornale di Geologia, 37: 5-24.

Trincardi F. & Zitellini N. (1987) - The rifting of the Tyrrhenian
Basin. Geo-Marine Letters, 7: 1-6.

4. Punti di Criticità presenti nel Foglio

I punti di criticità nel Foglio "24" Cefalù sono riportati nel livello 4 della carta.

I punti di criticità segnalati sono:

F24_PC1_Testata canyon Eleuterio: Il punto di criticità viene mappato in corrispondenza della testata del canyon Eleuterio. Tale struttura si trova nel settore sud-orientale del Foglio 25 Palermo e prosegue in parte nel foglio F24_ Cefalù. Per la descrizione di tale PC vedi **"F25_Palermo_Note a Compendio.doc"**

F24_PC2_Testata canyon Capo Plaia: Il punto di criticità si trova in corrispondenza della testata del canyon Capo Plaia; si sviluppa in direzione NNW-SSE nel settore orientale del Golfo di Termini Imerese.

F24_PC3_Lineamento Tettonico: Il punto di criticità viene mappato in corrispondenza del lineamento tettonico individuato nel settore nord-orientale del Foglio 24. Tale lineamento si estende in direzione NE-SW nel F23_San'Agata. Vedi **"F23_Sant'Agata_Note a Compendio.doc"**

F24_PC4_ Testata canyon: Il punto di criticità si trova in corrispondenza della testata di un canyon individuato nel settore sud-orientale del Foglio 24. I canyon si estende in direzione NNE-SSW nel F23_San'Agata. Vedi **"F23_Sant'Agata_Note a Compendio.doc"**

4.1 F24_PC1: Testata canyon Eleuterio

Vedi "F25_Palermo_Note a Compendio"

4.2 F24_PC2: Testata canyon Capo Plaia

4.2.1 Riassunto

Il canyon Capo Plaia è situato nel settore orientale del Golfo di Termini Imerese. Si estende in direzione NNW-SSE per una lunghezza di circa 23 km. La testata del canyon dista dalla costa circa 2,5 km ad una profondità di 90 metri.

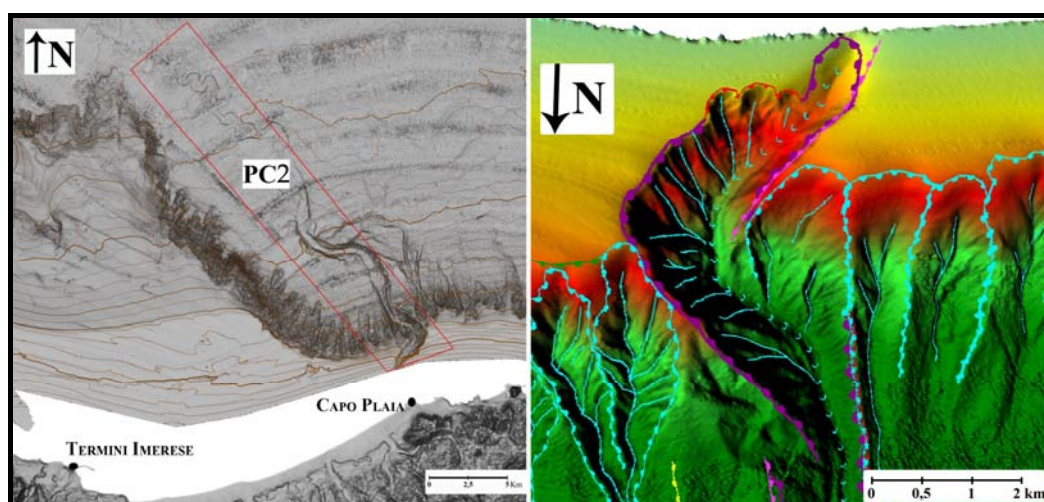


Figura 4.2.1 - Punto di Criticità F24_PC2_CAN_2.

4.2.2 Tipo di rischio

Frana sottomarina

4.2.3 Descrizione del lineamento

La testata del Canyon è caratterizzata da tre nicchie di distacco coalescenti larghe nell'insieme circa 1 km. Tali nicchie di distacco suggeriscono che l'evoluzione sia avvenuta ad opera di fenomeni gravitativi che hanno causato l'arretramento della testata.

Nel tratto prossimo alla testata i fianchi hanno una inclinazione di circa 16° e sono poco interessati da processi erosivi diffusi. Nei tratti più distali l'inclinazione diminuisce e si attesta a valori di circa 12° , fatta eccezione nella zona compresa tra 750 m e 1000 m, in cui il canyon fa un'ansa in direzione NW-SE mostrando

valori di inclinazione nel fianco destro di circa 20°. Nella parte iniziale della testata il canyon presenta uno sviluppo sinuoso mostrando una prima curvatura di quasi 90° passando da una direzione di NE-SW a NNW-SSE.

Da una profondità di 500 m fino a 1200 m il suo andamento è sinuoso con basso raggio di curvatura, per diventare meandriforme nel tratto finale caratterizzato da bassa pendenza. Il thalweg principale, nel tratto iniziale è largo 100 metri circa sino all'isobata di -750 m ed ha un profilo trasversale a V. Esso si allarga nel tratto di scarpata compresa tra -750 e -1150 m, raggiungendo una larghezza massima di 550 m circa e profilo ad U; infine termina nel settore caratterizzato da minor pendenza con una larghezza di 350 m circa e profilo ad U.

L'andamento sia della parte iniziale che del tratto intermedio e l'elevata inclinazione dei fianchi del canyon porta ad ipotizzare una genesi dovuta in parte ad un controllo strutturale, evidenziato dai profili sismici, e in parte a processi gravitativi.

4.2.4 Rischio potenziale

a) tipo di evoluzione possibile: *evoluzione retrogressiva*

b) potenziali effetti diretti o indiretti: *Una riattivazione delle frane potrebbe innescare fenomeni di maremoto; l'eventuale sviluppo verso monte delle frane potrebbe portare ad instabilità gravitativa delle aree costiere.*

c) beni esposti agli effetti dell'evento: *porti, strade, ferrovie ed edifici lungo le coste.*

d) tempi di ricorrenza e stato di attività presunto: *nulla da riportare perché non definibili sulla base dei dati attualmente disponibili*

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

f) dati disponibili nell'area: *rilievi morfobatimetrici, profili sismici a riflessione acquisiti con strumentazione Chirp e Sparker.*

4.3 F24_PC3_Lineamento Tettonico

Vedi "F23_Sant'Agata_Note a Compendio"

4.4 F24_PC4_Testata Canyon

Vedi "F23_Sant'Agata_Note a Compendio"