

NOTE A COMPENDIO DEL FOGLIO 20 – SISIFO-ENARETE

1. Inquadramento geologico dell'area

Il Mar Tirreno è un bacino di retro-arco nel Mediterraneo centrale, la cui genesi è legata all'assottigliamento crostale ed all'estensione conseguente la subduzione di litosfera oceanica della placca ionica sotto l'arco calabro (Fig.1.1) [Kastens et al., 1988, 1990; Sartori 1990]. La formazione del bacino avviene in un contesto di lenta convergenza tra la placca Africana e quella di Eurasia [Malinverno e Ryan, 1986; Argus et al., 1989; Dewey et al., 1989; De Mets et al., 1990; Ward, 1994].

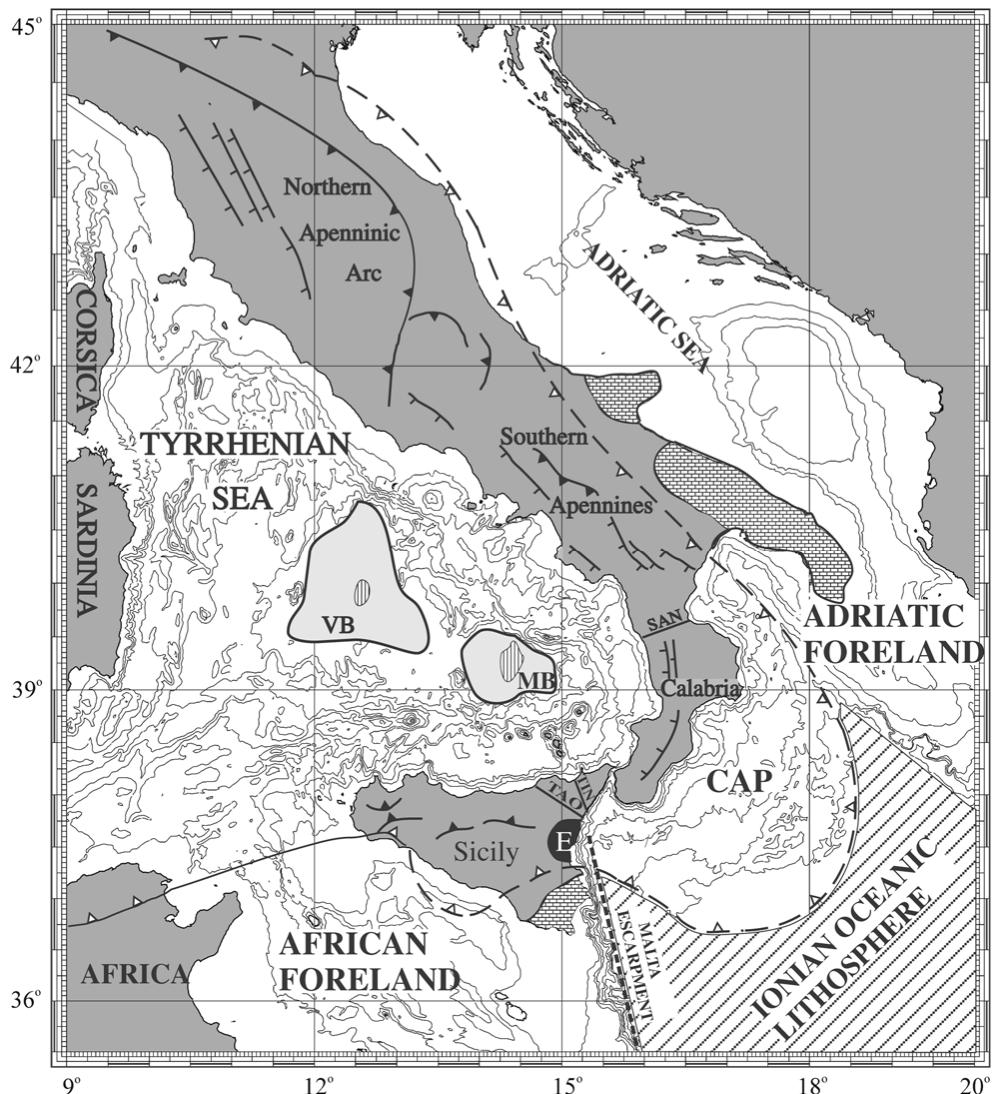


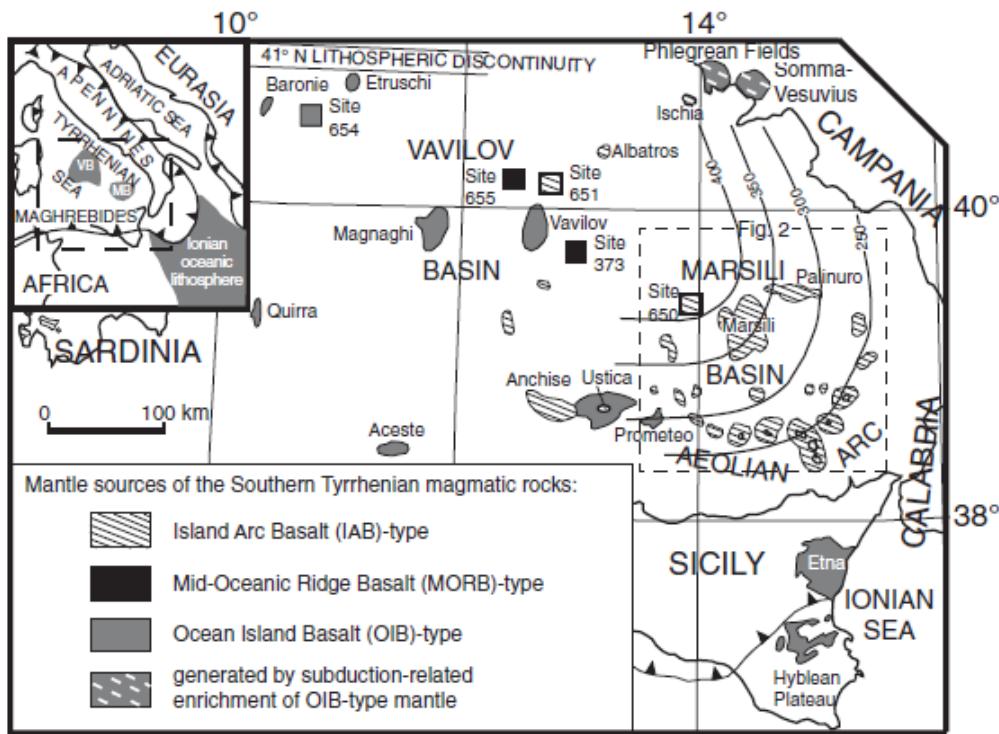
Fig 1.1- mappa schematica morfo-strutturale delle principali strutture presenti del bacino del Tirreno (da Marani & Trua 2002).

L'assottigliamento crostale e la produzione di crosta oceanica che hanno interessato l'area tirrenica a partire dal Miocene inferiore – medio (circa 15 Ma fa), sono migrati nel tempo verso Est. L'estensione E-O nel Tirreno settentrionale e lungo il margine occidentale della Sardegna risale al Tortoniano (circa 11 Ma) e marca la fase iniziale di apertura del bacino tirrenico [Zitellini et al., 1986; Kastens and Mascle, 1990] che ha portato alla formazione di domini oceanici e associato vulcanismo nella regione del Tirreno occidentale. Durante il Pliocene, la produzione di crosta oceanica è localizzata principalmente nel settore

occidentale e culmina con la formazione del bacino di retro-arco del Vavilov, (4.3 -3.5 Ma) all'interno del quale si sviluppa il vulcano omonimo (3.0 -2.7 Ma) [Kastens and Mascle, 1990; Serri et al., 2001]. Nel Pliocene superiore -Quaternario, la direzione dello stress distensivo cambia da E-O a ESE, in concomitanza alla migrazione verso est della produzione di crosta oceanica e la formazione del bacino di retro-arco del Marsili (1.9-1.7 Ma) e del vulcano Marsili (<0.73 Ma) [Kastens and Mascle, 1990]. Contemporaneamente, nel Bacino del Vavilov cresceva l'omonimo vulcano (0.73-0.1 Ma; Kastens and Mascle, 1990).

La causa della migrazione verso est dei due bacini di retro-arco e dello sviluppo di un vulcanismo attivo, potrebbe essere il *rollback* passivo della placca ionica [Malinverno e Ryan, 1986; Savelli 1988]. Contemporaneamente allo sviluppo dei bacini di retro-arco, il vulcanismo del Tirreno meridionale, legato alla subduzione, migra da ovest a sud-est, dalla Sardegna (32-13 Ma) all'Arco Eolian [Serri et al., 2001] sviluppando l'attuale configurazione del Tirreno meridionale di tipo arco retro-arco. Questo magmatismo è caratterizzato da eruzioni coeve di magmi tipo IAB (Island Arc Basalt) e OIB (Ocean Island Basalt). Il magmatismo del primo tipo è molto diffuso (Fig. 1.2). Lave calc-alcaline e shoshonitiche sono presenti nel bacino del Marsili (ODP Leg 107, Site 650) e del Vavilov (ODP Leg 107, Site 651), sul vulcano Marsili, l'Anchise, sulle isole Eolie e sui loro seamount sottomarini. Basalti T-MORB (Transitional Mid Oceanic Ridge Basalts) sono stati rinvenuti nel bacino del Vavilov (ODP Leg 107, Site 655).

Al contrario, i magmi del secondo tipo sono presenti solo in alcune aree ristrette quali il seamount Magnaghi, il Vavilov e l'Areste, sull'isola di Ustica e nella colata lavica Prometeo ubicata a sud di Ustica (Fig.1.2)



2.

Fig 1.2- mappa schematica del magmatismo che caratterizza la regione del Tirreno meridionale e il tipo di sorgente da cui è derivato (da Trua et al., 2007).

Il foglio comprende la parte occidentale dell'arco vulcanico delle Eolie con i vulcani sottomarini Sisifo, Enarete ad Eolo.

L'arco Eoliano consiste di sette isole e numerosi seamounts ubicati lungo la scarpata continentale della Sicilia e Calabria che degrada verso nord-ovest nella piana batiale del

Tirreno. La maggior parte dell'Arco Eoliano è sommerso e si estende su un'area maggiore di 7000 km² attorno a 13 centri vulcanici, alcuni si elevano più di 2 km su un basamento sedimentario Neogenico Quaternario.

L'arco costituisce la corona vulcanica attualmente attiva associata alla subduzione verso NW della placca Ionica al di sotto della Calabria e del Tirreno meridionale. Si imposta su un settore di crosta continentale assottigliata (MOHO a 18-25 km) appartenente all'arco Calabro [Beccaluva et al., 1985], un frammento della catena Alpina Paleogenica, impilata nei domini Appenninici durante il Burdigalliano e trascinata in senso antiorario con la penisola Italiana durante l'apertura del bacino tirrenico nel Neogene. L'arco calabro ha raggiunto la sua configurazione attuale nel Pliocene superiore e rappresenta il collegamento tra la catena appenninica con una orientazione NO-SE e quella siciliano-Maghrebide orientata E-O.

I centri vulcanici delle Eolie sono situati prevalentemente lungo un sistema di faglie cristali a direzione E-O, N-S e NO-SE che conferiscono al settore una struttura ad anello.

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

I dati disponibili nell'area del Foglio 20 Enarete consistono di:

dati morfobatimetrici e di riflettività del fondo mare, dati sismici ad alta risoluzione, dragaggi ed alcuni carotaggi

2.1 Dati morfobatimetrici (rilevi multibeam)

I dati morfobatimetrici utilizzati sono stati acquisiti nell'ambito del "Progetto Strategico Tirreno" durante le due campagne oceanografiche TIR96 e TIR99 a bordo della R/V Gelendzhik e della R/V Strakhov rispettivamente (Bortoluzzi et al., 1999). In entrambe le campagne è stato utilizzato un ecoscandaglio multifascio (*multibeam*) Kongsberg-Simrad EM12/120S che, alla velocità di 6-8 nodi, ha permesso di acquisire dati di buona qualità con una copertura equivalente a 3,5 volte la profondità dell'acqua e un *overlap* tra le linee del 20%. L'estensione dei due rilievi che hanno investigato gran parte del Mar Tirreno e dello Ionio è mostrata in Fig.2.1.1.

I dati sono stati successivamente elaborati presso l'allora IGM, Istituto di Geologia Marina di Bologna, con il software Kongsberg-Neptune, applicando una procedura standard che include la correzione di posizionamento e di profondità, filtri statistici e manuali per produrre DTM di dettaglio fino a 25 e 50 m.

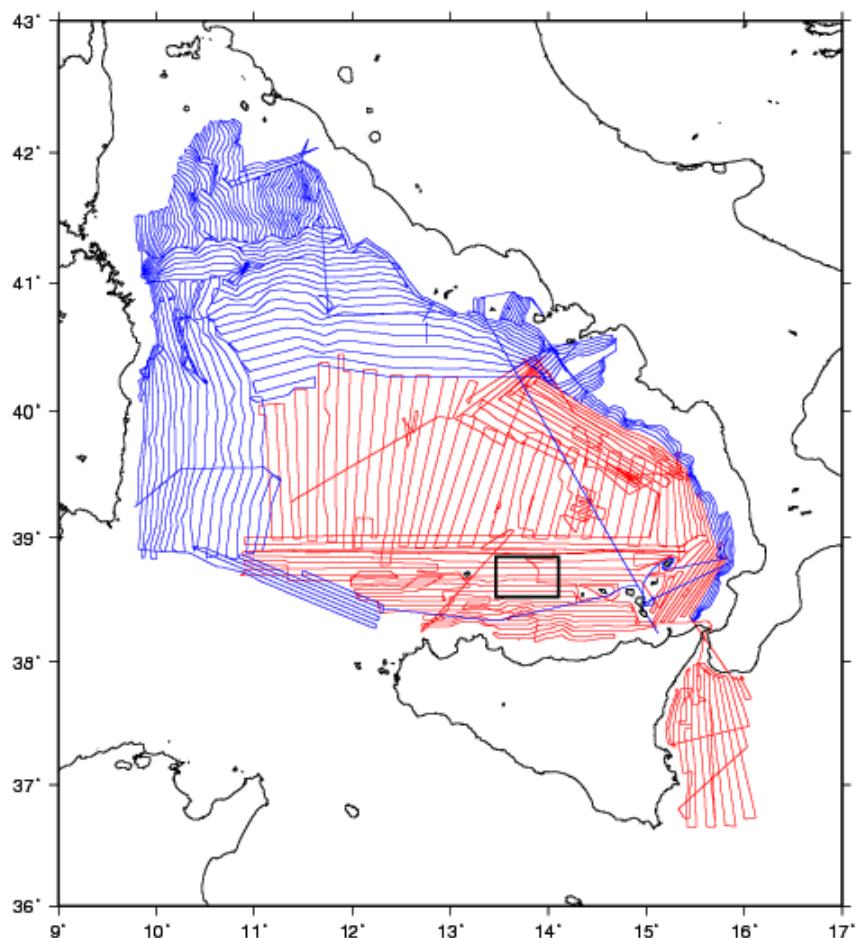


Fig 2.1.1- estensione dei rilievi batimetrici eseguiti durante la campagna oceanografica TIR96 (rosso) e TIR99 (blu). In nero è riportata l'area interessata dal Foglio 20 Enarete.

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

Contemporaneamente alla batimetria, il multibeam Kongsberg-Simrad EM12/120S ha permesso di acquisire dati sonar a 13 kHz di riflettività del fondo marino.

Le immagini di riflettività del fondo mare, estratte dai dati batimetrici acquisiti durante la campagna TIR96, sono state utilizzate per cartografare, nella sua estensione, la colata lavica nota in letteratura come “Prometeo Lava Field” (Trua et al., 2003).

Essa è alimentata da edifici vulcanici localizzati nella parte sud-occidentale del Foglio 20 ed ha una prevalente direzione di scorrimento verso nord. Può essere seguita fino alle parti più settentrionali del foglio dove è confinata in una valle bordata da scarpate di probabile origine tettonica (Fig. 2.2.1).

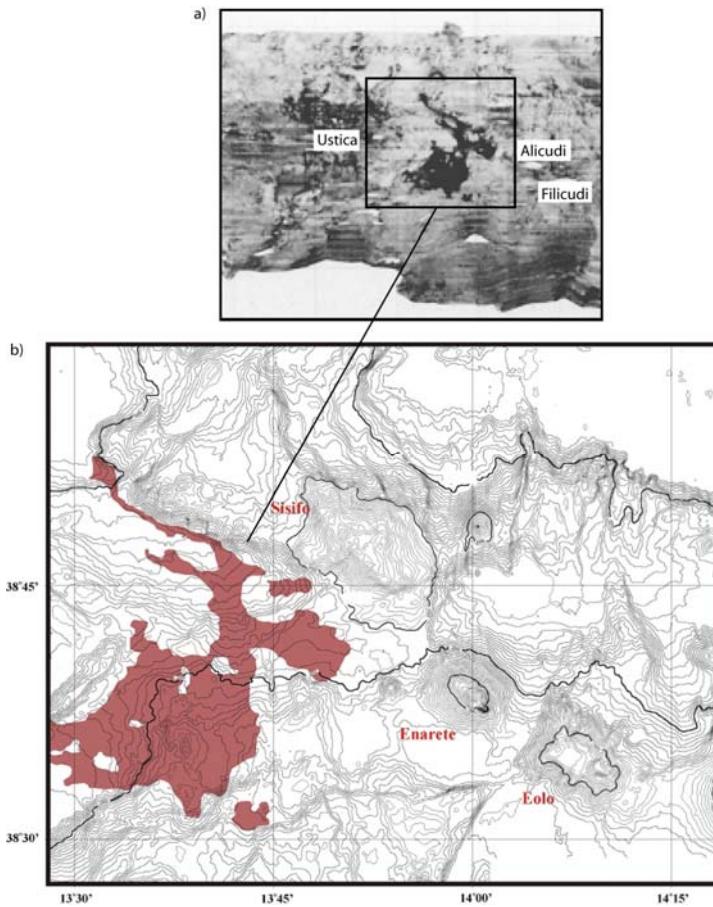


Fig 2.2.1 - a) riflettività del fondo mare estratta dai dati di multibeam acquisiti con un EM12/120S durante la campagna oceanografica TIR96 nel Tirreno meridionale; b) mappa dell'estensione della colata lavica

2.3 Dati di sismica a riflessione

I dati sismici disponibili nell'area appartengono prevalentemente a due *dataset* distinti (Fig. 2.3.1):

profili sismici Sparker 30 kJ acquisiti a partire dal 1969 nell'ambito del “Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini” del CNR.

profili sismici monocanale acquisiti durante le campagne TIR96 e TIR99. Questi ultimi sono stati acquisiti con una sorgente di due *air-gun* sincronizzati: la capacità di ciascun cannone era variabile tra 0,5 e 1 L e la pressione di utilizzo tra 70 e 100 bar. L'intervallo di sparo era di 8 s. Lo *streamer* (15 m direzione attiva) era costituito da 30 elementi ceramici contenuti in un rivestimento di poliuretano e riempito di acqua di mare per incrementare il rapporto rumore/segnale. Il *tow leader* era costituito da un cavo d'acciaio e una sezione *stretch*. La lunghezza totale dalla sezione attiva era 150 m da poppa. I cannoni e lo *streamer* erano immersi rispettivamente a 2-5 m, e a 11 m (Bortoluzzi *et al.*, 1999).

Durante le due più recenti campagne oceanografiche nell'area, i rilievi sismici sono stati effettuati utilizzando una sorgente Benthos-CHIRP II DSP-662 e un sistema di registrazione digitale SwanPRO 2.00 della Communication Technology.

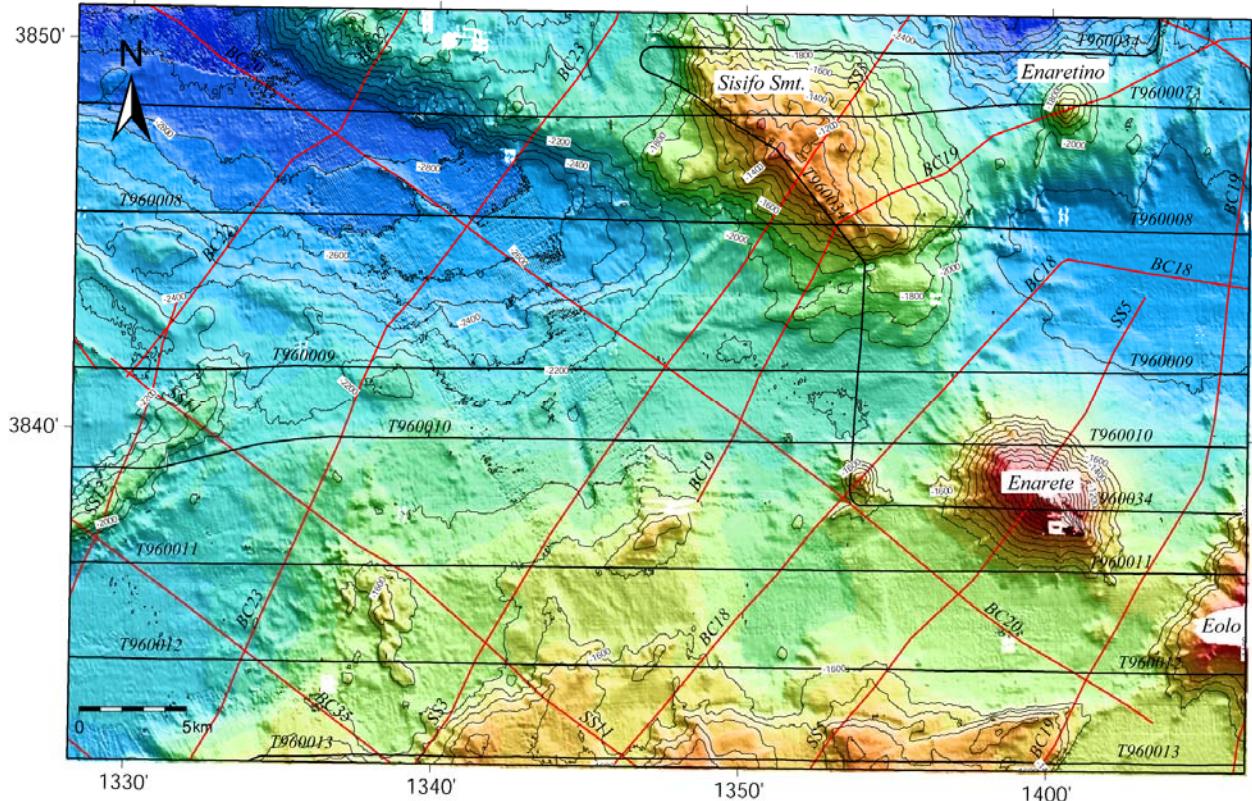


Fig 2.3.1- rappresentazione tipo “shaded relief” della batimetria del Foglio 20 Enarete e tracce dei profili sismici a riflessione disponibili nell’area. Le *contour lines* sono ogni 100 m. In rosso sono indicate le linee Sparker 30 Kj acquisite nell’ambito del “Progetto Strategico Tirreno”; in nero i profili sismici a riflessione monocanale acquisiti durante la campagna oceanografica TIR96.

Questo tipo di dato ha permesso di investigare le strutture geologiche al di sotto del fondale marino fino a profondità di circa 1-1.5 secondi (T.W.T.) con una risoluzione verticale dell’ordine della decina di metri.

Nell’analisi degli Elementi Morfobatimetrici, l’utilizzo dei profili sismici è stato particolarmente utile per definire le strutture tettoniche presenti nel Foglio. La maggior parte delle scarpate ad orientazione N-S ed ENE-OSO sono infatti geneticamente legate a faglie attive che localmente delimitano alti e bassi strutturali.

2.4 Dati di campionamento

I campioni disponibili sono stati prelevati durante la campagna oceanografica MAR-98 (Marani et al., 1999), durante la quale sono stati effettuati sia dragaggi che carotaggi. Per i dragaggi è stata utilizzata una draga tradizionale mentre per i carotaggi un carotiere a gravità di 1300 kg con tubi di 1,1 - 2 m in aree a substrato roccioso e di 2,5 - 6 m in aree ad elevata sedimentazione. Nella Figura 2.4.1 sono riportati i transetti relativi ai dragaggi e i punti di campionamento.

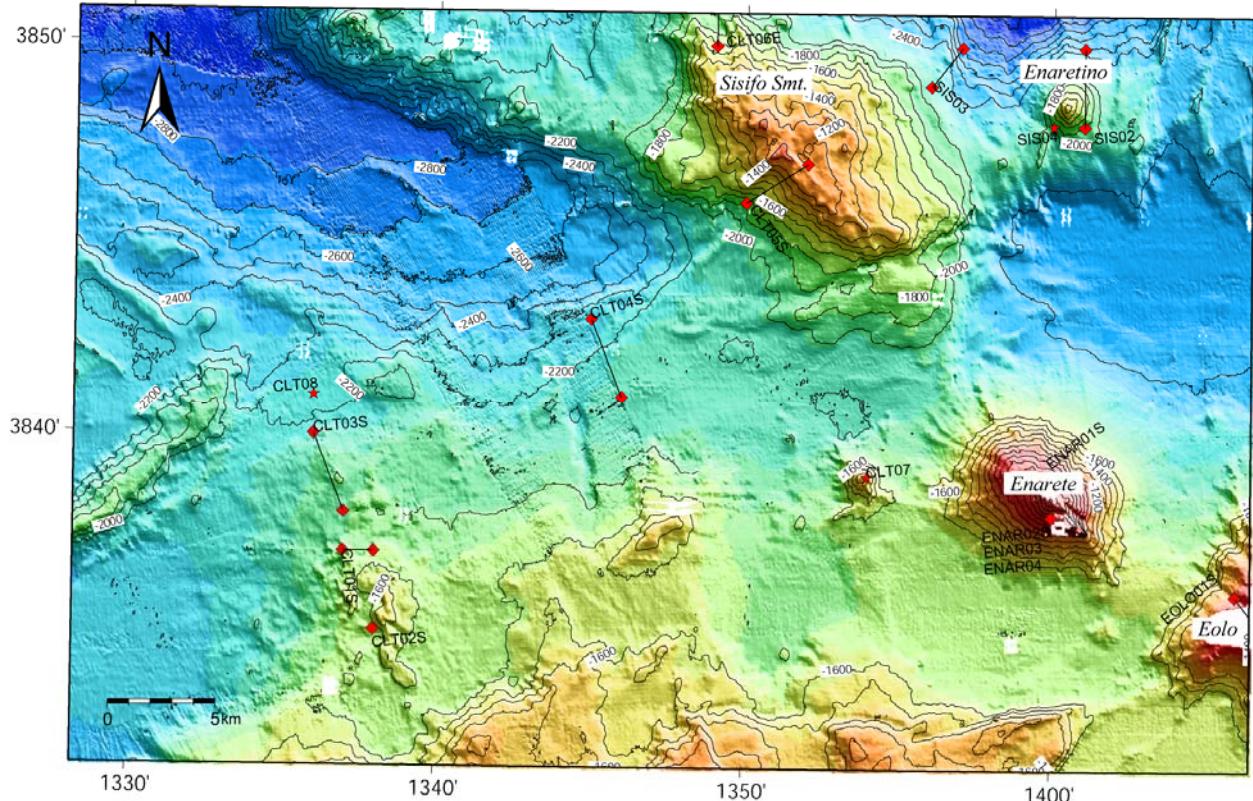
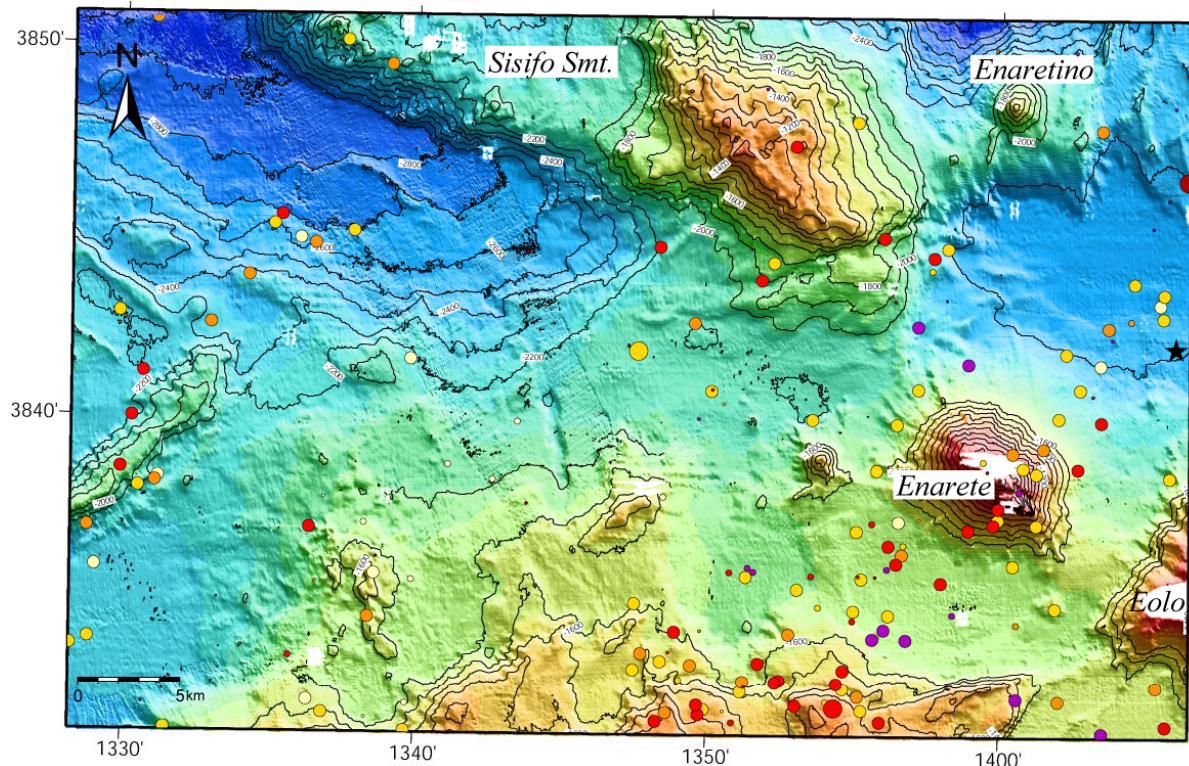


Fig 2.4.1- rappresentazione tipo “shaded relief” della batimetria e localizzazione dei dragaggi (quadrati rossi) e dei carotaggi a gravità (stelle rosse) effettuati durante la campagna oceanografica MAR-98. ENAR = Enarete; SIS = Sisifo; EOLO = Eolo; CLT = Ustica e Filicudi/ Margine settentrionale della Sicilia. In particolare nella Figura i campioni con l’ acronimo CLT sono stati prelevati nella zona dove la colata lavica Prometeo affiora sul fondo mare (da Marani et al., 1999). Le *contour lines* sono ogni 100 m.

2.5 Altro tipo di dato

Informazioni relative alla sismicità recente, storica (Castello et al., 2006; Pondrelli et al., 2006) e strumentale (GRUPPO DI LAVORO CPTI, 2004) derivate da Cataloghi Sismici sono state utilizzate per produrre le mappe con la localizzazione degli ipocentri dei terremoti che hanno interessato il margine settentrionale siciliano (Fig. 2.5.1). La distribuzione dei terremoti, in funzione della profondità ipocentrale e della magnitudo, ha permesso di fare delle correlazioni tra sismicità e strutture tettoniche.



**CATALOGO SISMICITA' ITALIANA INGV
CSI 1981-2002 ISC BULLETIN 1904-2005**

- depth < 2 km
- 2 km < depth < 10 km
- 10 km < depth < 20 km
- 20 km < depth < 30 km
- 30 km < depth < 40 km
- 40 km < depth < 50 km
- depth > 50 km
- non attribuita
- M < 2
- 2 < M < 4
- 4 < M < 5
- 5 < M < 6
- M > 6

**CATALOGO TERREMOTI ITALIANI
INGV CPTI 217 a.C.-1980**

- M < 2
- ★ 2 < M < 4
- ★ 4 < M < 5
- ★ 5 < M < 6
- ★ M > 6

MECCANISMI FOCALI



Pondrelli et al 2006

Fig 2.5.1- rappresentazione tipo "shaded relief" della batimetria e distribuzione della sismicità storica e strumentale lungo il margine settentrionale siciliano. La localizzazione degli ipocentri e i relativi parametri sono ricavati da Castello et al., (2006); Pondrelli et al. (2006); e GRUPPO DI LAVORO CPTI (2004). Le contour lines ogni 100m.

3. Elementi Morfobatimetrici e “pericolosità” geologica

3.1 Sintesi descrittiva del Livello 3

Il foglio Enarete (Fig. 3.1.1) è costituito da una zona meridionale a profondità variabile da 1500 a 2200 m che degrada verso due aree più profonde, il bacino di Enarete e il bacino di Sisifo, localizzate rispettivamente nella parte nordoccidentale e nordorientale del foglio. Le due aree più profonde, che raggiungono la profondità di 2900 m all'estremità nordoccidentale del foglio, sono separate dall'edificio vulcanico di Sisifo allungato in direzione NO-SE. Verso sud, l'apparato di Sisifo è collegato con l'edificio vulcanico di Enarete.

L'edificio di Enarete è leggermente allungato secondo l'asse NNE-SSO e presenta un versante settentrionale con solchi erosivi e creste che sono il risultato di flussi gravitativi che dalle zone sommitali del vulcano sono incanalati verso il bacino di Enarete. I versanti occidentali, orientali e meridionali, non mostrano evidenze di dinamica sedimentaria e sono caratterizzati da creste di origine vulcanica cartografate in modo interpretativo come fessure di alimentazione. Coni vulcanici satelliti sono localizzati sul fianco occidentale e in quello meridionale dell'edificio di Enarete. Una più esatta valutazione della struttura sommitale del vulcano, in particolare per quanto riguarda le possibili zone di alimentazione, anche tramite collassi gravitativi, dei flussi evidenziati sul fianco settentrionale è resa impossibile dalla scarsa copertura dei dati.

Una scarpata con elevazione di 250 m, che corrisponde a una faglia distensiva a direzione N-S, rappresenta il margine occidentale del bacino di Enarete, connette l'edificio di Enarete con quello di Sisifo.

Altre faglie a direzione ENE-OSO tagliono la scarpata meridionale ed occidentale dell'edificio vulcanico di Sisifo. Solchi erosivi e creste nel fianco settentrionale dell'edificio sono il risultato di flussi gravitativi incanalati verso le zone più profonde del bacino tirrenico, poste a nord del limite del presente foglio.

Il bacino di Enarete è limitato verso nord da un rialzo topografico che verso sud è delimitato dal prolungamento orientale della scarpata di faglia che taglia il fianco meridionale di Sisifo. Il rialzo ha origine tettonica come è anche evidenziato da scarpate di faglia di dimensioni più ridotte a direzione N-S una delle quali costituisce il margine orientale dello stesso rialzo. Lungo la faglia E-O che costituisce il limite settentrionale del rialzo tettonico è impostato un ulteriore edificio vulcanico conico denominato Enaretino che è tagliato da una faglia a direzione N-S.

Nella estrema porzione meridionale del foglio è presente un'area relativamente più elevata bordata verso nord da una scarpata discontinua con direzione generale E-O. Essa corrisponde probabilmente a una faglia o a una serie di faglie ad orientazione circa E-O. Il blocco è anche interessato da scarpate a direzione circa N-S che corrispondono a faglie.

Un ulteriore alto topografico di origine tettonica delimitato da scarpate tettoniche con direzione NE-SO è localizzato nella parte sudoccidentale del foglio.

Una peculiarità dell'area è rappresentata da una vasta colata lavica affiorante o sub-affiorante sul fondo marino. Essa è alimentata da edifici vulcanici (cartografati momentaneamente come fessure di alimentazione) localizzati nella parte sudoccidentale del foglio. La colata ha una prevalente direzione di scorrimento verso nord e può essere seguita fino alle parti più settentrionali del foglio dove è confinata in una valle bordata da scarpate di probabile origine tettonica.

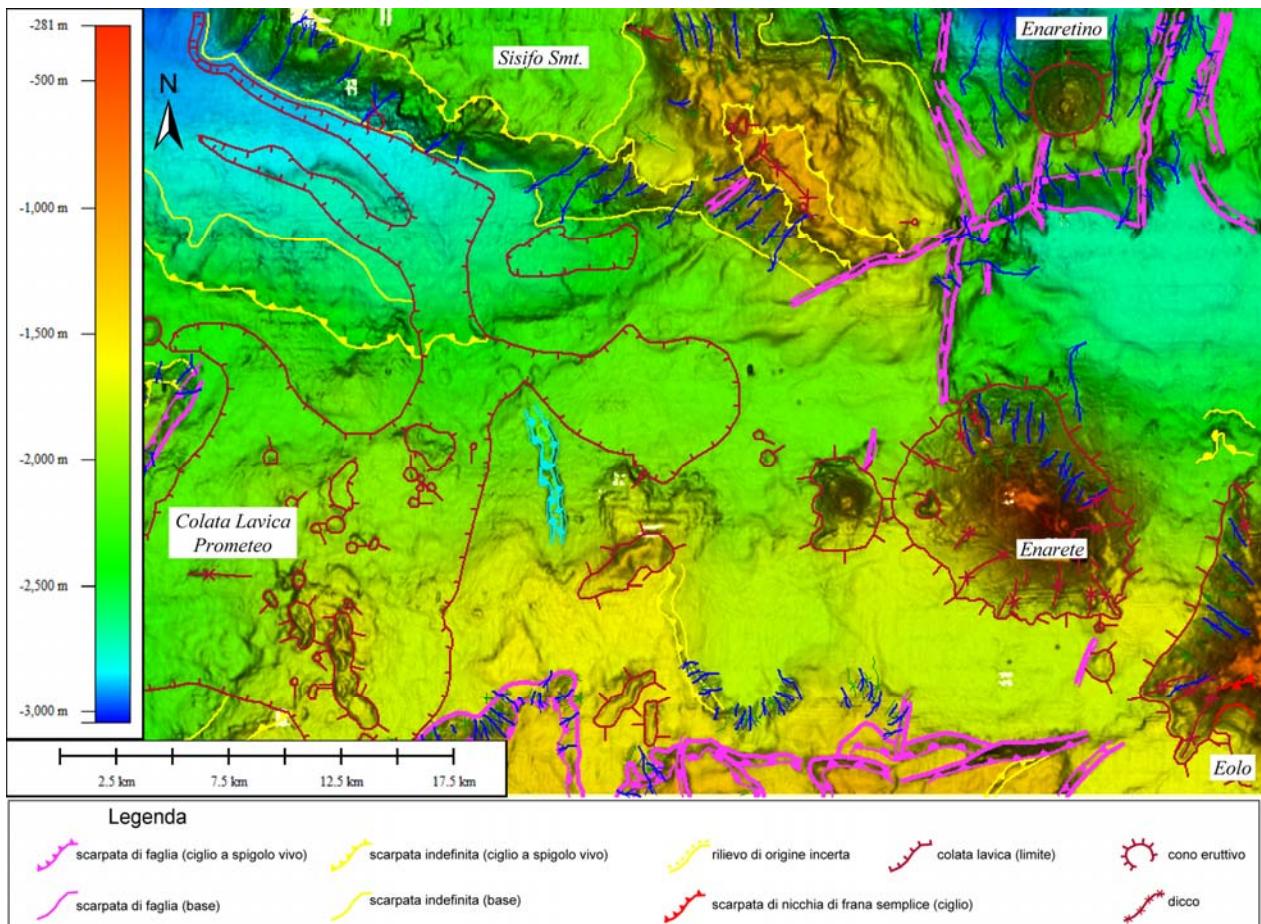


Fig 3.1.1- rappresentazione “shaded relief” della batimetria del Foglio F20 Enarete e carta dei principali Elementi Morfobatimetrici.

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

Un aspetto importante in termini di pericolosità geologica, che potrebbe sfuggire dalla singola rappresentazione degli Elementi Morfobatimetrici, è il fatto che gli apparati vulcanici di Eolo, Enarete ed Enaretino sono attivi, anche se attualmente il loro potenziale eruttivo non è stato ancora verificato.

La distribuzione della sismicità dedotta dai cataloghi dei terremoti mostra inoltre che l’area all’interno del Foglio 20 è caratterizzata da una diffusa sismicità a livello crostale, con ipocentri ubicati a prevalentemente a profondità tra i 10 ed i 30 km. La sismicità è concentrata non solo in prossimità del vulcano Enarete ma si distribuisce anche lungo le principali scarpate di faglia suggerendone un potenziale sismogenetico.

3.3 Bibliografia citata

Argus, D. F., R. G. Gordon, C. De Mets, and S. Stein. 1989. Closure of the Africa-Eurasia-North America plate motion circuit and tectonics of the Gloria Fault. *J. Geophys. Res.*, 94, 5585– 5602.

Beccaluva, L., Gabbianelli, G., Lucchini, F., Rossi, P.L., Savelli, C., 1985. Petrology and K/Ar ages of volcanics dredged from the Eolian seamounts: implications for geodynamic evolution of the southern Tyrrhenian basin. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **74**, 187-208.

Bortoluzzi, G., Carrara, G., Fabretti, P., Gamberi, F., Marani, M., Penitenti, D., Stanghellini, G., Tonani, M., Zitellini, N., Bonazzi, C., Lippolis, S., Musacchio, M. Daviddi, A., Diroma,

- G., Ferrarini, A., Leotta, A., Gilod, D., Nikaronenkov, B., Efimov, V. & Erofeev, S., 1999. Swath bathymetry and geophysical survey of the Tyrrhenian sea report on bathymetric, magnetic and gravimetric investigations during cruises TIR96 and TIR99. *IGM technical Report*, **52**.
- Castello B., Selvaggi G., Chiarabba C., Amato A., 2006. CSI Catalogo della sismicità italiana 1981-2002, versione 1.1. INGV-CNT, Roma <http://www.ingv.it/CSI/>.
- De Mets, C., R. G. Gordon, D. F. Argus, and S. Stein,. 1990. Current plate motions. *Geophys. J. Int.*, **101**, 425– 478.
- Dekov, V., Kamenov, G.D., Stummeyer, J., Thiry, M., Savelli, C., Shanks, W.C., Fortin, D., Kuzmann, E., Vértes A., 2007. Hydrothermal nontronite formation at Eolo Seamount (Aeolian volcanic arc, Tyrrhenian Sea). *Chemical Geology*, **245**, 103–119.
- Dewey, J. F., M. L. Helman, E. Turco, D. H. W. Hutton, and S. D. Knott. 1989. Kinematics of the western Mediterranean, in Alpine Tectonics, edited by M. P. Coward and D. Dietrich, *Geol. Soc. Spec. Publ.*, **45**, 265– 283.
- Favali, P., De Santis, A., D'Anna, G., Di Sabatino, B., Sedita, M. e Rubino, E., 2006. A new active volcano in the Thyrrenian sea? *ANNALS OF GEOPHYSICS*, VOL. 49, N. 2/3, April/June 2006
- GRUPPO DI LAVORO CPTI (2004). – *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI/04)*. INGV, Bologna.
- Kastens, K.A. et al., 1988. ODP Leg 107 in the Tyrrhenian Sea: insight into passive margin and back-arc basin evolution. *Geol. Soc. Am. Bull.* **100**, 1140-1156.
- Kastens, K.A., et al., 1990. The geological evolution of the Tyrrhenian Sea: an introduction to the scientific results of ODP Leg 107. In: Kastens, K.A., Mascle, J., et al. (Eds.), *Proceedings of the ODP, Scientific Results 107*, pp. 3-26.
- Kastens, K.A., and Mascle, J. 1990. The geological evolution of the Tyrrhenian Sea: An introduction to the scientific results of ODP Leg 107, in Kastens, K.A., Mascle, J., et al., *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Volume 107*: College Station, Texas, Ocean Drilling Program, p. 3–26.
- Malinverno, A., and W. B. F. Ryan, Extension in the Tyrrhenian Sea and shortening in the Apennines as result of arc migration driven by slab sinking in the lithosphere, *Tectonics*, **5**, 227–245, 1986.
- Maramai, A., Graziani, L., Tinti, S. (2005). Tsunamis in the Aeolian Islands (southern Italy): a review. *Mar. Geol.*, **215**, 11–21.
- Marani, M.P. & Gamberi, F., 2004. Distribution and nature of submarine volcanic landforms in the Tyrrhenian Sea: the arc vs the back-arc In: Marani, M. P., Gamberi, F., Bonatti, E. (Eds) From seafloor to deep mantle: Architecture of the Tyrrhenian backarc basin. *APAT, Mem. Desc. Carta Geol. d'It.*, **44**, pl. 1-2.
- Marani, M.P. & Trua, T., 2002. Thermal constriction and slab tearing at the origin of a superinflated spreading ridge: Marsili volcano (Thyrrhenian Sea). *J. Geophys. Res.*, **107** (B9), 2188, doi:10.1029/2001JB000285.
- Marani, M.P., Gamberi, F., Casoni, L.; Carrara, G., Landuzzi, V., Musacchio ,M., Penitenti, D., Rossi, L., Trua, T., 1999. New rock and hydrothermal samples from the southern Tyrrhenian sea: the MAR-98 research cruise. *Giornale di geologia*, **61**, 3-24
- Pondrelli, S., Salimbeni S., Ekström G., Morelli A., Gasperini P. & Vannucci G., 2006. *The Italian CMT dataset from 1977 to the present*. *Phys. Earth Plan. Int.*, **159/3-4**: 286-303.
- Sartori, R., 1990. The main results of ODP Leg 107 in the frame of Neogene to Recent geology of peri-Tyrrhenian areas, In: Kastens, K.A., Mascle, J., et al. (Eds.), *Proceedings of the ODP, Scientific Results 107*, pp. 715-730.
- Savelli, C. 1988. Late Oligocene to Recent episodes of magmatism in and around the Tyrrhenian Sea; implications for the processes of opening in a young inter-arc basin of intra-orogenic (Mediterranean) type, *Tectonophysics*, **146**, 163– 181.

- Serri, G., Innocenti, F., and Manetti, P. 2001. Magmatism from Mesozoic to Present: Petrogenesis, time-space distribution and geodynamic implications, *in* Vai, G.B., and Martini, P.I., eds., Anatomy of a Mountain: The Apennines and the Adjacent Mediterranean Basins: Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, p. 77–104.
- Trua, T., Serri, G., Marani, M.P., 2003. Lateral flow of African mantle below the nearby Tyrrhenian plate: geochemical evidence. *Terra Nova*, Vol. **15** (Nr. 6), 433-440, doi: 10.1046/j.1365-3121.2003.00509.
- Ward, S. N. 1994. Constraints on the seismotectonics of the central Mediterranean from very long baseline interferometry. *Geophys. J. Int.*, 117, 441–452.
- Zitellini, N., F. Trincardi, M. Marani, and A. Fabbri. 1986. Neogene tectonics of the northern Tyrrhenian Sea, *Giorn. Geol.*, 48(1/2), 25– 40.

4. Punti di Criticità presenti nel Foglio

4.1 F20_PC1_Apparato Vulcanico Enaretino e zona a faglie distensive con direzione N-S e NNE-SSO.

4.1.1 Riassunto

Il punto di criticità F20_PC1 è connesso principalmente a possibili episodi eruttivi, anche a carattere esplosivo, da parte del vulcano Enaretino (Fig.1 PC1_F20). Inoltre, la presenza di un sistema di faglie attive attorno a questa struttura potrebbe favorire fenomeni di instabilità gravitativa e la conseguente generazione di frane sottomarine e possibili tsunami.

4.1.2 Tipo di rischio

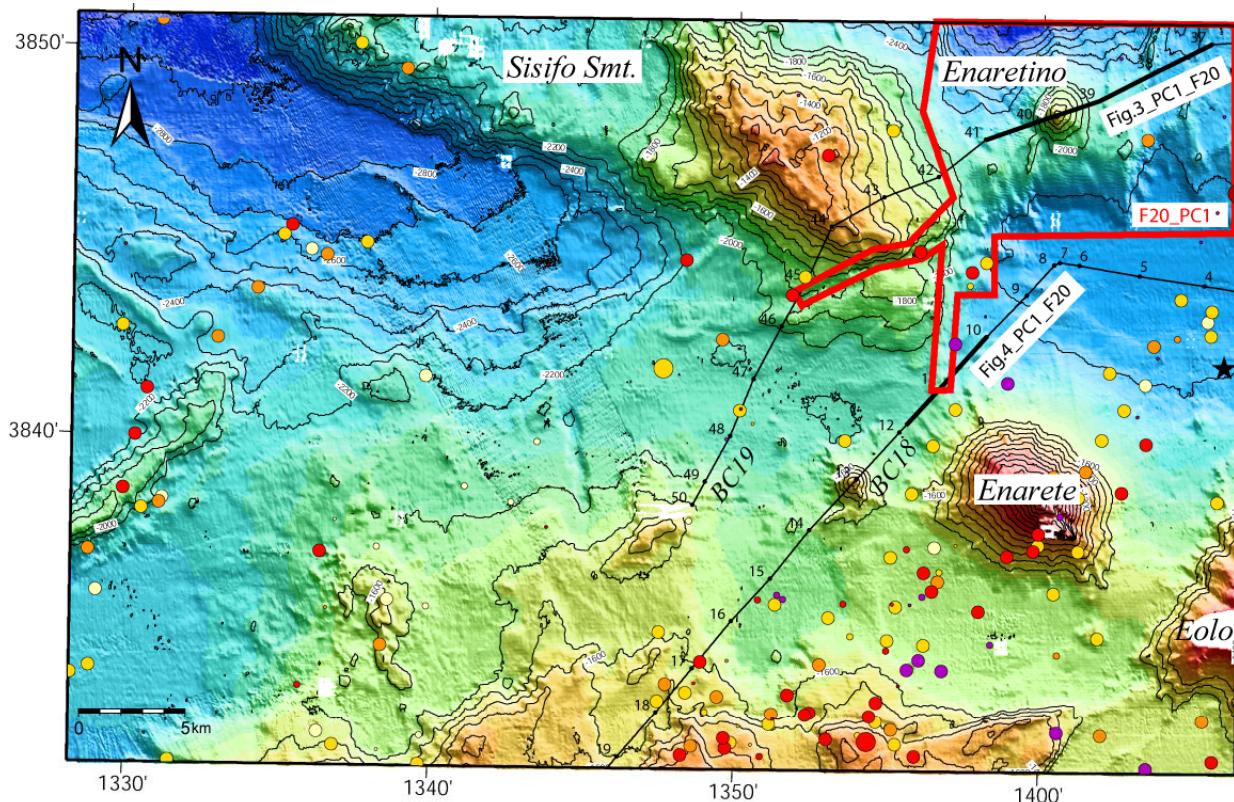
Vulcano sottomarino potenzialmente attivo con possibilità di episodi eruttivi a carattere esplosivo; terremoti sottomarini con potenzialità di innesco di frane sottomarine e tsunami.

4.1.3 Descrizione del lineamento

Il Vulcano Enaretino presenta una forma conica con diametro di 3,5 km, si eleva dalla piana batiale del bacino di Enarete (2650 m) per più di 1000 m, fino a raggiungere, sulla sua sommità, la profondità di 1500 m (Fig.2 PC1_F20). Nella Fig3 PC1_F20, il profilo sismico BC19 mostra le ripide pareti che caratterizzano i fianchi di questo vulcano.

Ad est, l'edificio vulcanico è confinato da una serie di scarpate di faglia con orientazione N-S e NNE-SSO e lunghezza (per la sola parte che interessa il foglio) di 10 km. Tali faglie, ubicate a una profondità media di 2100 m generano sul fondo mare un rigetto di 200 m (Fig.2 PC1_F20). Un'altra scarpata di faglia con direzione N-S e lunghezza di circa 5 km termina bruscamente sul lato ovest di Enaretino alla profondità di circa 2000 m.

Verso ovest, una serie di scarpate di faglia con rigetti superiori ai 200 m confinano il lato orientale del complesso di Sisifo. Una scarpata con altezza di 250 m, che rappresenta il margine occidentale del bacino di Enarete e connette l'edificio di Enarete con quello di Sisifo, corrisponde a una faglia distensiva a direzione N-S. La porzione terminale di tale struttura è visibile in Fig.4 PC1_F20.



**CATALOGO SISMICITA' ITALIANA INGV
CSI 1981-2002 ISC BULLETIN 1904-2005**

- depth < 2 km
- 2 km < depth < 10 km
- 10 km < depth < 20 km
- 20 km < depth < 30 km
- 30 km < depth < 40 km
- 40 km < depth < 50 km
- depth > 50 km
- non attribuita
- M < 2
- 2 < M < 4
- 4 < M < 5
- 5 < M < 6
- M > 6

**CATALOGO TERREMOTI ITALIANI
INGV CPTI 217 a.C.-1980**

- M < 2
- ★ 2 < M < 4
- ★ 4 < M < 5
- ★ 5 < M < 6
- ★ M > 6

MECCANISMI FOCALI



Pondrelli et al 2006

Fig 1 PC1_F20- rappresentazione tipo "shaded relief" della batimetria del Foglio F20 Enarete (le *contour lines* sono ogni 100 m) ed ubicazione del poligono del punto di criticità F20_PC1. Sono riportate la navigazione delle linee sismiche (Sparker 30 Kj) utilizzate nella descrizione del punto di criticità e la distribuzione della sismicità storica e strumentale. La localizzazione degli ipocentri e i relativi parametri sono ricavati da Castello et al., (2006); Pondrelli et al. (2006); e GRUPPO DI LAVORO CPTI (2004).

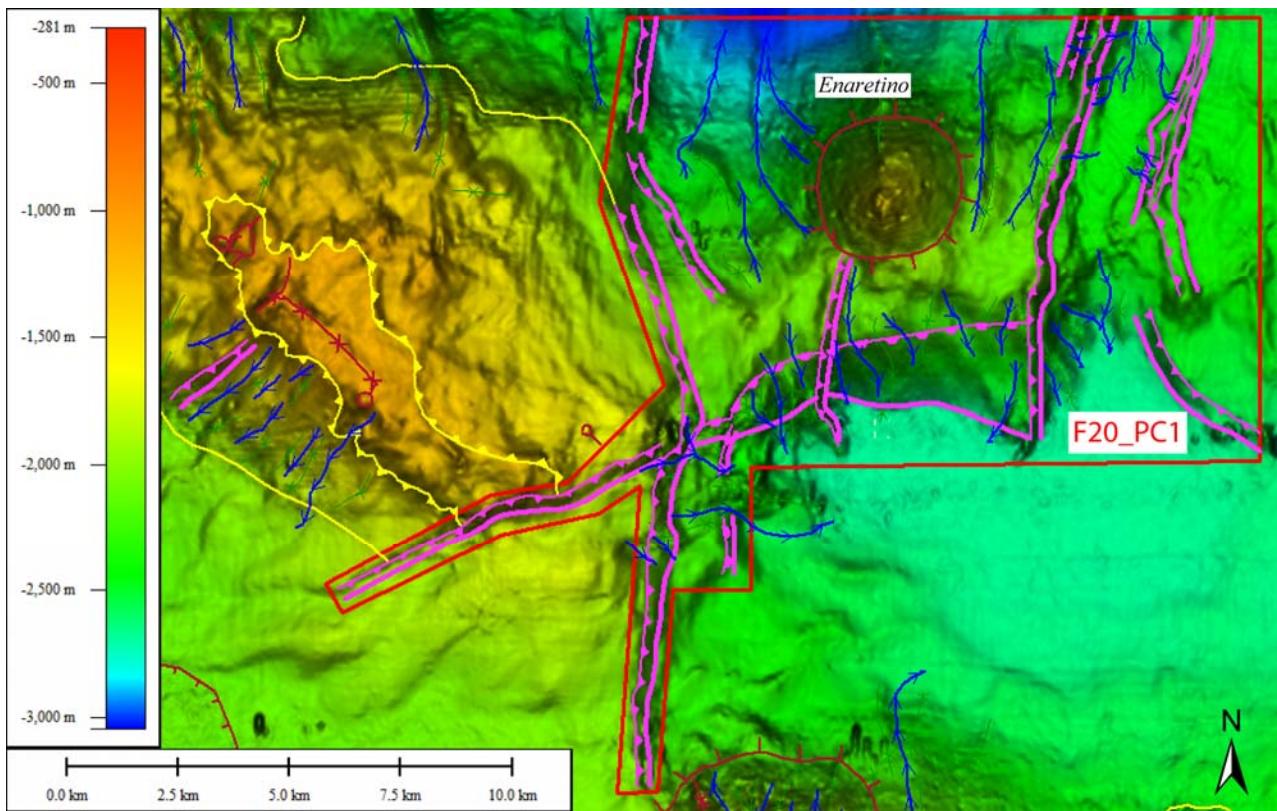


Fig 2 PC1_F20- rappresentazione tipo “shaded relief” del punto di criticità F20_PC1 con sovrapposti i principali elementi morfobatimetrici descritti nel testo.

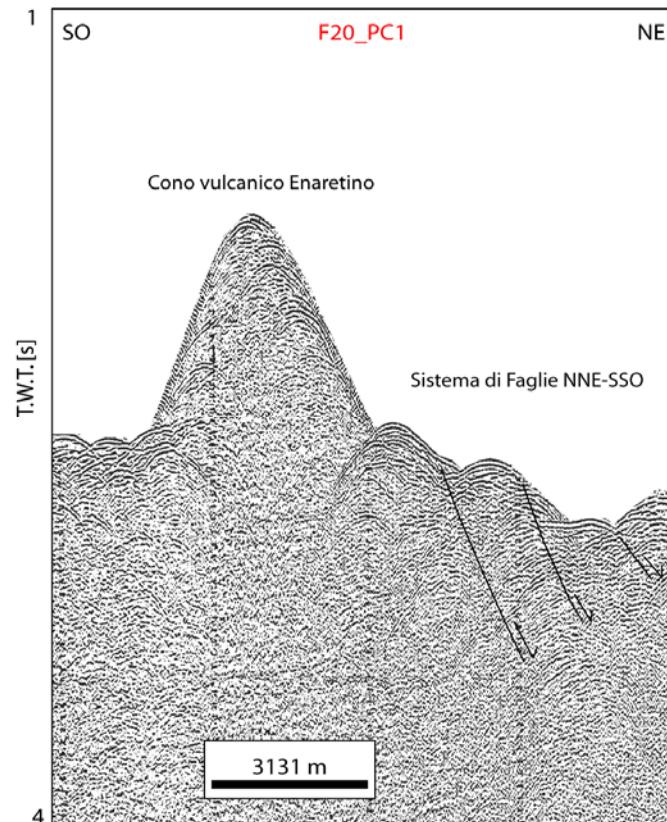


Fig 3 PC1_F20- profilo BC19 (sparker 30 kj) attraverso l'apparato vulcanico Enaretino. Si noti la caratteristica forma conica dell'edificio ed il sistema di faglie orientate NNE-SSO ad esso associato. L'ubicazione del profilo è nella Fig. 1 PC1_F20.

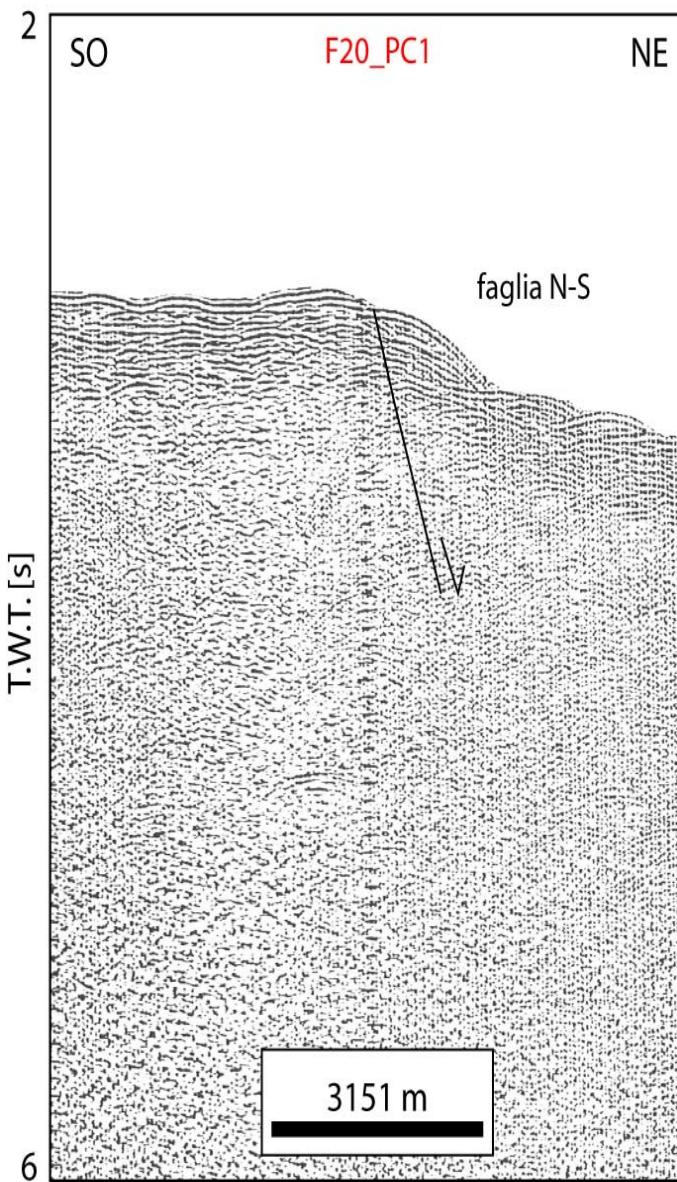


Fig 4 PC1_F20- profilo BC18 (Sparker 30 kj) che interseca il sistema di faglie orientate N-S. Il rigetto di 200 m del fondo mare indica che le faglie hanno attività recente. L'ubicazione del profilo è nella Fig. 1 PC1_F20.

4.1.4 Rischio potenziale

a) tipo di evoluzione possibile:

il potenziale eruttivo del Vulcano Enaretino ad oggi non è stato ancora verificato. L'insieme di faglie che circondano Enaretino costituisce un rialzo di origine tettonica. Verso sud il rialzo tettonico è confinato da un'imponente scarpata di faglia, con orientazione E-O, con rigetto di 400 m. L'aspetto delle scarpate di faglia che bordano questo rialzo tettonico ne suggerisce una attività recente e quindi le faglie possono essere attive e potenzialmente sismogenetiche.

b) potenziali effetti diretti o indiretti:

ad oggi non siamo in possesso di informazioni relative al potenziale eruttivo del Vulcano

Enaretino. Dati geologici e geofisici indicano che le faglie che circondano Enaretino e delimitano il rialzo tettonico adiacente al complesso di Sisifo sono attive.

Si possono attendere terremoti legati prevalentemente all'attività delle faglie, con conseguente potenziale di innesco di frane sottomarine e tsunami.

c) beni esposti agli effetti dell'evento:

i rischi maggiori potrebbero essere per l'isola di Alicudi che si trova a SE del punto di criticità, a circa 50 km di distanza; ma non sono da escludere ripercussioni anche lungo le coste della Sicilia Settentrionale.

d) tempi di ricorrenza e stato di attività presunto:

non esistono informazioni relative ad eventi storici di tsunami nelle isole Eolie Occidentali. Gli unici eventi documentati negli ultimi 100 anni riguardano Stromboli, Vulcano e Salina (Maramai *et al.*, 2005).

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

Non sono disponibili dati circa l'attività pregressa del Vulcano Enaretino.

f) dati disponibili nell'area:

le osservazioni, relative al punto di criticità, si basano sull'interpretazione geomorfologica di dati batimetrici *multibeam* integrata da informazioni sulle caratteristiche acustiche del fondale marino (*backscatter*) e da informazioni sul sottofondo raggiunto dai profili *Sparker* 30 kj. La maggior parte dei dati batimetrici disponibili sono stati acquisiti nell'ambito del "Progetto Strategico Tirreno" durante due campagne oceanografiche TIR96 e TIR99 (Bortoluzzi *et al.*, 1999; Marani *et al.*, 2004).

I dati sismici disponibili nell'area appartengono a due *dataset* distinti: i) profili sismici *Sparker* 30 kj acquisiti a partire dal 1969 nell'ambito del "Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini" del CNR e ii) profili sismici monocanale acquisiti durante le campagne TIR96 e TIR99.

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.

Bibliografia:

Bortoluzzi, G., Carrara, G., Fabretti, P., Gamberi, F., Marani, M., Penitenti, D., Stanghellini, G., Tonani, M., Zitellini, N., Bonazzi, C., Lippolis, S., Musacchio, M. Daviddi, A., Diroma, G., Ferrarini, A., Leotta, A., Gilod, D., Nikaronenkov, B., Efimov, V. & Erofeev, S., 1999. Swath bathymetry and geophysical survey of the Tyrrhenian sea report on bathymetric, magnetic and gravimetric investigations during cruises TIR96 and TIR99. *IGM technical Report, 52*.

Castello B., Selvaggi G., Chiarabba C., Amato A., 2006. CSI Catalogo della sismicità italiana 1981-2002, versione 1.1. INGV-CNT, Roma <http://www.ingv.it/CSI/>.

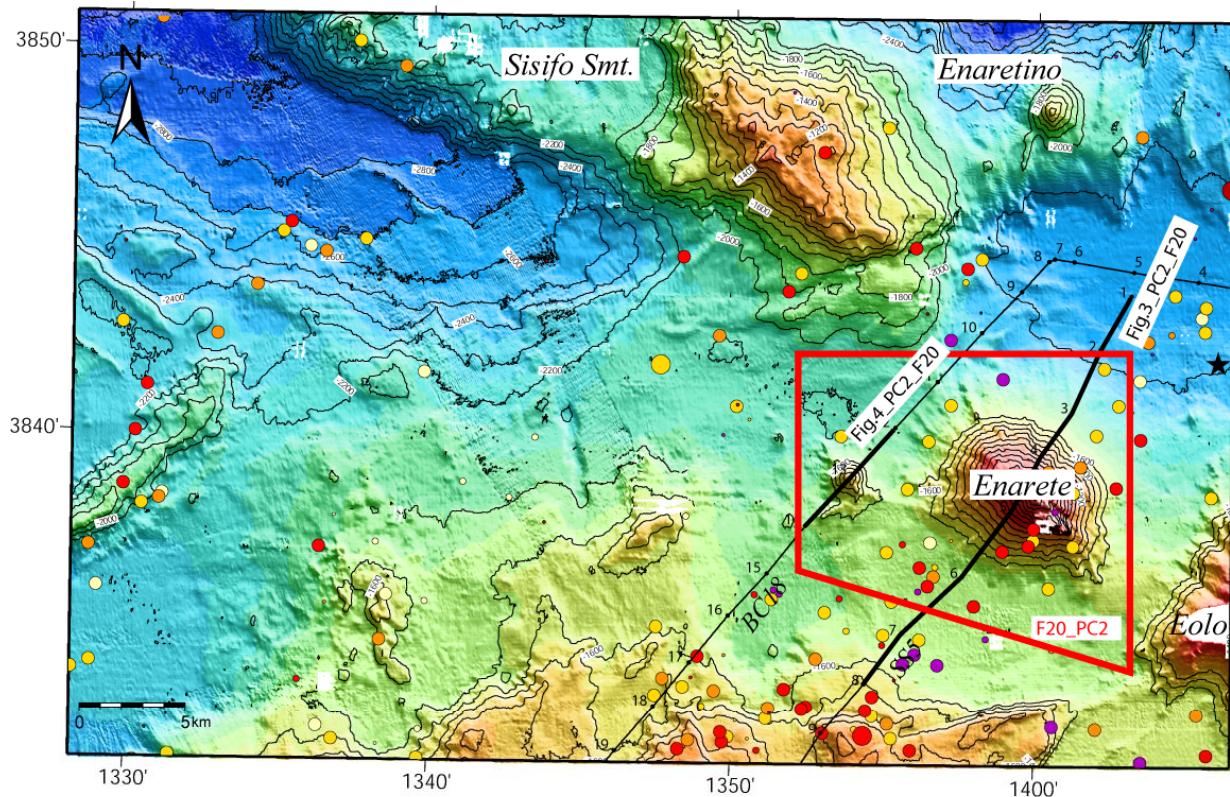
GRUPPO DI LAVORO CPTI (2004). – Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04). INGV, Bologna.

- Maramai, A., Graziani, L., Tinti, S. (2005). Tsunamis in the Aeolian Islands (southern Italy): a review. *Mar. Geol.*, **215**, 11–21.
- Marani, M.P. & Gamberi, F., 2004. Distribution and nature of submarine volcanic landforms in the Tyrrhenian Sea: the arc vs the back-arc In: Marani, M. P., Gamberi, F., Bonatti, E. (Eds) From seafloor to deep mantle: Architecture of the Tyrrhenian backarc basin. *APAT, Mem. Desc. Carta Geol. d'It.*, **44**, pl. 1-2.
- Pondrelli, S., Salimbeni S., Ekström G., Morelli A., Gasperini P. & Vannucci G., 2006. *The Italian CMT dataset from 1977 to the present*. *Phys. Earth Plan. Int.*, **159/3-4**: 286-303.

4.2 F20_PC2_Apparato Vulcanico di Enarete

4.2.1 Riassunto

Questo punto di criticità è rappresentato dall'edificio vulcanico di Enarete e dal cono laterale che si sviluppa sul suo fianco e che contribuisce alla costruzione dell'apparato vulcanico (Fig.1 PC2_F20).



**CATALOGO SISMICITA' ITALIANA INGV
CSI 1981-2002 ISC BULLETIN 1904-2005**

- depth < 2 km
- 2 km < depth < 10 km
- 10 km < depth < 20 km
- 20 km < depth < 30 km
- 30 km < depth < 40 km
- 40 km < depth < 50 km
- depth > 50 km
- non attribuita
- M < 2
- 2 < M < 4
- 4 < M < 5
- 5 < M < 6
- M > 6

**CATALOGO TERREMOTI ITALIANI
INGV CPTI 217 a.C.-1980**

- M < 2
- ★ 2 < M < 4
- ★ 4 < M < 5
- ★ 5 < M < 6
- ★ M > 6

MECCANISMI FOCALI



Pondrelli et al 2006

Fig 1 PC2_F20 - rappresentazione tipo "shaded relief" della batimetria del Foglio F20 Enarete (le *contour lines* sono ogni 100 m) ed ubicazione del poligono del punto di criticità F20_PC2. Sono riportate la navigazione delle linee sismiche (Sparker 30 Kj) utilizzate nella descrizione del punto di criticità e la distribuzione della sismicità storica e strumentale. La localizzazione degli ipocentri e i relativi parametri sono ricavati da Castello et al., (2006); Pondrelli et al. (2006); e GRUPPO DI LAVORO CPTI (2004).

4.2.2 Tipo di rischio

Vulcano sottomarino potenzialmente attivo con possibilità di episodi eruttivi a carattere esplosivo, fenomeni di instabilità gravitativa, frane sottomarine, tsunami.

4.2.3 Descrizione del lineamento

L'edificio vulcanico di Enarete è leggermente allungato secondo l'asse NNO-SSE ma, nel suo insieme, conserva una forma conica (Fig.2 PC2_F20). Dragaggi effettuati sulla sua

sommittà posta a 326 m circa, hanno recuperato rocce basaltiche datate 0.78-0.67 Ma (Beccaluva et al., 1985). Enarete ha forma asimmetrica (Fig.3 PC2_F20), il suo fianco settentrionale termina a profondità maggiori di quello meridionale (rispettivamente 1700 m e 1450 m). Il versante settentrionale mostra solchi erosivi e creste che sono il risultato di flussi gravitativi che, dalle zone sommitali del vulcano, vengono incanalati verso il bacino di Enarete. I versanti occidentali, orientali e meridionali, non mostrano evidenze di dinamica sedimentaria e sono caratterizzati da creste di origine vulcanica cartografate come dicchi (Fig.2 PC2_F20). Coni vulcanici satelliti sono localizzati sul fianco occidentale e in quello meridionale dell'edificio di Enarete. Una più esatta valutazione della struttura sommitale del vulcano, in particolare per quanto riguarda le possibili zone sorgente, anche tramite collassi gravitativi, dei flussi evidenziati sul fianco settentrionale è resa impossibile dalla scarsa copertura dei dati attualmente disponibili.

Ad ovest dell'edificio principale si osserva un cono laterale con un diametro di circa 2.5 km e un'altezza di circa 550 m raggiungendo sulla sommità la profondità di 1350 m (Fig.4 PC2_F20). Alla base di questa struttura, alcuni dicchi sono disposti in modo radiale e si sviluppano prevalentemente lungo il margine meridionale del cono con lunghezze variabili tra gli 800 ed i 1600 m.

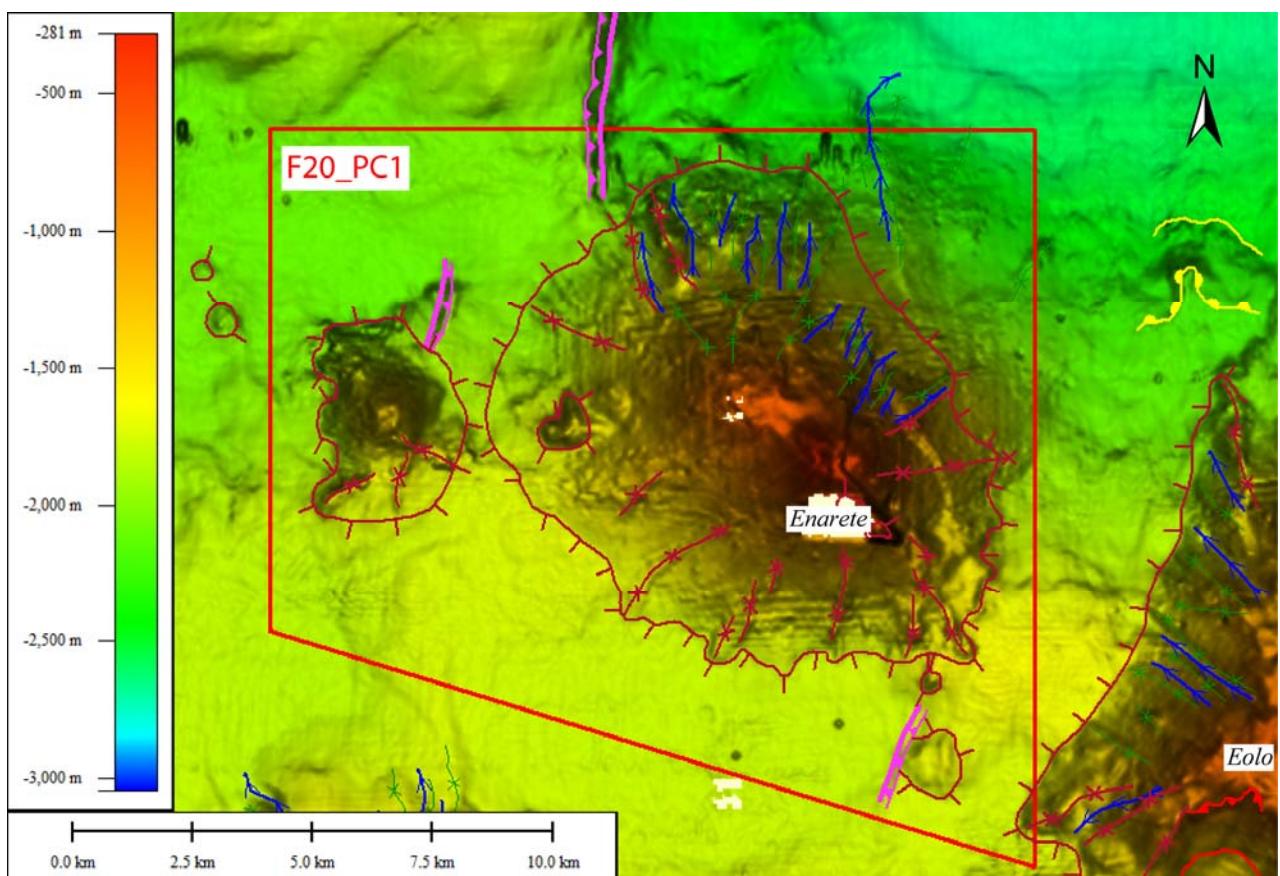


Fig 1 PC2_F20 - rappresentazione tipo “shaded relief” del punto di criticità F20_PC2. con sovrapposti i principali elementi morfobatimetrici descritti nel testo.

4.2.4 Rischio potenziale

a) tipo di evoluzione possibile:

E' possibile ipotizzare una potenziale instabilità del fianco settentrionale del vulcano così come evidenziata dai flussi gravitativi canalizzati. La possibilità di eruzioni, anche a carattere esplosivo non può essere esclusa nel settore meridionale del vulcano, dove oltre

all'assenza di dinamica sedimentaria e prevalenza di attività vulcanica effusiva, è documentata una diffusa attività sismica con terremoti di medio-alta magnitudo a profondità crostali (Fig.1 PC2_F20).

b) potenziali effetti diretti o indiretti:

Le evidenze geologiche, geofisiche e sismologiche indicano la possibilità di fenomeni di instabilità gravitativa lungo il fianco settentrionale del vulcano. Al contrario, possibili eruzioni e fenomeni di instabilità legati ad attività sismica sono possibili lungo quello meridionale. Tale situazione si traduce in potenziali frane sottomarine che potrebbero innescare tsunami.

c) beni esposti agli effetti dell'evento:

Oltre alla rete di cavi a fibre ottiche e alle altre infrastrutture posate sul fondo del mare, le isole di Alicudi e Filicudi potrebbero considerarsi luoghi a rischio.

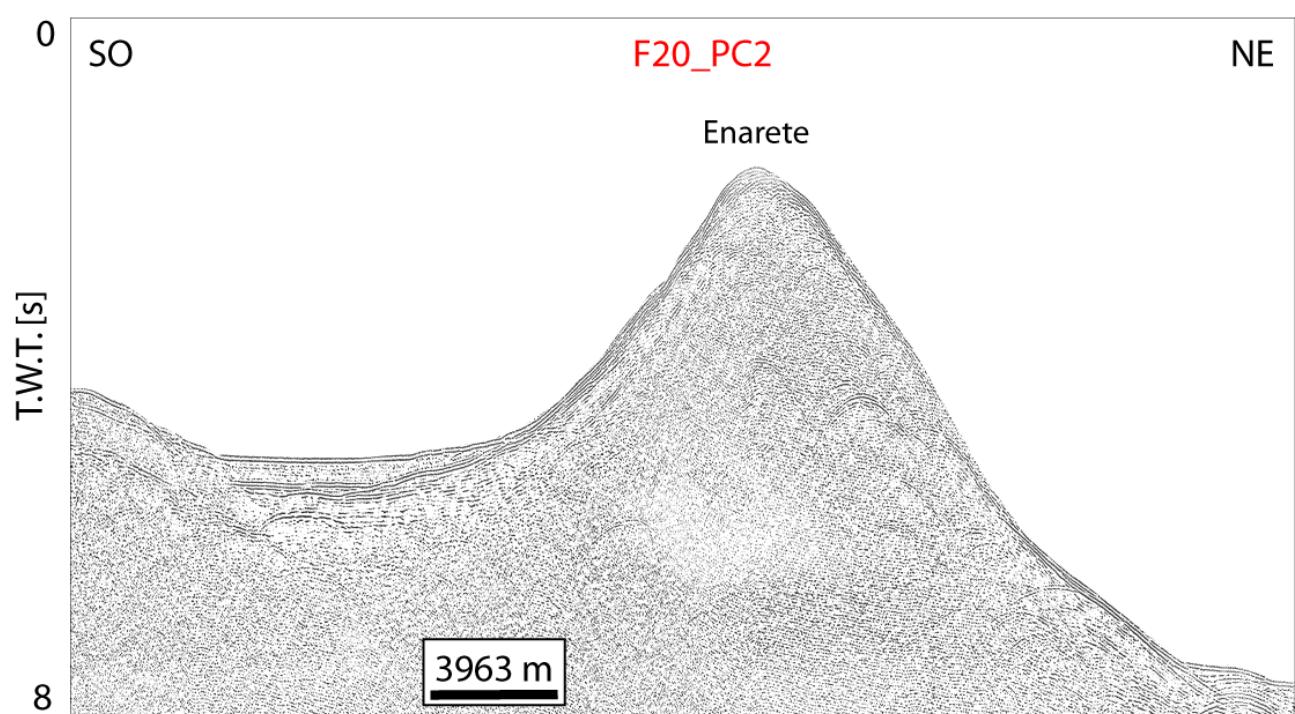


Fig 3 PC2_F20- profilo sismico SS5 (sparker 30 Kj) attraverso l'apparato vulcanico di Enarete. La sezione orientata quasi N-S mostra la forte asimmetria dei versanti. L'ubicazione del profilo sismico è nella Fig.1 PC2_f20.

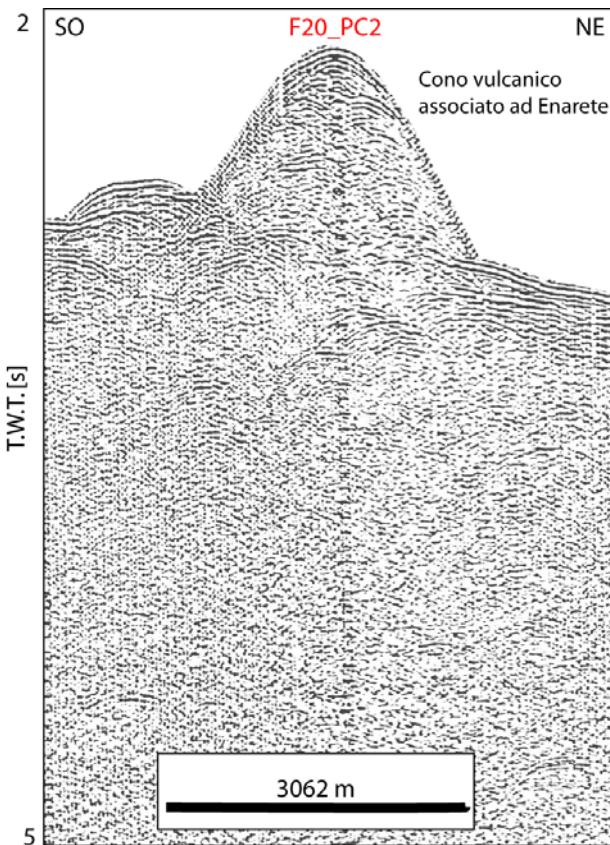


Fig 4 PC2_F20- profilo sismico BC18 (sparker 30 Kj) che attraversa l'apparato vulcanico di forma conica associato al complesso di Enarete. L'ubicazione del profilo sismico è nella Fig.1 PC2_f20.

d) tempi di ricorrenza e stato di attività presunto:

Non ci sono informazioni relative ad eventi storici di tsunami nelle isole Eolie Occidentali. Gli unici eventi documentati negli ultimi 100 anni riguardano Stromboli, Vulcano e Salina (Maramai *et al.*, 2005).

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

nulla da riferire.

f) dati disponibili nell'area:

Le osservazioni, relative al punto di criticità, si basano sull'interpretazione geomorfologica di dati batimetrici *multibeam* integrata da informazioni sulle caratteristiche acustiche del fondale marino (*backscatter*) e da informazioni sul sottofondo raggiunto dai profili *Sparker* 30 kj. La maggior parte dei dati batimetrici disponibili sono stati acquisiti nell'ambito del "Progetto Strategico Tirreno" durante due campagne oceanografiche TIR96 e TIR99 (Bortoluzzi *et al.*, 1999; Marani *et al.*, 2004).

I dati sismici disponibili nell'area appartengono a due *dataset* distinti: i) profili sismici *Sparker* 30 kj acquisiti a partire dal 1969 nell'ambito del "Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini" del CNR e ii) profili sismici monocanale acquisiti durante le campagne TIR96 e TIR99.

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.

Bibliografia:

- Beccaluva, L., Gabbianelli, G., Lucchini, F., Rossi, P.L., Savelli, C., 1985. Petrology and K/Ar ages of volcanics dredged from the Eolian seamounts: implications for geodynamic evolution of the southern Tyrrhenian basin. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **74**, 187-208.
- Bortoluzzi, G., Carrara, G., Fabretti, P., Gamberi, F., Marani, M., Penitenti, D., Stanghellini, G., Tonani, M., Zitellini, N., Bonazzi, C., Lippolis, S., Musacchio, M., Daviddi, A., Diroma, G., Ferrarini, A., Leotta, A., Gilod, D., Nikaronenkov, B., Efimov, V. & Erofeev, S., 1999. Swath bathymetry and geophysical survey of the Tyrrhenian sea report on bathymetric, magnetic and gravimetric investigations during cruises TIR96 and TIR99. *IGM technical Report*, **52**.
- Castello B., Selvaggi G., Chiarabba C., Amato A., 2006. CSI Catalogo della sismicità italiana 1981-2002, versione 1.1. INGV-CNT, Roma <http://www.ingv.it/CSI/>.
- GRUPPO DI LAVORO CPTI (2004). – Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04). INGV, Bologna.
- Maramai, A., Graziani, L., Tinti, S. (2005). Tsunamis in the Aeolian Islands (southern Italy): a review. *Mar. Geol.*, **215**, 11–21.
- Marani, M.P. & Gamberi, F., 2004. Distribution and nature of submarine volcanic landforms in the Tyrrhenian Sea: the arc vs the back-arc In: Marani, M. P., Gamberi, F., Bonatti, E. (Eds) From seafloor to deep mantle: Architecture of the Tyrrhenian backarc basin. *APAT, Mem. Desc. Carta Geol. d'It.*, **44**, pl. 1-2.
- Pondrelli, S., Salimbeni S., Ekström G., Morelli A., Gasperini P. & Vannucci G., 2006. The Italian CMT dataset from 1977 to the present. *Phys. Earth Plan. Int.*, **159/3-4**: 286-303.

4.3 F20_PC3_Apparato Vulcanico di Eolo

4.3.1 Riassunto

Il punto di criticità F20_PC3 è costituito dal fianco occidentale del vulcano Eolo (Fig.1 PC3_F20). Per una maggiore completezza nella descrizione, si rimanda al **F19 PC1 Vulcano Eolo** del Foglio 19 Alicudi.

4.3.2 Tipo di rischio

Vulcano sottomarino potenzialmente attivo.

4.3.3 Descrizione del lineamento

Il vulcano Eolo si trova immediatamente a ovest dell'isola di Alicudi. Esso presenta una forma leggermente allungata in direzione NO-SE e si estende per circa 14 km.

Presenta una sommità relativamente piatta sulla quale si è sviluppata una caldera con dimensioni di 3 km per 2 km, a profondità di 800 m. Questa caldera è circondata da alcuni piccoli alti allungati in direzione NO-SE. Esclusivamente nella sua terminazione sud-orientale la parte sommitale confluisce in una scarpata profonda 300 m circondata da una serie di piccoli edifici conici riolitici (Marani & Gamberi, 2004). I coni si distribuiscono attorno a questa piccola depressione che sembra essere il risultato di un fenomeno di collasso del fianco meridionale di Eolo.

Il vulcano è formato da rocce basaltiche, riolitiche e dacitiche, datate all'intervallo 0,85-

0,77 Ma (Beccaluva *et al.*, 1985). Sulla scarpata del vulcano sono state effettuate delle campionature: 4 draghe e 3 carotaggi a gravità, a profondità comprese tra 1300 e 600 m (Marani *et al.*, 1999). Una delle carote sulla scarpata SE ha portato alla luce prodotti idrotermali rappresentati da croste rosse di ossidi ed idrossidi di ferro variamente consolidate. In alcuni casi lava alterata mescolate ad argille verdi sono un ulteriore indizio di attività idrotermale. Una delle carote conteneva nontronite, indicatore di idrotermalismo (Dekov *et al.*, 2007).

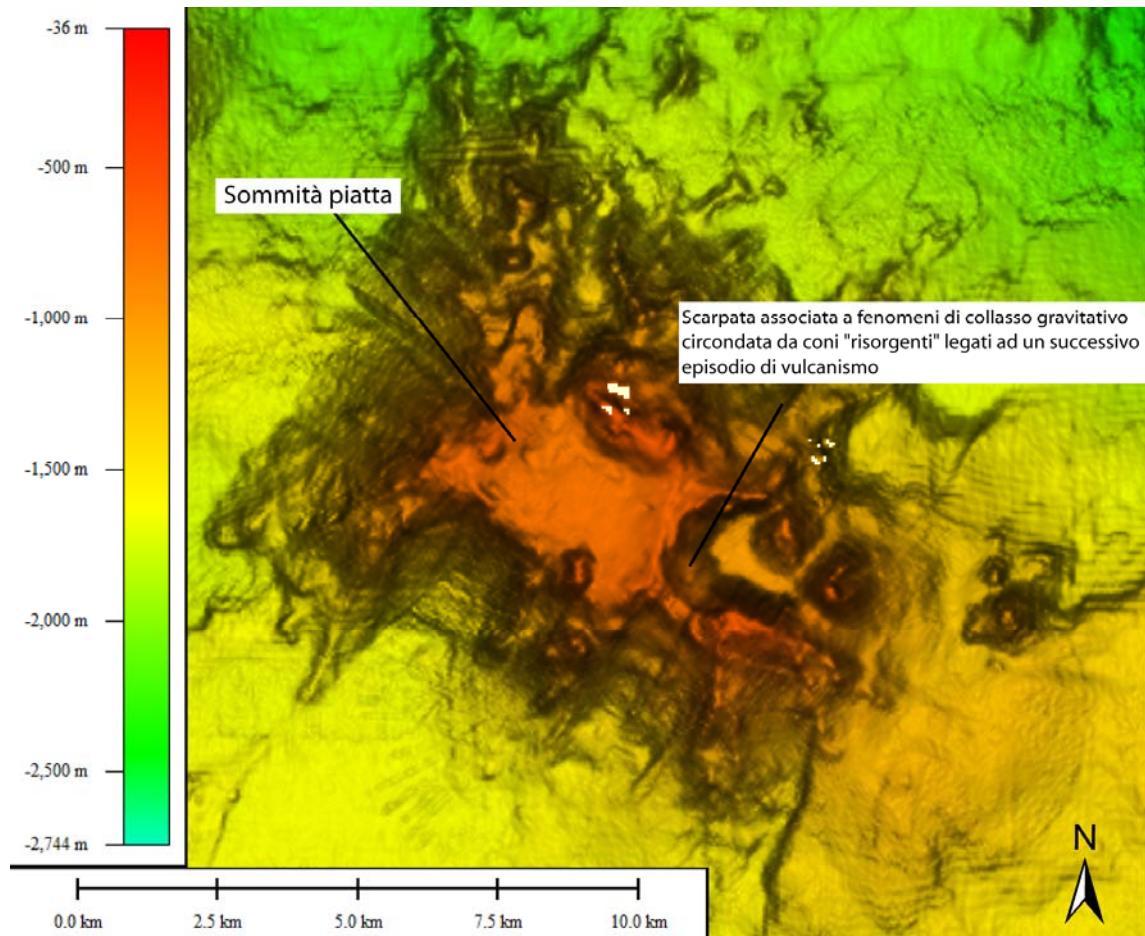


Fig 1 PC3_F20- rappresentazione tipo “shaded relief” del Vulcano Eolo.

4.3.4 Rischio potenziale

a) tipo di evoluzione possibile:

I fianchi del vulcano Eolo presentano solchi erosivi e piccole nicchie di frana separati da allineamenti vulcanici che indicano la possibilità di innesco di fenomeni gravitativi. Eolo è un vulcano il cui potenziale eruttivo non è stato ancora verificato ma la presenza di una caldera ne suggerisce comunque una possibile attività catastrofica. I ripetuti fenomeni di collasso e di frana dalle sue scarpate sia settentrionali che meridionali ne suggeriscono inoltre un'elevata pericolosità per quanto riguarda i fenomeni di collasso. Per una descrizione più dettagliata si rimanda al F19_PC1.

b) potenziali effetti diretti o indiretti:

L'attività di Eolo non è confermata da testimonianze storiche, ma le evidenze geofisiche e geologiche suggeriscono forte instabilità sui fianchi, causata probabilmente da fenomeni di esplosione e formazione di caldera e coni vulcanici ad essa associati.

c) beni esposti agli effetti dell'evento:

il rischio può interessare l'isola di Alicudi che potrebbe essere investita da un'onda di maremoto innescata dal collasso dei fianchi del vulcano

d) tempi di ricorrenza e stato di attività presunto:

I tempi di ricorrenza e lo stato di attività presunto non sono definibili sulla base dei dati in nostro possesso.

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

non sono disponibili informazioni dettagliate relative ad eventi pregressi, anche se la caldera presente nella parte SE del vulcano sembra indicare una attività esplosiva.

f) dati disponibili nell'area:

le osservazioni, relative al punto di criticità, si basano sull'interpretazione geomorfologica di dati batimetrici *multibeam* integrata da informazioni sulle caratteristiche acustiche del fondale marino (*backscatter*) e da informazioni sul sottofondo raggiunto dai profili sparker 30 kj. La maggior parte dei dati batimetrici disponibili sono stati acquisiti nell'ambito del "Progetto Strategico Tirreno" durante due campagne oceanografiche TIR96 e TIR99 (Bortoluzzi *et al.*, 1999; Marani *et al.*, 2004) e coprono prevalentemente un range di profondità da circa 700 m a 2700. Dati acquisiti durante le campagne oceanografiche MAGIC-ISMAR 07/09 e 04/10 hanno permesso di integrare i dati pre-esistenti soprattutto nelle aree attorno alle isole in un range di profondità tra i 30 e i 700 m.

I dati sismici disponibili nell'area appartengono a due dataset distinti:

- i) profili sismici sparker 30 kj acquisiti a partire dal 1969 nell'ambito del "Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini" del CNR
- ii) profili sismici monocanale acquisiti durante le campagne TIR96 e TIR99.

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.

Bibliografia:

Beccaluva, L., Gabbianelli, G., Lucchini, F., Rossi, P.L., Savelli, C., 1985. Petrology and K/Ar ages of volcanics dredged from the Eolian seamounts: implications for geodynamic evolution of the southern Tyrrhenian basin. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **74**, 187-208.

Bortoluzzi, G., Carrara, G., Fabretti, P., Gamberi, F., Marani, M., Penitenti, D., Stanghellini, G., Tonani, M., Zitellini, N., Bonazzi, C., Lippolis, S., Musacchio, M., Daviddi, A., Diroma, G., Ferrarini, A., Leotta, A., Gilod, D., Nikaronenkov, B., Efimov, V. & Erofeev, S., 1999. Swath bathymetry and geophysical survey of the Tyrrhenian sea report on bathymetric, magnetic and gravimetric investigations during cruises TIR96 and TIR99. *IGM technical Report*, **52**.

Dekov, V., Kamenov, G.D., Stummeyer, J., Thiry, M., Savelli, C., Shanks, W.C., Fortin, D., Kuzmann, E., Vértes A. (2007). Hydrothermal nontronite formation at Eolo Seamount (Aeolian volcanic arc, Tyrrhenian Sea). *Chemical Geology*, **245**, 103–119.

Marani, M.P. & Gamberi, F., 2004. Distribution and nature of submarine volcanic landforms in the Tyrrhenian Sea: the arc vs the back-arc In: Marani, M. P., Gamberi, F.,

Bonatti, E. (Eds) From seafloor to deep mantle: Architecture of the Tyrrhenian backarc basin. APAT, Mem. Desc. Carta Geol. d'It., 44, pl. 1-2.

[Marani, M.P.](#), [Gamberi, F.](#), [Casoni, L.](#); [Carrara, G.](#), [Landuzzi, V.](#), [Musacchio, M.](#), [Penitenti, D.](#), [Rossi, L.](#), [Trua, T.](#), 1999. New rock and hydrothermal samples from the southern Tyrrhenian sea: the MAR-98 research cruise. [Giornale di geologia](#), 61, 3-24

4.4 F20_PC4_Colata Lavica Recente

4.4.1 Riassunto

Il punto di criticità F20_PC4 è rappresentato da piccoli centri eruttivi (Fig.1 PC4_F20) che hanno dato luogo a una vasta colata lavica recente affiorante o sub-affiorante sul fondo marino (Fig.2 PC4_F20). La colata è stata cartografata nella sua estensione grazie alle immagini di riflettività del fondo mare, acquisite durante la campagna oceanografica TIR96 a bordo del R/V Gelendzik (Marani et al. 1999)

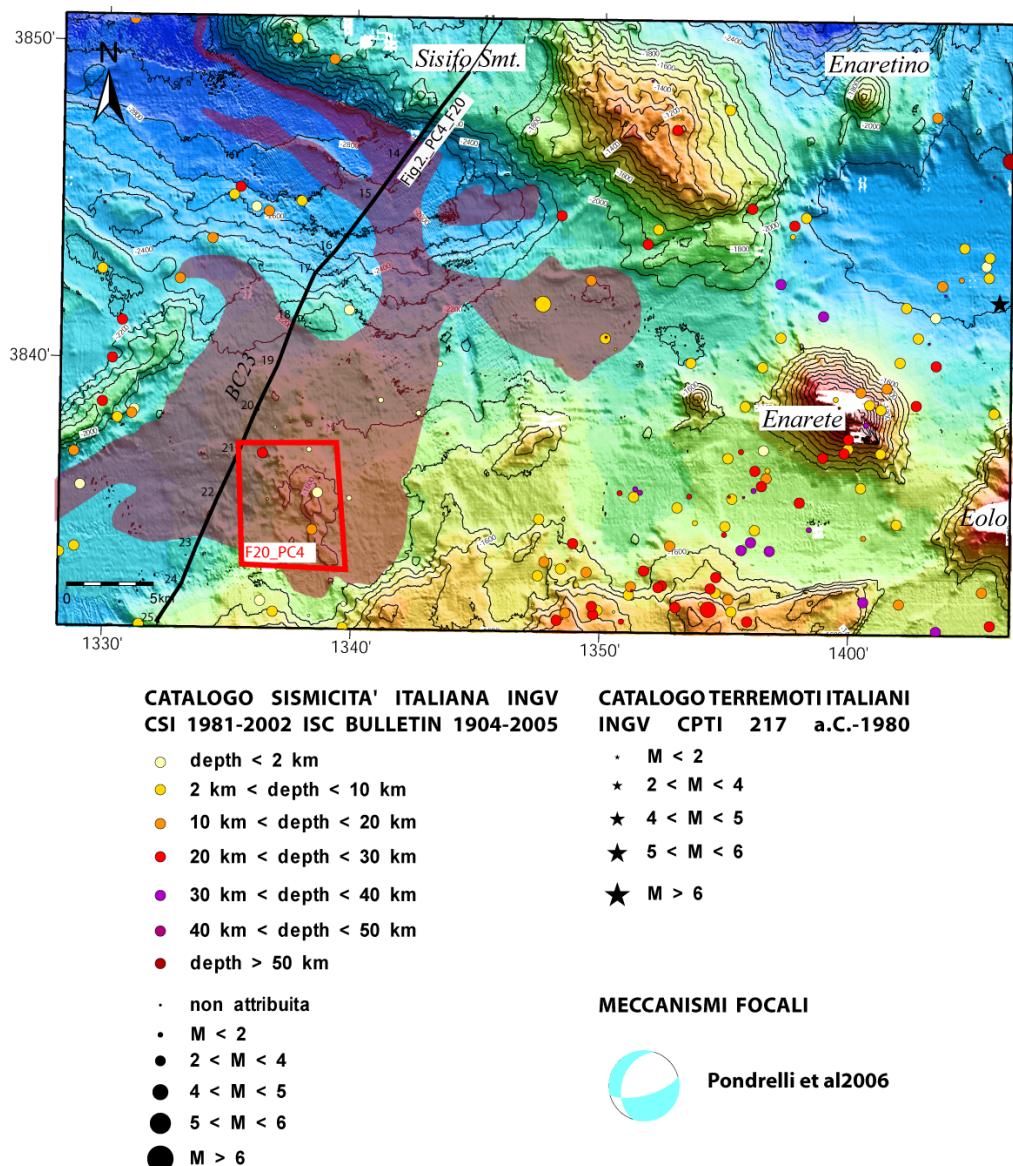


Fig 1 PC4_F20- rappresentazione tipo "shaded relief" della batimetria del Foglio F20 Enarete (le contour lines sono ogni 100 m) ed ubicazione del poligono del punto di criticità F20_PC4. Sono riportate la navigazione delle linee sismiche (Sparker 30 Kj) utilizzate nella descrizione del punto di criticità e la distribuzione della sismicità storica e strumentale. La localizzazione degli ipocentri e i relativi parametri

sono ricavati da Castello et al., (2006); Pondrelli et al. (2006); e GRUPPO DI LAVORO CPTI (2004). In rosso ombreggiato è indicata l'estensione della colata lavica *Prometeo* ricavata dai dati di riflettività del fondo mare estratti dal multibeam Simrad EM12/120 S della campagna oceanografica TIR96.

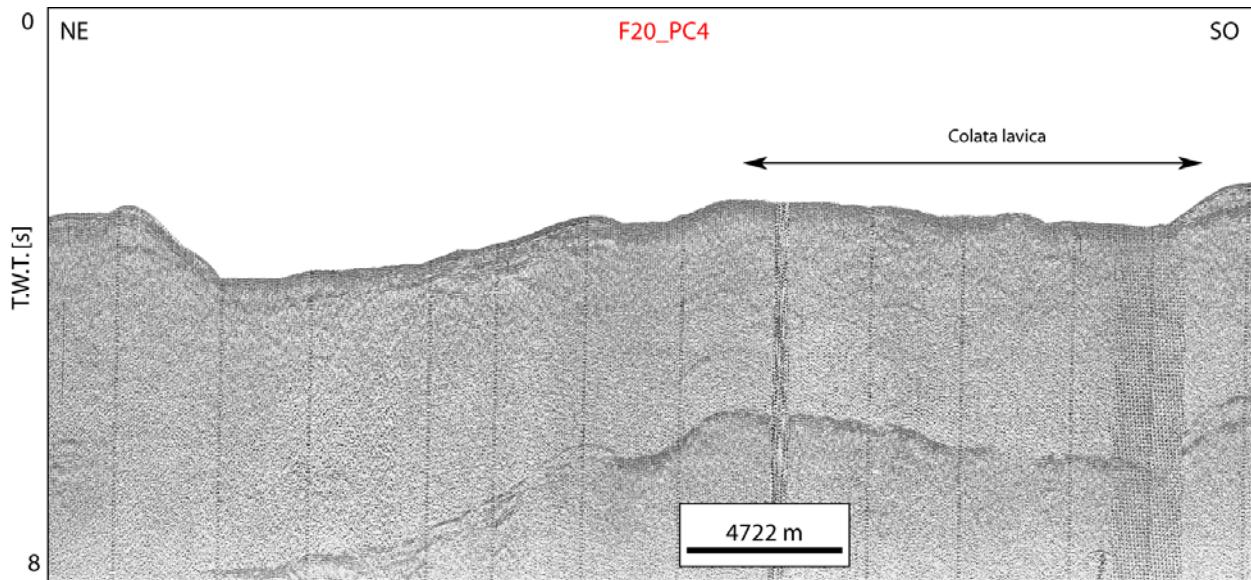


Fig 2 PC4_F20- profilo sparker BC23 attraverso la colata lavica che interessa la parte occidentale del foglio Enarete. I centri eruttivi di questa colata si trovano probabilmente poco più a est del profilo sismico e non sono da esso intercettati. I centri eruttivi sono interpretati come punto di criticità F20_PC4.

4.4.2 Tipo di rischio

Può costituire un pericolo soprattutto per le infrastrutture posate sul fondo, quali cavi sottomarini.

4.4.3 Descrizione del lineamento

La colata lavica, nota in letteratura come colata lavica Prometeo (Trua et al., 2003), ha un'estensione di 130 km^2 (Fig.3 PC4_F20) e spazia in un intervallo di profondità tra 1750 m s.l.m., nel settore meridionale del foglio in prossimità dei centri di alimentazione, e 2900 m nel settore settentrionale. Essa è alimentata da edifici vulcanici di piccole dimensioni (3-6 km di lunghezza, 200 m di altezza) localizzati nella parte sud occidentale del foglio. La colata ha una prevalente direzione di scorrimento verso nord e può essere seguita fino alle parti più settentrionali del foglio dove è confinata in una valle bordata da scarpate orientate ONO-ESE di probabile origine tettonica. Lave campionate mostrano una affinità Na-alcalina riconducibile ad un magmatismo tipo OIB. Rocce con questa composizione sembrano essere ristrette ad una fascia NO-SE, attraverso la catena siciliano-maghrebide, comprendente Ustica, la colata Prometeo e l'Etna (Trua et al. 2003). Secondo Marani e Trua (2002) l'allineamento vulcanico definito da questi vulcani di tipo OIB rappresenterebbe l'espressione superficiale del fianco lacerato dello slab dello Ionio.

4.4.4 Rischio potenziale

a) tipo di evoluzione possibile:

non disponiamo di informazioni circa l'attività passata e futura dei centri di alimentazione dai quali si è originata la colata lavica. I campioni hanno dimostrato che il punto di emissione è costituito da pillow lava mentre la "colata" è caratterizzata da un flusso di lave. Si ritiene che le lave a cuscino rappresentino la fase finale dell'evento eruttivo, coincidente con la diminuzione di apporto di magma.

b) potenziali effetti diretti o indiretti:

rottura o comunque difficoltà nel posizionare cavi e condotte sul fondo mare.

c) *beni esposti agli effetti dell'evento:*
cavi e condotte posate sul fondo marino.

d) *tempi di ricorrenza e stato di attività presunto:*
nulla da riportare

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

f) *dati disponibili nell'area:*

le osservazioni, relative al punto di criticità, si basano sull'interpretazione geomorfologica di dati batimetrici *multibeam* integrata da informazioni sulle caratteristiche acustiche del fondale marino (*backscatter*) e da informazioni sul sottofondo raggiunto dai profili *Sparker* 30 kj. La maggior parte dei dati batimetrici disponibili sono stati acquisiti nell'ambito del "Progetto Strategico Tirreno" durante due campagne oceanografiche TIR96 e TIR99 (Bortoluzzi *et al.*, 1999; Marani *et al.*, 2004).

Contemporaneamente alla batimetria, sono stati acquisiti anche dati di riflettività del fondo marino.

I dati sismici disponibili nell'area appartengono a due *dataset* distinti: i) profili sismici *Sparker* 30 kj acquisiti a partire dal 1969 nell'ambito del "Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini" del CNR e ii) profili sismici monocanale acquisiti durante le campagne TIR96 e TIR99.

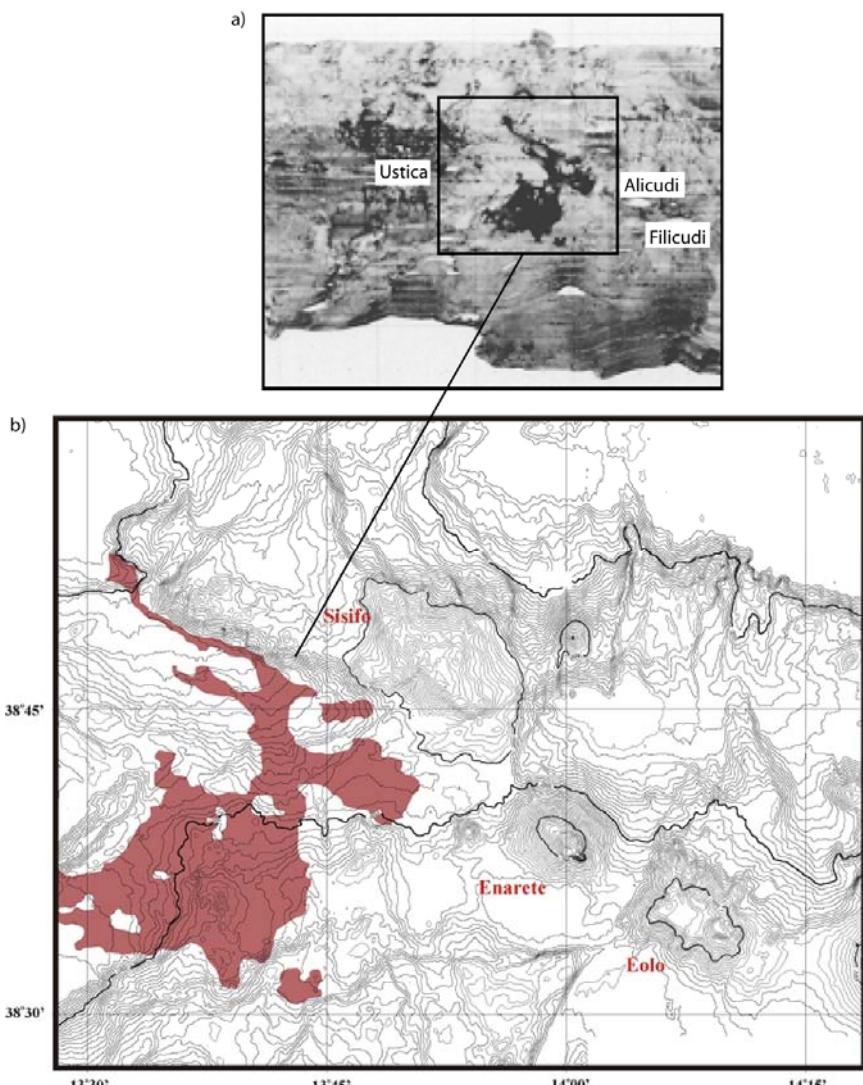


Fig.3 PC4_F20: a) riflettività del fondo mare estratta dai dati di multibeam acquisiti con un EM12/120S durante la campagna oceanografica TIR96 nel Tirreno meridionale; b) mappa dell'estensione della colata lavica sulla base del backscatter.

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.

Bibliografia:

- Beccaluva, L., Gabbianielli, G., Lucchini, F., Rossi, P.L., Savelli, C., 1985. Petrology and K/Ar ages of volcanics dredged from the Eolian seamounts: implications for geodynamic evolution of the southern Tyrrhenian basin. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **74**, 187-208.
- Bortoluzzi, G., Carrara, G., Fabretti, P., Gamberi, F., Marani, M., Penitenti, D., Stanghellini, G., Tonani, M., Zitellini, N., Bonazzi, C., Lippolis, S., Musacchio, M., Daviddi, A., Diroma, G., Ferrarini, A., Leotta, A., Gilod, D., Nikaronenkov, B., Efimov, V. & Erofeev, S., 1999. Swath bathymetry and geophysical survey of the Tyrrhenian sea report on bathymetric,

magnetic and gravimetric investigations during cruises TIR96 and TIR99. *IGM technical Report, 52.*

Castello B., Selvaggi G., Chiarabba C., Amato A., 2006. CSI Catalogo della sismicità italiana 1981-2002, versione 1.1. INGV-CNT, Roma <http://www.ingv.it/CSI/>.

Dekov, V., Kamenov, G.D., Stummeyer, J., Thiry, M., Savelli, C., Shanks, W.C., Fortin, D., Kuzmann, E., Vértes A. (2007). Hydrothermal nontronite formation at Eolo Seamount (Aeolian volcanic arc, Tyrrhenian Sea). *Chemical Geology*, **245**, 103–119.

GRUPPO DI LAVORO CPTI (2004). – *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04)*. INGV, Bologna.

Marani, M.P. & Gamberi, F., 2004. Distribution and nature of submarine volcanic landforms in the Tyrrhenian Sea: the arc vs the back-arc In: Marani, M. P., Gamberi, F., Bonatti, E. (Eds) From seafloor to deep mantle: Architecture of the Tyrrhenian backarc basin. *APAT, Mem. Desc. Carta Geol. d'It.*, **44**, pl. 1-2.

Marani, M.P., Gamberi, F., Casoni, L.; Carrara, G., Landuzzi, V., Musacchio ,M., Penitenti, D., Rossi, L., Trua, T., 1999. New rock and hydrothermal samples from the southern Tyrrhenian sea: the MAR-98 research cruise. *Giornale di geologia*, **61**, 3-24

Marani, M.P. & Trua, T., 2002. Thermal constriction and slab tearing at the origin of a superinflated spreading ridge: Marsili volcano (Thyrrenian Sea). *J. Geophys. Res.*, **107** (B9), 2188, doi:10.1029/2001JB000285.

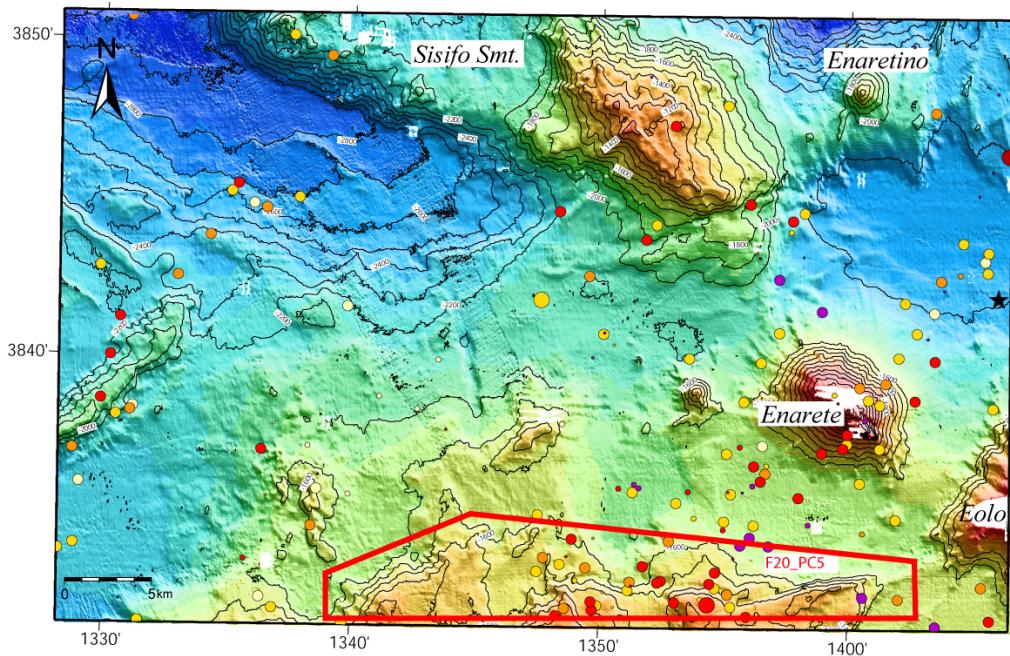
Pondrelli, S., Salimbeni S., Ekström G., Morelli A., Gasperini P. & Vannucci G., 2006. *The Italian CMT dataset from 1977 to the present*. *Phys. Earth Plan. Int.*, **159/3-4**: 286-303.

Trua, T., Serri, G., Marani, M.P., 2003. Lateral flow of African mantle below the nearby Tyrrhenian plate: geochemical evidence. *Terra Nova*, Vol. **15** (Nr. 6), 433-440, doi: 10.1046/j.1365-3121.2003.00509.

4.5 F20_PC5 _Complesso di faglie con direzione OSO-ENE, NO-SE e O-E

4.5.1 Riassunto

Questo punto di criticità è dovuto alla presenza di una famiglia di faglie la cui attività è documentata attraverso dati geologici/geofisici e sismologici (Fig.1 PC5_F20).



CATALOGO SISMICITA' ITALIANA INGV
CSI 1981-2002 ISC BULLETIN 1904-2005

- depth < 2 km
- 2 km < depth < 10 km
- 10 km < depth < 20 km
- 20 km < depth < 30 km
- 30 km < depth < 40 km
- 40 km < depth < 50 km
- depth > 50 km
- non attribuita
- M < 2
- 2 < M < 4
- 4 < M < 5
- 5 < M < 6
- M > 6

CATALOGO TERREMOTI ITALIANI
INGV CPTI 217 a.C.-1980

- M < 2
- ★ 2 < M < 4
- ★ 4 < M < 5
- ★ 5 < M < 6
- ★ M > 6

MECCANISMI FOCALI



Pondrelli et al 2006

Fig 1 PC5_F20- rappresentazione tipo “shaded relief” della batimetria del Foglio F20 Enarete (le contour lines sono ogni 100 m) ed ubicazione del poligono del punto di criticità F20_PCS. È riportata la distribuzione della sismicità storica e strumentale. La localizzazione degli ipocentri e i relativi parametri sono ricavati da Castello et al., (2006); Pondrelli et al. (2006); e GRUPPO DI LAVORO CPTI (2004).

4.5.2 Tipo di rischio

Faglie sismogenetiche sottomarine, potenzialmente tsunamigeniche. Rischio per cavi e condotte posati sul fondo mare; aree costiere prossimali (Eolie, Sicilia settentrionale).

4.5.3 Descrizione del lineamento

Il punto di criticità è ubicato a una profondità media di 1500 m s.l.m. e comprende una famiglia di faglie che dislocano l'estremità settentrionale dell'alto di Solunto ed un alto strutturale dalla forma triangolare ubicato più ad est. Nella Fig.2 PC5_F20 è rappresentata un'area che si estende verso S rispetto al margine meridionale del Foglio 20 al fine di rendere più comprensibile la descrizione delle strutture tettoniche individuate e classificate come elementi di pericolosità. La mappa morfobatimetrica mette in risalto la presenza di scarpate di faglia disposte secondo una geometria “en-echelon” che presentano due direzioni prevalenti: OSO-ENE e NO-SE.

Partendo da ovest, si osserva una scarpata alta 300 m con orientazione OSO-ENE, la cui

lunghezza cartografabile è di circa 10 km. Questa presenta una morfologia irregolare segnata da solchi erosivi e creste riconducibili a processi erosivi da parte di flussi gravitativi. A SE di questa struttura, ad una distanza di circa 7 km, si osserva una seconda scarpata della lunghezza minima stimabile di 4 km, che presenta le medesime caratteristiche. Una scarpata orientata NO-SE si estende per 5 km tra le due strutture OSO-ENE. La sua morfologia è irregolare e crea sul fondo mare un dislivello di 100 m verso SE. Il profilo sismico SS11 nel tratto riportato in Fig.3 PC5_F20 interseca quasi perpendicolarmente le strutture finora descritte e mostra le faglie che oltre a dislocare il fondo mare e la copertura sedimentaria sovrastante coinvolgono nella loro deformazione anche il basamento acustico sepolto.

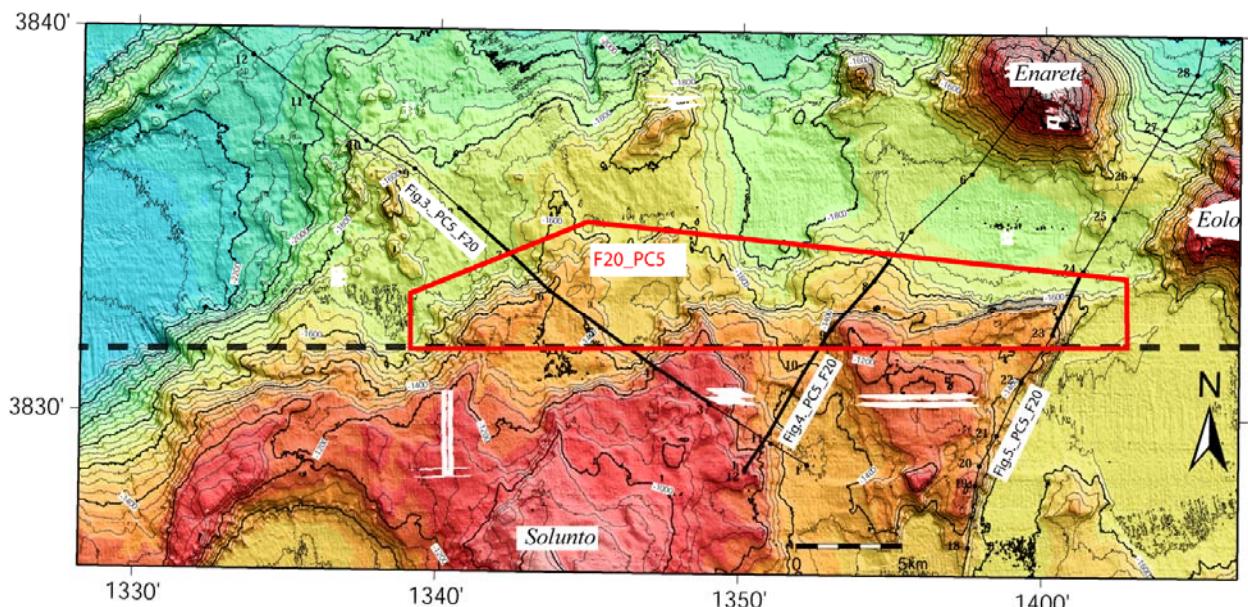


Fig 2 PC5_F20- rappresentazione tipo “shaded relief” della batimetria del settore meridionale del Foglio 20 Enarete (il limite inferiore è indicato in tratteggio) e dell'estremità settentrionale dell’Alto di Solunto. L’area rappresentata è stata estesa a sud del foglio al fine di permettere una migliore descrizione delle strutture cartografate solo marginalmente nel punto di criticità F20_PC5. Oltre al poligono del punto di criticità sono evidenziati i segmenti dei profili Sparker utilizzati ad integrazione delle analisi morfobatimetriche.

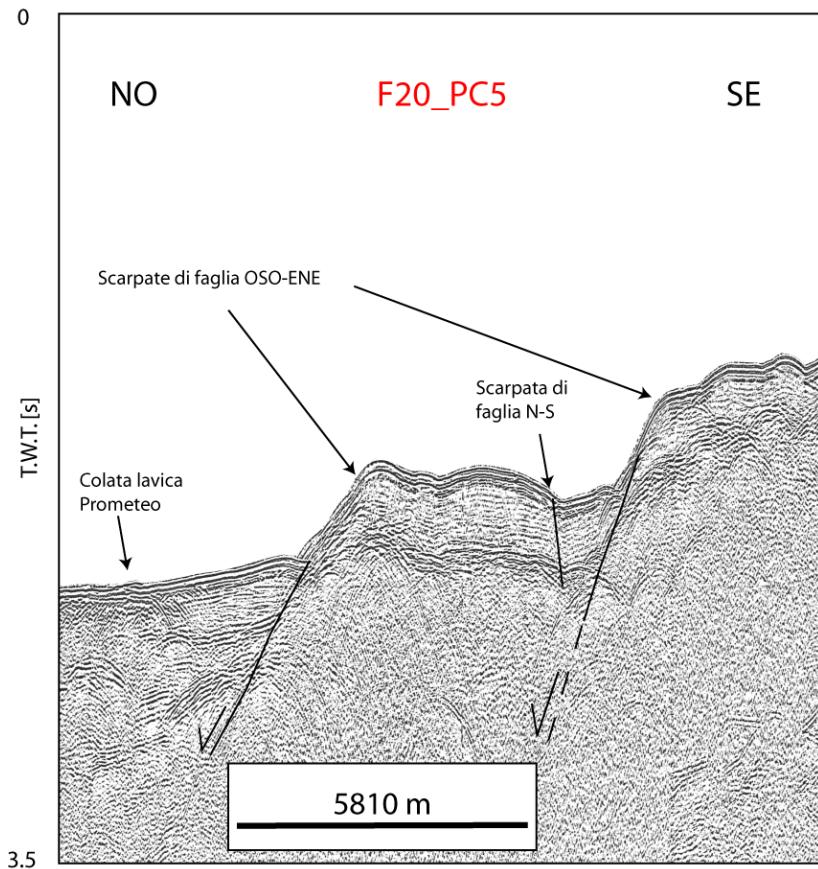


Fig 3 PC5_F20- il profilo sparker SS11 mette in evidenza il carattere distensivo delle faglie OSO-ENE che ribassano verso NO non solo la copertura sedimentaria ma anche il basamento acustico sepolto. La faglia N-S, che nel profilo viene intersecata solo marginalmente, risulta essere antitetica alle precedenti.

Procedendo verso E si osservano tre scarpate alte circa 100-200 m disposte “en-echelon” orientate NO-SE che delimitano un settore localmente ribassato la cui genesi è chiaramente di carattere tettonico (Fig.4 PC5_F20). Queste faglie si interrompono verso nord in corrispondenza di ripide scarpate con orientazione O-E (Fig.2 PC5_F20).

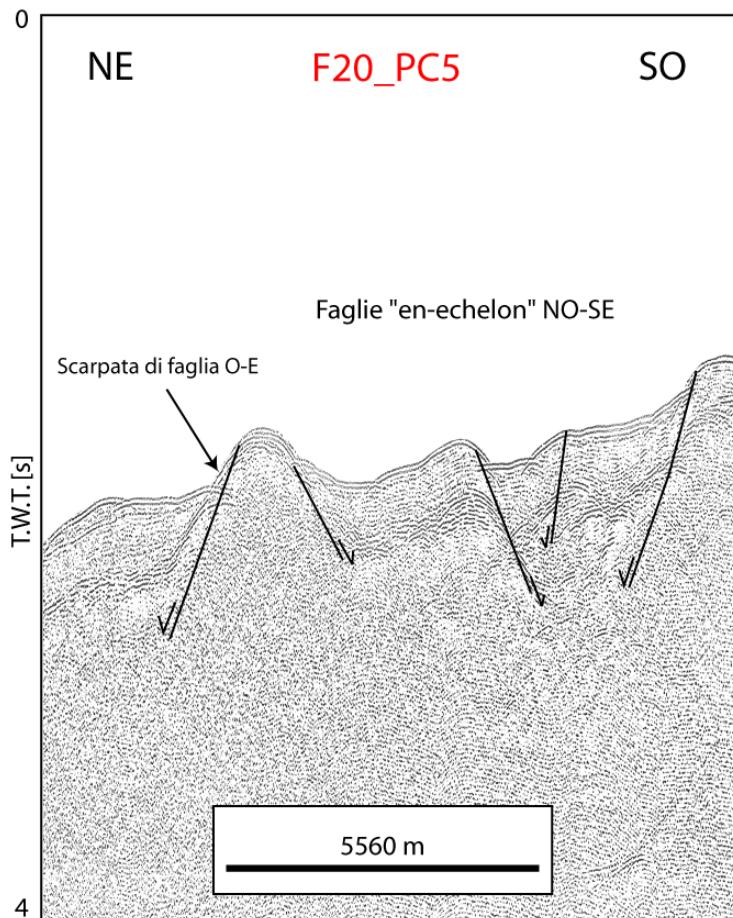


Fig 4 PC5_F20- profilo sparker SS5 che interseca il complesso di faglie orientate NO-SE disposte “en-echelon”. Le strutture osservate in questo settore del profilo sismico sono al di fuori del punto di criticità analizzato, ma comunque rappresentano la prosecuzione verso S delle faglie presenti nel foglio e mostrano la struttura ad “horst e graben” dell’area.

L'estremità orientale del punto di criticità è caratterizzata dalla presenza di un rialzo tettonico triangolare, visibile solo parzialmente all'interno del poligono tracciato in Fig.1 PC5_F20. Il fianco occidentale è delimitato dalla più orientale delle faglie NO-SE descritte precedentemente, mentre il margine settentrionale è marcato da una scarpata di faglia orientata OSO-ENE. Questa ha un andamento rettilineo che si segue per circa 9 km e raggiunge un'altezza massima di 400 m sul fondo mare (Fig.5 PC5_F20). La scarpata ha una morfologia regolare, priva di solchi erosivi e creste, che probabilmente indica una più recente attività rispetto alle strutture più a ovest. Caratteristiche simili contraddistinguono anche l'ultima faglia, cartografata solo per una lunghezza di 3 km, che con una orientazione SSO-NNE delimita il margine orientale dell'alto strutturale.

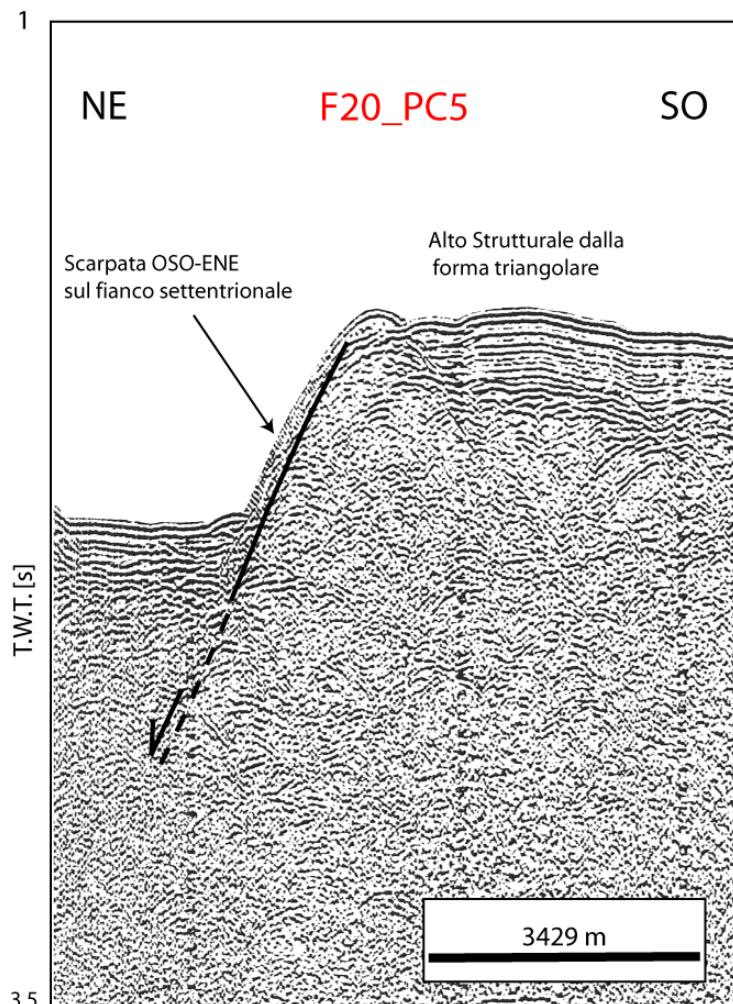


Fig 5 PC5_F20- particolare del margine settentrionale dell'alto strutturale mostrato dal profilo sparker BC19. La scarpata orientata OSO-ESE è una faglia distensiva la cui attività è testimoniata dalla dislocazione che coinvolge l'intera successione sedimentaria osservabile fino al fondo mare.

4.5.4 Rischio potenziale

a) tipo di evoluzione possibile:

i dati geologici e geofisici presentati mostrano che le faglie analizzate sono attive, inoltre la distribuzione della sismicità (Fig.1 PC5_F20) suggerisce che l'attività tettonica è connessa all'attività sismica. Di conseguenza, come evoluzione possibile si possono attendere terremoti sottomarini potenzialmente generatori di maremoti.

b) potenziali effetti diretti o indiretti:

La sismicità sottomarina può avere la capacità di generare tsunami.

c) beni esposti agli effetti dell'evento:

oltre a possibili danni per cavi e condotte posati sul fondo, come accaduto in seguito al terremoto di Palermo del 6 Settembre 2002, $M_L = 5.6$ (Favali et al., 2006), potrebbero trovarsi in una situazione di rischio le aree costiere nella provincia di Palermo e le isole di Alicudi e Filicudi.

d) tempi di ricorrenza e stato di attività presunto:

l'area è interessata da una intensa sismicità documentata sia da cataloghi storici dei terremoti che da un continuo monitoraggio da parte della Rete Sismica Nazionale

(Castello et al., 2006; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004).

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

il terremoto di Palermo (6 Settembre 2002, con magnitudo $M_L=5.6$) è stato caratterizzato da una sequenza di 640 *aftershocks* (con $M_L \geq 4$) alcuni dei quali hanno l'epicentro in prossimità delle faglie analizzate nel punto di criticità.

f) *dati disponibili nell'area:*

le osservazioni, relative al punto di criticità, si basano sull'interpretazione geomorfologica di dati batimetrici *multibeam* integrata da informazioni sulle caratteristiche acustiche del fondale marino (*backscatter*) e da informazioni sul sottofondo raggiunto dai profili *Sparker* 30 kj. La maggior parte dei dati batimetrici disponibili sono stati acquisiti nell'ambito del "Progetto Strategico Tirreno" durante due campagne oceanografiche TIR96 e TIR99 (Bortoluzzi et al., 1999; Marani et al., 2004).

I dati sismici disponibili nell'area appartengono a due *dataset* distinti: i) profili sismici *Sparker* 30 kj acquisiti a partire dal 1969 nell'ambito del "Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini" del CNR e ii) profili sismici monocanale acquisiti durante le campagne TIR96 e TIR99.

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.

Bibliografia:

Bortoluzzi, G., Carrara, G., Fabretti, P., Gamberi, F., Marani, M., Penitenti, D., Stanghellini, G., Tonani, M., Zitellini, N., Bonazzi, C., Lippolis, S., Musacchio, M. Daviddi, A., Diroma, G., Ferrarini, A., Leotta, A., Gilod, D., Nikaronenkov, B., Efimov, V. & Erofeev, S., 1999. Swath bathymetry and geophysical survey of the Tyrrhenian sea report on bathymetric, magnetic and gravimetric investigations during cruises TIR96 and TIR99. *IGM technical Report*, **52**.

Castello B., Selvaggi G., Chiarabba C., Amato A., 2006. CSI Catalogo della sismicità italiana 1981-2002, versione 1.1. INGV-CNT, Roma <http://www.ingv.it/CSI/>.

Favali, P., De Santis, A., D'Anna, G., Di Sabatino, B., Sedita, M. e Rubino, E., 2006. A new active volcano in the Thyrrenian sea? ANNALS OF GEOPHYSICS, VOL. 49, N. 2/3, April/June 2006

GRUPPO DI LAVORO CPTI (2004). – *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI/04)*. INGV, Bologna.

Marani, M.P. & Gamberi, F., 2004. Distribution and nature of submarine volcanic landforms in the Tyrrhenian Sea: the arc vs the back-arc In: Marani, M. P., Gamberi, F., Bonatti, E. (Eds) From seafloor to deep mantle: Architecture of the Tyrrhenian backarc basin. *APAT, Mem. Desc. Carta Geol. d'It.*, **44**, pl. 1-2.

Pondrelli, S., Salimbeni S., Ekström G., Morelli A., Gasperini P. & Vannucci G., 2006. *The Italian CMT dataset from 1977 to the present*. Phys. Earth Plan. Int., **159/3-4**: 286-303.