

CARATTERISTICHE GEOLOGICO-STRUTTURALI DEL GOLFO DI TRIESTE

di Martina Busetti¹, Fabrizio Zgur¹, Roberto Romeo¹, Lorenzo Sormani¹, Franco Pettenati¹

¹ *Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Borgo Grotta Gigante, 42/c, 34070 Sgonico (TS)*

INTRODUZIONE

Nell'ambito della ricerca scientifica, le caratteristiche geologiche profonde del Golfo di Trieste sono state indagate con prospezioni geofisiche adeguate solo di recente. Negli anni '60 sono stati eseguiti i primi rilievi di sismica monocanale (Mosetti e Morelli, 1968), e di sismica a rifrazione (Finetti, 1965 e 1967). Considerando le scarse informazioni disponibili, le strutture tettoniche a mare erano state ipotizzate in base alla correlazione con le strutture geologiche a terra, meglio conosciute. Nel 1995 è stato acquisito il primo profilo sismico a riflessione multicanale, ICROP M-18, con obiettivi crostali, che attraversa la parte più occidentale del golfo (Fantoni et al., 2003; Finetti e Del Ben, 2005).

Solo recentemente, nell'ambito della convenzione "Realizzazione della Carta Geologico-Tecnica della Risorsa Geotermica Regionale" commissionata dalla Direzione Centrale Ambiente e Lavori Pubblici - Servizio Geologico della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, all'Università degli Studi di Trieste e all'OGS, è stato svolto uno studio dell'area, acquisendo nel 2005 una serie di profili di sismica multicanale. L'interpretazione di questi dati ha evidenziato l'assetto geologico del golfo e le strutture compressive dinariche che lo caratterizzano, ed inoltre ha messo in luce la presenza di strutture tettoniche fino a quel momento sconosciute (Busetti et al., 2010a, b). Nonostante il dataset del 2005 abbia fornito per la prima volta informazioni geologiche importanti, rimanevano da chiarire alcuni punti significativi sulle caratteristiche strutturali in profondità dei principali sistemi di faglie e la loro attività nel tempo, in particolare verificare la presenza di attività neotettonica. A tal fine, nel 2009, nell'ambito del "Programma d'impiego della n/r OGS Explora nella chiamata 2009" promosso dall'OGS, è stata realizzata una ulteriore acquisizione dei dati sismici multicanale e chirp.

Il presente contributo illustra i risultati dell'interpretazione dei profili sismici acquisiti nel 2005 e nel 2009, con l'identificazione delle strutture tettoniche presenti e la loro attività nel tempo, con particolare riguardo all'attività neotettonica.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il Golfo di Trieste e le zone costiere che lo circondano rappresentano la parte più settentrionale dell'Avampaele Adriatico, costituito dalla Piattaforma Carbonatica Adriatica Mesozoica, dai carbonati del Paleocene-Eocene e dal Flysch Eocenico, affioranti in Istria e nel Carso e sepolti sotto i sedimenti neogenici della Pianura Friulana.

L'area ha iniziato a differenziarsi durante fase estensionale del Giurassico, quando l'ampia piattaforma carbonatica della Dolomia Principale triassica si suddivise in una

serie di unità paleogeografiche tra cui la Piattaforma Carbonatica Friulana a est e il Bacino di Belluno a ovest. La Piattaforma Carbonatica Friulana (parte settentrionale della Piattaforma Carbonatica Adriatica) si sviluppò durante il Giurassico medio - Cretacico inferiore con 1200-1500 m di aggradazione rispetto al bacino circostante (Fantoni et al., 2002). Nel Bacino di Belluno si depositarono carbonati di acque profonde (Giurassico - Cretacico), calcari marnosi della Scaglia Alpina (Aptiano - Eocene Inf.), e le Marne di Gallare (Eocene) che riempiono il bacino.

Conseguentemente alle fasi compressive dinarica e alpina, la piattaforma carbonatica nella zona orientale è stata flessurata nell'avanfossa dinarica e riempita dai sedimenti terrigeni torbiditici del Flysch (Eocene), mentre la parte nord-occidentale è stata flessurata nell'avanfossa alpina e riempita dai depositi continentali e costieri della Molassa (Miocene superiore).

La regressione marina messiniana ha causato nell'area l'esposizione subaerea e la conseguente erosione con la formazione di una morfologia complessa, con valli e rilievi caratterizzati da terrazzi e scarpate. Le condizioni suberee dell'area perdurarono fino alla trasgressione marina del Pleistocene (Busetti et al., 2010a,b).

Dal punto di vista tettonico l'area è caratterizzata dalla presenza di strutture ad andamento dinarico NW-SE. La struttura principale è la Faglia di Trieste ubicata in corrispondenza del fronte costiero del Carso, e già nota a terra dove è presente il tetto della faglia (Carobene et al., 1981). Inoltre Del Ben et al. (1991) attribuiscono alla faglia una deformazione transpressiva con una significativa componente destra, generatasi durante l'orogenesi Meso-Alpina (Paleogene) e riattivata durante la fase Neo-Alpina. Busetti et al., (2010a,b) dai rilievi a mare hanno stimato un rigetto verticale della faglia superiore ai 1000 metri. Altri thrusts ad orientamento dinarico NW-SE sono sepolti sotto la Pianura Friulana orientale, tra questi la Linea di Palmanova che si estende fino alla parte settentrionale del golfo.

DATI UTILIZZATI

Sono stati utilizzati 524 km di sismica a riflessione multicanale, di cui 218 acquisiti nel 2005 (Busetti et al., 2010a,b) e 281 acquisiti nel 2009 con la nave OGS Explora, e 26 km acquisiti nella Laguna di Grado e Marano nel 2005.

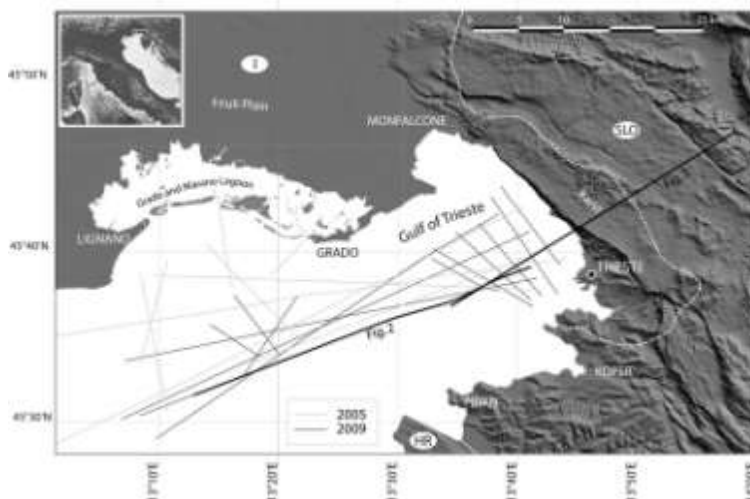


Fig. 1 - Mappa di posizione dei profili sismici multicanale acquisiti.

Le principali unità litologiche sono state identificate da Busetti et al., (2010a, b) considerando le litologie affioranti a terra, i pozzi per l'esplorazione quali Amanda-1bis a mare, Cavanella-1 e Cesarolo-1 a terra, il pozzo Grado-1 realizzato nel 2008 per indagini geotermiche (Della Vedova et al., 2008; Cimolino et al., 2010), linee sismiche per esplorazione petrolifere pubblicate (Amato et al. al. 1977; Casero et al, 1990) e il profilo CROP M-18 (Fantoni et al., 2003; Finetti e Del Ben, 2005).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Dal punto di vista evolutivo il regime geodinamico dell'area è passato dalla fase estensionale mesozoica all'orogenesi cenozoica.

La fase estensionale perdurò durante il Mesozoico, e favorì lo sviluppo della Piattaforma Carbonatica Friulana. La strutturazione tettonica del rift è tuttora riconoscibile nell'area del paleomargine della piattaforma, attualmente sepolto nella parte occidentale del Golfo di Trieste, che presenta un andamento a dente di sega, analogo a quello presente sotto la pianura veneta, con faglie estensionali orientate NW-SE e faglie trasformati orientate NE-SW. La faglia trasformati localizzata a nord-ovest del golfo, presenta un rigetto orizzontale di circa 15 km, che considerando anche l'ubicazione decisamente più ad ovest del paleo margine nell'offshore dell'Istria, caratterizza l'area del golfo di Trieste come una paleo-insenatura nel margine della piattaforma. Le strutture tettoniche del margine e della scarpata mostrano una riattivazione transpressiva probabilmente Oligocenica-Miocenica, ma non si esclude una debole attività anche più recente in particolare in corrispondenza del margine della piattaforma.

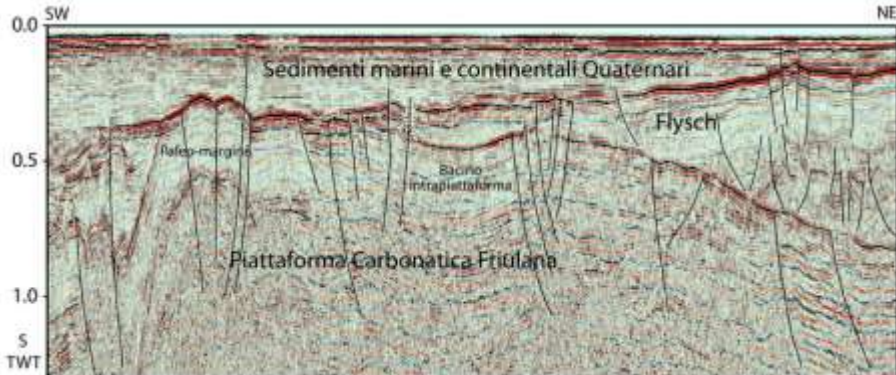


Fig. 2 - Sezione sismica multicanale attraverso il Golfo di Trieste. E' presente la Piattaforma Carbonatica Friulana con ad ovest il paleo margine, il bacino intrapiattaforma e verso est la flessurazione dell'avanfossa dinarica riempita dai sedimenti flyscioidi. Un orizzonte con notevole ampiezza individua la superficie di erosione messiniana-pliocenica sulla quale si sono depositati i sedimenti marini e continentali Pio-Quaternari. L'area è caratterizzata da strutture tettoniche che attualmente presentano caratteristiche principalmente transpressive. Queste faglie interessano anche i sedimenti soprastanti, costituiti da depositi marini e continentali di età fino all'attuale, indicando che tali strutture hanno avuto un'attività recente.

All'interno della piattaforma è presente un bacino intrapiattaforma, che attraverso la correlazione con la stratigrafia del pozzo Grado-1 (Cimolino et al., 2010) è caratterizzato da qualche centinaio di metri di spessore di calcari paleocenici e eocenici. Simili litologie affiorano a terra nel Carso e in Istria. Il bacino è limitato verso est da una struttura transpressiva che presenta indicazioni di attività tettonica anche nel Pliocene.

L'evento orogenetico dinarico, iniziato a est nel Cretacico superiore, è migrato progressivamente verso ovest, coinvolgendo l'area di studio nell'Eocene. Questo evento ha causato la formazione delle dinaridi esterne con relativa avanfossa riempita dai sedimenti torbiditici del Flysch Eocenico. A sua volta, con l'avanzare della deformazione orogenetica anche l'avanfossa è stata coinvolta, originando una rampa frontale, la Faglia di Trieste che coinvolge sia i carbonati (con un rigetto verticale superiore a 1000 metri) che il Flysch sovrastante. La Faglia di Trieste rappresenta il fronte esterno delle dinaridi, la cui espressione a nord, è data dalla Linea di Palmanova attualmente coperta dai sedimenti plio-quadernari della Pianura Friulana, mentre a sud in Slovenia e Croazia, secondo Placer (2008) prosegue con il Thrust di Črni Kal.

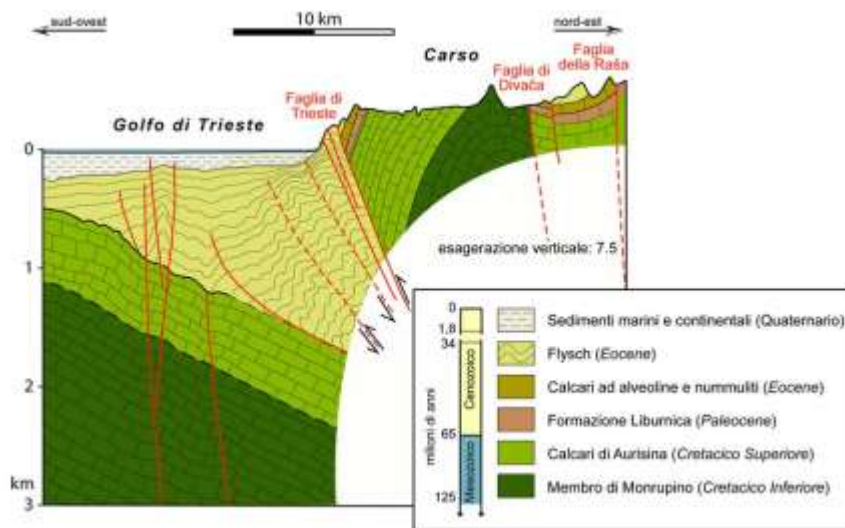


Fig. 3 – Schema della Faglia di Trieste. I carbonati affiorano nel Carso Triestino, mentre nel golfo sono presenti alla profondità superiori a 1000 metri in prossimità della costa. Questa differenza costituisce il rigetto verticale della faglia di Trieste. La sezione geologica a mare è ricavata dai profili sismici multicanale, mentre a terra dalla GEOCGT della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.

Nella parte orientale del golfo, circa 10 km più a ovest della Faglia di Trieste è stata individuata una struttura tettonica che attraversa il golfo con orientamento NW-SE, caratterizzata da un livello di scollamento al tetto dei carbonati, e costituita da un alto strutturale largo circa 4 km delimitato da thrust e backthrust con vergenza nord-est e sud-ovest rispettivamente. La superficie erosiva Messiniana-Pliocenica che definisce il tetto del Flysch è fortemente deformata da numerose faglie con rigetti plurimetrici. L'evidenza dell'attività recente è inoltre testimoniata dalla seppure debole deformazione che queste faglie producono anche nei sedimenti marini e continentali

quaternari. La struttura si presenta come il risultato di un iniziale thrust dinarico, successivamente differenziato dalla tettonica trascorrente neogenica in due alti strutturali, che attualmente sono dislocati di circa 1 km. Ogni alto ha caratteristiche di struttura transpressiva. Come suggerito da Buseti et al., (2010a,b) questa struttura dinarica, è allineata con il Thrust di Hravstovlie che deforma il Flysch affiorante, localizzata nella penisola istriana a sud del fronte esterno dinarico del Thrust di Črni Kal.

L'attività transpressiva che coinvolge le strutture tettoniche meso e cenozoiche riattivandole è legata alla geodinamica neogenica del movimento della Microplacca Adriatica verso nord, che implica un'attività trascorrente destra delle strutture al limite orientale della placca stessa.

Le strutture tettoniche presenti nel golfo presentano delle indicazioni di attività neotettonica con deboli deformazioni nei sedimenti marini non consolidati e continentali quaternari. Inoltre, lungo fratture situate in corrispondenza dei principali sistemi di faglie che interessano i carbonati e il Flysch, sono presenti risalite di fluidi che, da evidenze nei profili Chirp, possono arrivare fino al fondo mare; in corrispondenza di tali risalite si possono formare piccoli rilievi (larghezza dell'ordine dei metri e altezza di circa 1 metro), oppure piccoli pockmarks (larghezza qualche metro).

Nell'area è presente una debole sismicità, con eventi di bassa magnitudo ($< M 4$), caratterizzati da ipocentri superficiali e profondi, registrati dalla rete sismometrica dell'OGS dal 1977, mentre non sono noti eventi storici importanti. La sismicità, seppur modesta, e le evidenze neotettoniche, sono elementi importanti per investigare una possibile attività sismogenetica dell'area, finora considerata non significativa rispetto aree circostanti a maggiore attività (Friuli e Slovenia).

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Amato A., Barnaba P.F., Finetti I., Groppi G., Martinis B. e Muzzin A., 1977. Geodynamic Outline and Seismicity of Friuli Venetia Julia Region. BGTA 19(72), 217-256.
- Buseti M., Volpi V., Barison E., Giustiniani M., Marchi M., Ramella R., Wardell N., e Zanolla C., 2010a. Cenozoic seismic stratigraphy and tectonic evolution of the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). GeoActa, SP 3(2010), 1-14.
- Buseti M., Volpi V., Nicolich R., Barison E., Romeo R., Baradello L., Brancatelli G., Giustiniani M., Marchi M., Zanolla C., Nieto D., Ramella R., e Wardell N., 2010b. Dinaric tectonic features in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). BGTA, 51(2-3), 117-128.
- Casero P., Rigamonti A. e Iocca M., 1990. Paleogeographic relationship during Cretaceous between the Northern Adriatic area and the Eastern Southern Alps. Mem. Soc. Geol. Italiana, 45, 807-814.
- Carobene I., Carulli G.B. e Vaia F., 1981. Foglio 25 Udine. In: Castellarin A. (ed.) Carta tettonica delle Alpi Meridionali. CNR - Progetto Finalizzato Geodinamica, Pubbl. 441, 39-54.
- Cimolino A., Della Vedova B., Nicolich R., Barison E., e Brancatelli G., 2010. New evidence of the outer Dinaric deformation front in the Grado area (NE-Italy). Rendiconti Fis. Acc. Lincei 21-Supp.1: S167-S179. Doi 10.1007/s12210-010-0096-y.
- Del Ben A., Finetti I., Rebez A. e Slejko D., 1991. Seismicity and seismotectonics at the Alps-Dinarides contact. BGTA, 32(130-131), 155-176.

- Della Vedova B., Castelli E., Cimolino A., Vecellio C., Nicolich R. e Barison E., 2008. La valutazione e lo sfruttamento delle acque geotermiche per il riscaldamento degli edifici pubblici. *Rassegna Tecnica del Friuli Venezia Giulia*, 6(2008), 16-19.
- Fantoni R., Catellani D., Merlini S., Rogledi S. e Venturini S., 2002. La registrazione degli eventi deformativi cenozoici nell'avampaese veneto-friulano. *Mem. Soc. Geol. Italiana*, 57, 301-313.
- Fantoni R., Della Vedova B., Giustiniani M., Nicolich R., Barbieri C., Del Ben A., Finetti I. e Castellarin A., 2003. Deep seismic profiles through the Venetian and Adriatic foreland (Northern Italy). *Mem. Sc. Geologiche*, 54, 131-134.
- Finetti I.R., 1965. Ricerche sismiche marine nel Golfo di Trieste. *BGTA* 7(27), 201-217.
- Finetti I.R., 1967. Ricerche sismiche a rifrazione sui rapporti strutturali fra il Carso e il Golfo di Trieste. *BGTA* 9(35), 214-225.
- Finetti I.R. e Del Ben A., 2005. Crustal Tectono-Stratigraphic Setting of the Adriatic Sea from New CROP Seismic Data. In: Finetti I.R. (ed.) *CROP Project. Atlases in Geoscience 1*, Elsevier B.V. Amsterdam, The Netherlands, pp. 519-547.
- Mosetti F. e Morelli C.; 1968. Rilievo sismico continuo nel Golfo di Trieste. *Boll. Soc. Adriat. Scienze*, LVI(1), 42-57.
- Placer L.; 2008. Principles of the tectonic subdivision of Slovenia. *Geologija* 51(2), 205-217.



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Contributi al MEETING MARINO

ROMA, 25-26 OTTOBRE 2012

**Tecnologie
da remoto**

Geomorfologia

Vulcanismo

Geohabitat

**MEETING
MARINO**

Strutturale

Geositi

**Pleistocene
Olocene**

Atti



Contributi al MEETING MARINO
ROMA, 25-26 OTTOBRE 2012

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e le persone che agiscono per suo conto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questa pubblicazione.

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma
www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Atti 2012
ISBN 978-88-448-0587-6

Riproduzione autorizzata citando la fonte
Citazione consigliata: D'Angelo S. e Fiorentino A. (a cura di), 2012. Contributi al Meeting Marino 25-26 ottobre 2012 - Atti ISPRA, Roma 116 pp.

Curatori

Silvana D'Angelo e Andrea Fiorentino
ISPRA – Dipartimento Difesa del Suolo

Elaborazione grafica

Grafica di copertina: Alessia Marinelli
Foto di copertina: Andrea Fiorentino
ISPRA

Impaginazione

Gabriella Pesci
ISPRA – Dipartimento Difesa del Suolo

Coordinamento editoriale:

Daria Mazzella
ISPRA – Settore Editoria

Marzo 2013