

Verso una migliore conoscenza delle strutture del margine Ligure: il progetto GROSMARIN

JEAN-XAVIER DESSA^(*), NICOLE BÉTHOUX^(*), MARIE-ODILE BESLIER^(*), YANN HELLO^(*), ALAIN ANGLADE^(*), OLIVIER DESPREZ^(*), MARIO RUIZ FERNANDEZ^(*), KEVIN MANCHUEL^(*), ELODIE VERDIER^(*), ANNE DESCHAMPS^(**), FRANCOISE COURBOULEX^(**), DIDIER BRUNEL^(**), FRAUKE KLINGELHOEFER^(***), OLIVIER BELLIER^(****), MARTEN LEFELDT^(****), ERNST FLUEH^(****), STEFANO SOLARINO^(*****), ELENA EVA^(*****), CLAUDIO EVA^(*****), MAURO PAVAN^(*****), ENZO ZUNINO^(*****), DAVIDE SCAFIDI^(*****), DANIELE SPALLAROSSA^(*****), GABRIELE FERRETTI^(*****)

ABSTRACT

Towards a better knowledge of the structures of the Ligurian margin: the GROSMARIN project

The Ligurian margin is a passive margin, seismically active and subjected to gravitative movements. The active deformation in this sector is among the strongest ever experienced in Western Italy and Southern France. The current geodynamics of the basin is not completely understood yet, and somewhat under interest and debate of the scientific community. The latest results on the recent evolution of the Alps-Mediterranean system suggest that the area under study lay close to a domain under extension. The interest for the area is reinforced by its seismic activity that, although of low to moderate energy, acts in an area of high vulnerability. Some historical events involved in fact dramatic social and material damages. The growth of population (that now accounts for more than 2.500.000 inhabitants between Cannes and Genoa), the setting of numerous industries and the tourist business of the area are additional motivations for monitoring the area from the seismic point of view and especially to make specific studies on the seismogenic structures of this sector. Events with magnitude greater than 4.5 to 5.0 are in fact recorded every 5 years, but the area undergoes a rather weak microseismicity that often remains undetected and always poorly located by land seismic networks. The natural risks associated to this sector cannot neglect the presence of steep canyons that incise the offshore margin and favour gravitative slopes. The sediment masses accumulate on top of these canyons and may slip even after an earthquake of moderate magnitude. The GROSMARIN (which stands for GrandROSMARIN) cruise is proposed by UMR Géosciences Azur (with fellow french and italian research groups). It aims at (1) studying the microseismicity along a part of the northern margin of the Ligurian Basin, offshore France and Italy and (2) to realise a 3D tomography by wide-angle seismics. The goal is to better characterize active structures along this zone and to assess the resulting seismic hazard.

KEY WORDS: seismogenic structures, seismic hazard, tomography, seismicity

Il margine Ligure è un margine attivo, caratterizzato da movimenti gravitativi e sede di deformazioni tra le più forti del settore a cavallo tra Italia e Francia.

L'attuale geodinamica del bacino Ligure non è completa-

mente nota ed è ancora motivo di dibattito all'interno della comunità scientifica. Infatti, nonostante molti studi sulla recente geodinamica del sistema Alpi-Mediterraneo sembrerebbero suggerire un regime di estensione per l'area (Jolivet and Facenna, 2000 ; Nocquet and Calais, 2004 ; Wortel and Spakman, 2000), studi di maggiore dettaglio specifici per il settore hanno messo in evidenza forti elementi di una geodinamica compressiva, ipotizzando una azione di chiusura del bacino (Bethoux et al., 1992; Eva and Solarino, 1998).

La complessa interpretazione dell'evoluzione del sistema è solo uno degli aspetti scientifici di rilievo: infatti dal punto vista del rischio sismico l'interesse per l'area è accresciuto dal fatto che, nonostante la sismicità sia di energia moderata, essa agisce su un settore che al momento conta 2.500.000 abitanti, numerosi insediamenti industriali, ha uno spiccato carattere turistico e rappresenta la principale via di comunicazione tra l'Italia e la Francia. Già a memoria storica il verificarsi di alcuni terremoti ha portato conseguenze sociali e danni materiali importanti, come nel caso del terremoto del 1887, M=6.4, nel quale persero la vita 600 persone e che diede origine ad una onda di maremoto che si propagò per 250 km lungo la costa con altezze massime di 1-2 metri.

Terremoti di magnitudo compresa tra 4.5 e 5 vengono registrati in media ogni 5 anni (Courboulex et al., 2007), ma la microsismicità è pressoché continua e spesso la posizione degli ipocentri non è perfettamente nota a causa della non ideale distribuzione delle stazioni sismiche sul territorio.

Infine, l'analisi dei rischi naturali dell'area non può prescindere dalla presenza dei numerosi canyon sottomarini che incidono il margine, creando vie preferenziali per lo scivolamento di materiali sedimentari accumulatisi a seguito della forte erosione che contraddistingue le coste liguri e francesi. La geometria di questi canyon fa sì che il materiale possa essere messo in movimento anche a seguito di terremoti di piccola entità.

In questo quadro risulta di fondamentale importanza la mappatura sia delle strutture gravitative che delle strutture sismogenetiche nonché la conoscenza delle loro caratteristiche geometriche e sismiche.

(*)UMR Geosciences Azur, Villefranche sur Mer, France -

(**) UMR Geosciences Azur, CNRS, Sophia Antipolis, France -

(***)Ifremer DRO/GM, Plouzané, France -

(****)CEREGE, Aix-en-Provence, France -

(*****) IFM-GEOMAR, Kiel, Germany -

(*****) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma, Italy -

(*****) DipTeRis Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova, Italy

Il progetto GROSMARIN (acronimo che sta per Grand ROSMARIN) e l'omonima campagna di raccolta dati sono organizzati dall'UMR Géosciences Azur in collaborazione con numerosi enti italiani e francesi. Lo scopo è naturalmente quello di caratterizzare le strutture attive in una sorta di continuità con il precedente esperimento MALISAR, di cui GROSMARIN rappresenta la controparte per quanto riguarda le strutture profonde.

La attività si è svolta in due fasi distinte. La prima, condotta con l'ausilio della nave oceanografica ATALANTE, è consistita in una campagna di scoppi in mare svolta allo scopo di (1) studiare la microsismicità lungo il margine nel settore che va approssimativamente da Villefranche ad Imperia (2) realizzare una tomografia 3-D utilizzando la sismica wide-angle.

La seconda fase, basata sulla registrazione di terremoti naturali, ha invece una connotazione sismotettonica e si prefigge di definire i rapporti tra strutture a mare ed in terra, fornire più precise indicazioni sulla sismicità in terra e sulle caratteristiche delle sorgenti sismogenetiche associate, ottenere un modello 3D dell'area con la tomografia da terremoti locali (Thurber, 1983) più aggiornato rispetto a quello già esistente (Eva et al., 2001) da affiancare e confrontare con quello ottenuto con la sismica wide-angle.

Il progetto ha previsto la realizzazione di una rete di OBS (Ocean Bottom Seismometers) composta da 21 strumenti durante la fase di effettuazione di scoppi a mare e di 15 strumenti per il successivo periodo, per una durata totale di 5 mesi. La registrazione a terra è assicurata dalla presenza di numerose (16) stazioni temporanee successivamente ridotte di numero nella fase di registrazione della sismicità naturale ed operative per un periodo di pari durata.

La figura 1 riporta la posizione delle stazioni in mare, di quelle in terra e dei profili lungo cui sono stati effettuati gli scoppi. Negli otto giorni di attività di sismica attiva (dal 19 al 27 Aprile 2008) sono stati effettuati scoppi ogni 60 secondi su profili paralleli alla costa (con lunghezze intorno ai 150 km) e perpendicolari ad essa (per una estensione di circa 100 km offshore).

Al momento è in base di elaborazione il database comprensivo delle circa 500000 registrazioni relative alla campagna di sismica attiva. Una prima analisi delle tracce sismiche ha mostrato un eccellente rapporto segnale rumore, soprattutto per gli scoppi notturni e grazie alla particolare scelta del numero di cannoni da utilizzare. E' rilevante osservare che, in condizioni ottimali, è stato possibile registrare gli scoppi anche alle stazioni situate più a nord dell'area di studio, fino a quelle situate nella settore settentrionale del Piemonte.

RINGRAZIAMENTI

Il progetto GROSMARIN è in sinergia con altre iniziative già in atto presso il Geosciences Azur (PASSERELLE programme, « Risque-Décision-Territoire » of the ministry of environment ; IRIS project, « ACI risques naturels » programme, CURARE programme). Da parte italiana le attività sono inserite nei progetti del DPC (Dipartimento della Protezione Civile) 2007-2009 sotto la direzione dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, all'interno del task S1 "Determinazione del potenziale sismogenetico in Italia per il calcolo della pericolosità sismica".

L'attività di campagna è inoltre propedeutica alla installazione di una stazione multiparametrica di fondo marino (ESONET/NoE).

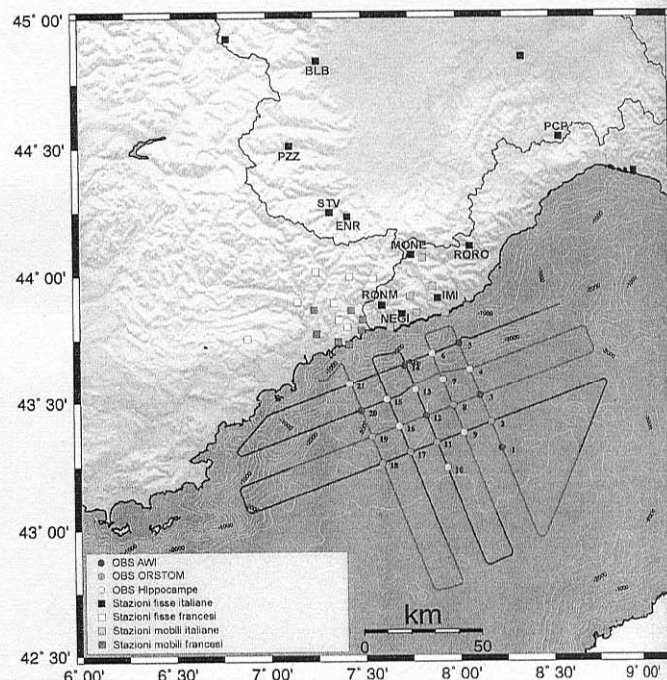


Fig. 1 – Posizione degli strumenti impiegati nel progetto GROSMARIN. I cerchi di diverso colore rappresentano diversi tipi di OBS, i quadrati le stazioni (permanenti o temporanee) installate a terra. Le linee indicano i profili di scoppi.

REFERENCES

- BETHOUX N., FRÉCHET J., GUYOTON F., THOUVENOT F., CATTANEO M., EVA C., NICOLAS M. AND GRANET M. (1992). *A closing Ligurian Sea ? Pure and Applied Geoph.*, **139**, 2, 179-194.
- COURBOULEX F., LARROQUE C., DESCHAMPS A., KOHRS-SANSORNY C., GELIS C., GOT J.L., CHARREAU J., STEPHAN J.F., BETHOUX N., VIRIEUX J., BRUNEL D., MARON C., DUVAL A.M., PEREZ L., MONDIELLI P. (2007) *Seismic hazard on the French Riviera: observations, interpretations and simulations*. *Geoph. Journ. Int.* **170**, 1, 387-400
- EVA E. AND SOLARINO S. (1998). *Variations of stress directions in the western Alpine arc*. *Geoph. Journ. Int.*, **135**, 2, 438-449.
- EVA E., SOLARINO S., SPALLAROSSA D. (2001). *Seismicity and crustal structure beneath the western Ligurian derived from local earthquake tomography*. *Tectonoph.*, **339**, 495-510
- JOLIVET, L. AND FACENNA C. (2000). *Mediterranean extension and the Africa-Eurasia collision*. *Tectonics*, **19**, 6, 1095-1107.
- NOCQUET J.M., AND CALAIS E. (2004). *Geodetic measurements of crustal deformation in the Western Mediterranean and Europe*. *Pure and Applied Geophysics*, **161**, 661-681.
- THURBER C. (1983). *Earthquake locations and three dimensional crustal velocity structure in the Coyote lake area, central California*. *J. Geophys. Res.*, **88**, 8226-8236.
- WORTEL MRJ AND SPAKMAN W. (2000). *Subduction and slab detachment in the Mediterranean-Carpathian region*. *Science*, **290**, 1910-1917.