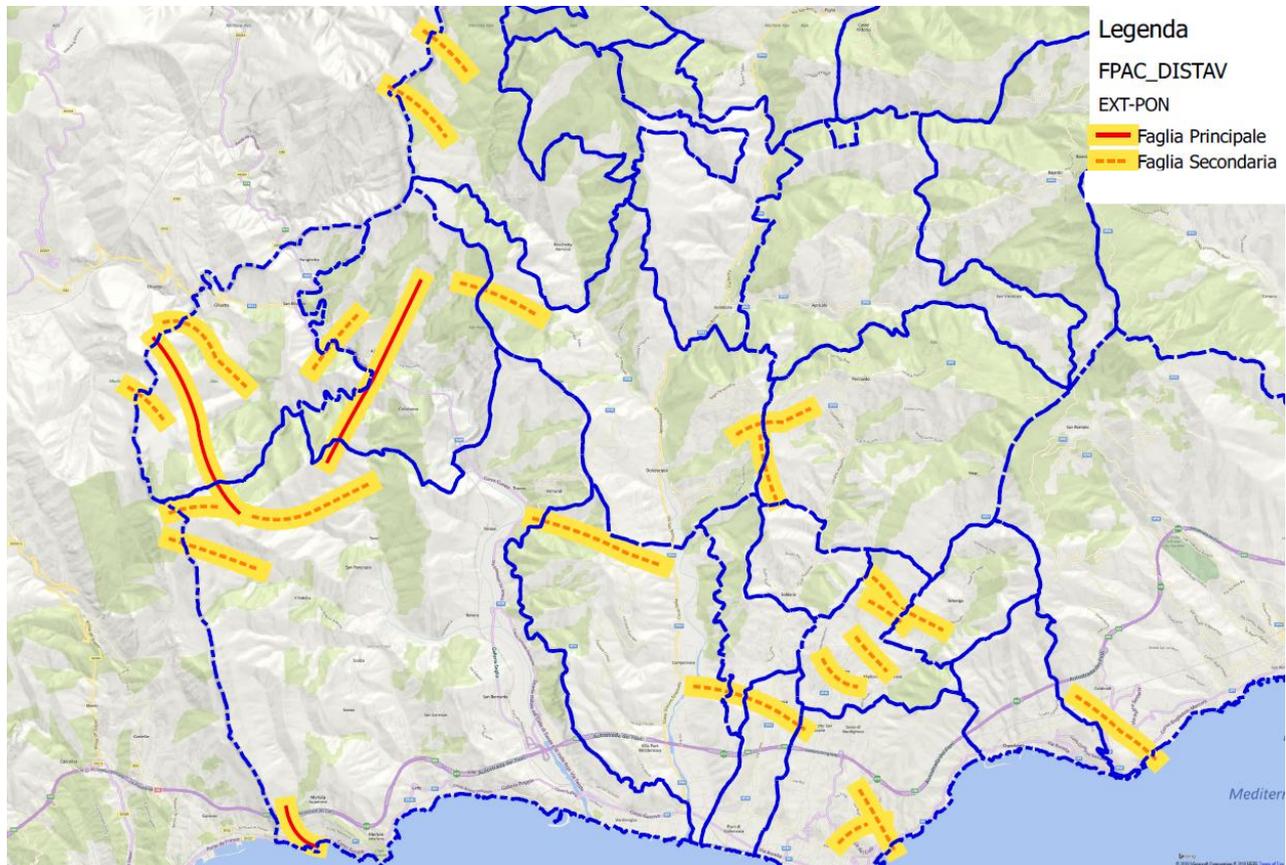


ID STRUTTURA (riferimento GIS):**EXT-PON**

(estremo ponente ligure fault system)

Ubicazione (Regione – Provincia – Principali Comuni)

Estremo ponente Ligure – provincia di Imperia – Comuni di Ventimiglia, Airole, Olivetta San Michele, Seborga, Vallebona, Vallecrosia, Camproso, Perinaldo, Dolceacqua, Rocchetta Nervina

**Figura 1 – Zona Sismogenetica EXT-PON****Descrizione dell'area e dati di Bibliografia (se disponibili)**

L'area in esame (Figura 1) è caratterizzata da una sismicità storica degna di nota: il Ponente Ligure è stato oggetto di alcuni terremoti particolarmente distruttivi fra cui, il principale, è quello del 1887 vicino ad Imperia. Il terremoto del 1887 resta uno dei terremoti più intensi degli ultimi 1000 anni in Liguria, tuttavia con le informazioni storiche a disposizione, la sua localizzazione e magnitudo (5.6 o 6.5) restano in discussione e, di conseguenza, anche la struttura tettonica che potrebbe averlo generato. Il terremoto del 1887 veniva localizzato nel catalogo CPTI11 in mare risultando quindi associabile alle strutture sismogenetiche offshore presenti in prossimità della costa. Tale ipotesi risulta compatibile con quanto indicato dalla banca dati DISS (si veda nota seguente). Il catalogo CPTI15, a seguito di una revisione dei dati storici e del metodo di analisi, colloca l'epicentro del terremoto del 1887 all'interno del territorio comunale di Imperia. Secondo Larroque et al. (2012), il terremoto del 1887 potrebbe essere associato a sovrascorrimenti profondi che interessano il margine continentale ligure e che poi terminano nell'area marina antistante il margine (vedi Figura 2)

Nell'area in esame in questa scheda (Figura 1) nel 1995 è stata registrata una sequenza sismica caratterizzata da una scossa principale di magnitudo calcolata pari a 4.7 e profondità di 9km (Figura 3). Questa sequenza sismica è stata oggetto di un'analisi approfondita, riportata in Courboux et al. (1998), nella quale vengono discusse anche le possibili implicazioni tettoniche. Gli Autori individuano, per la sequenza sismica del 1995, due direzioni nodali principali: una orientata circa NO-SE e immergente a N e una orientata NE-SO immergente a S. Sulla base di considerazioni derivate dallo studio dei meccanismi focali, degli aftershock e della sorgente dell'evento principale, Courboux et al. (1998) ritengono che la sequenza possa essere associata prevalentemente alla riattivazione di una struttura tettonica trascorrente orientata circa NO-SE,

struttura che viene riportata in molti schemi tettonici semplificati del margine ligure occidentale (vedi figura 4). La struttura avrebbe avuto movimento tettonico prevalente inverso con una componente trascorrente destra. Gli Autori non hanno trovato evidenze di piani di rottura in superficie legati alla sequenza sismica, ma nel lavoro discutono l'orientazione di un ipotetico piano o piani di rottura e la durata della propagazione del terremoto lungo esso, sottolineando che i dati a disposizione non consentono una localizzazione precisa della struttura. Courboux et al. (1998) propongono quindi che la sequenza sia rappresentativa della riattivazione di un set di faglie trasversali che attraversano il margine continentale ligure e che potrebbero essere correlate alla fascia di deformazione parallela alla "San Remo fault" e alla "Saorge-Taggia Line"(vedi Figura 3).

La maggior parte di queste strutture trova una prosecuzione in mare ove sono presenti numerosi canyon sottomarini (vedi figura5). Il regime tettonico attuale,ipotizzato per l'area in esame, viene indicato in letteratura con meccanismi di tipo transpressivo aventi un asse di massima compressione orientato circa N-S. Nel Foglio "Sanremo" a scala 1:50.000, carta geologica progetto CARG, e nelle relative Note illustrative, sono cartografate e descritte faglie a direzione NO-SE, ma anche NE-SO (vedi Figura 6), che tagliano depositi sedimentari datati al Pliocene;non sono invece riportate o descritte evidenze di superfici di rottura recenti (Quaternario-Olocene).In generale non esistono lavori che, per questa zona e con i dati di sismicità disponibili, siano riusciti a identificare con certezza le superfici di rottura legate ai terremoti dell'area.

Dal punto di vista tettonico a scala regionale, l'area di indagine e la sua parte a mare, è caratterizzata da superfici di sovrascorrimento a scala crostale che tagliano il margine continentale ligure (vedi figura 7) con immersione verso nord-ovest alla quale sono associate faglie normali con immersione verso sud. Secondo alcuni Autori (vedi Larroque et al., 2012, Bathoux et al, 2016) la sismicità del Mar Ligure potrebbe avere le superfici di rottura principali a profondità attorno ai 17-20 km e ad esse essere collegate le faglie normali legate alle fasi di rifting e riattivate come faglie inverse. Queste faglie profonde quindi potrebbero avere la loro espressione superficiale soprattutto nella zone sommerse.

Un'altra nota aggiuntiva: la parte settentrionale dell'area in esame è caratterizzata dai sovrascorrimenti o thrust, anche relativamente superficiali, che mettono in contatto le unità Liguri-Piemontesi con le unità Delfinesi-Provenzali legati a fasi tettoniche Mio-Plioceniche di raccorciamento crostale nelle Alpi SO. Non è chiaro se queste superfici si siano riattivate in tempi recenti.

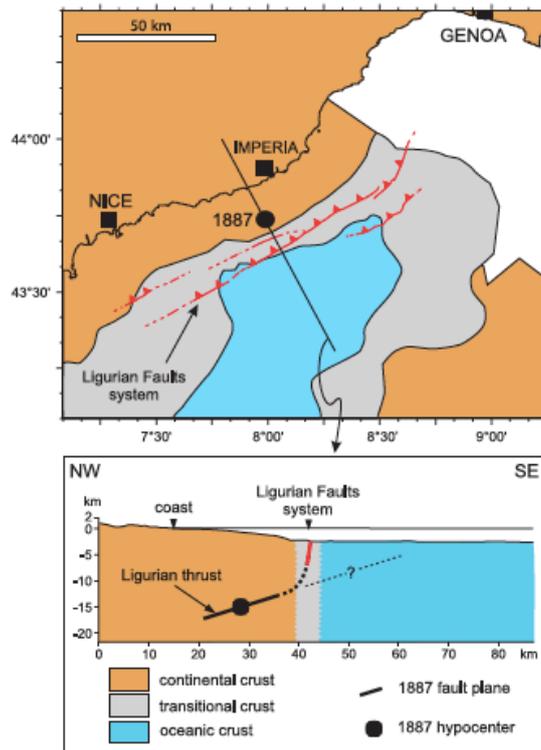


Figure 13. Seismotectonic sketch of the 1887 Ligurian earthquake. The 1887 hypocentre is located along the northward low-dip Ligurian thrust (our preferred solution). The Ligurian thrust could be connected to the Ligurian Faults system at shallow depth (red). The narrow dotted line represents the possible continuation of the Ligurian thrust towards the south. The boundaries between the continental, transitional and oceanic crust are taken from Rollet *et al.* 2002, the white domain is certainly of continental crust type.

Figura 2 – Modello sismotettonico schematico relativo al terremoto Ligure del 1887 (da Larroque et al., 2012)

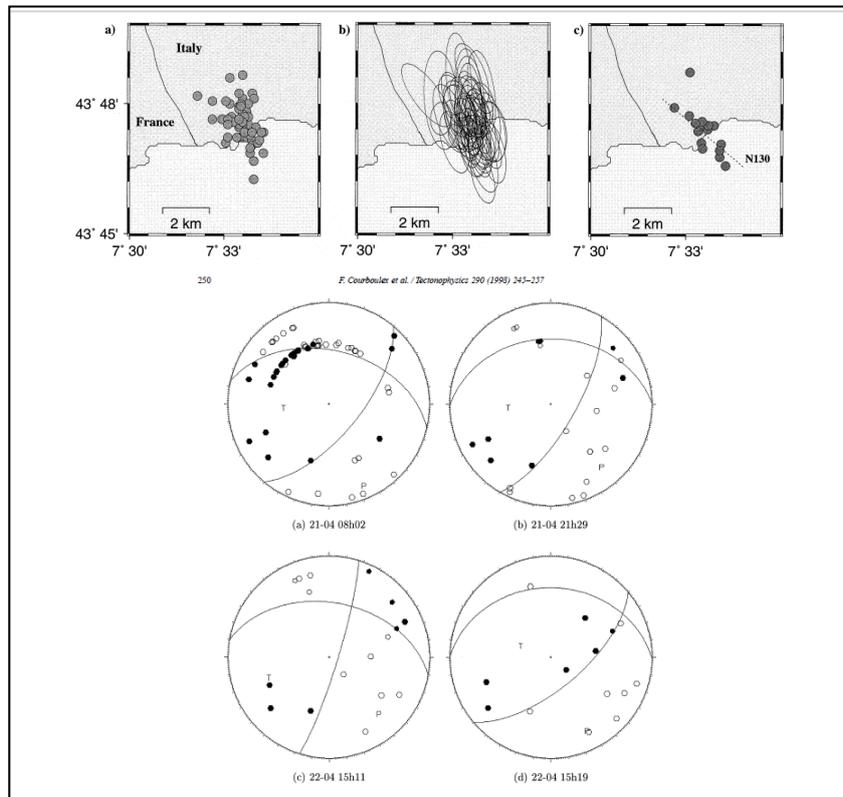


Figura 3 -Localizzazione degli aftershocks della sequenza sismica di Ventimiglia del 1995 e Meccanismi Focali del mainshock e degli aftershocks della sequenza sismica (da Courboux et al.,1998)

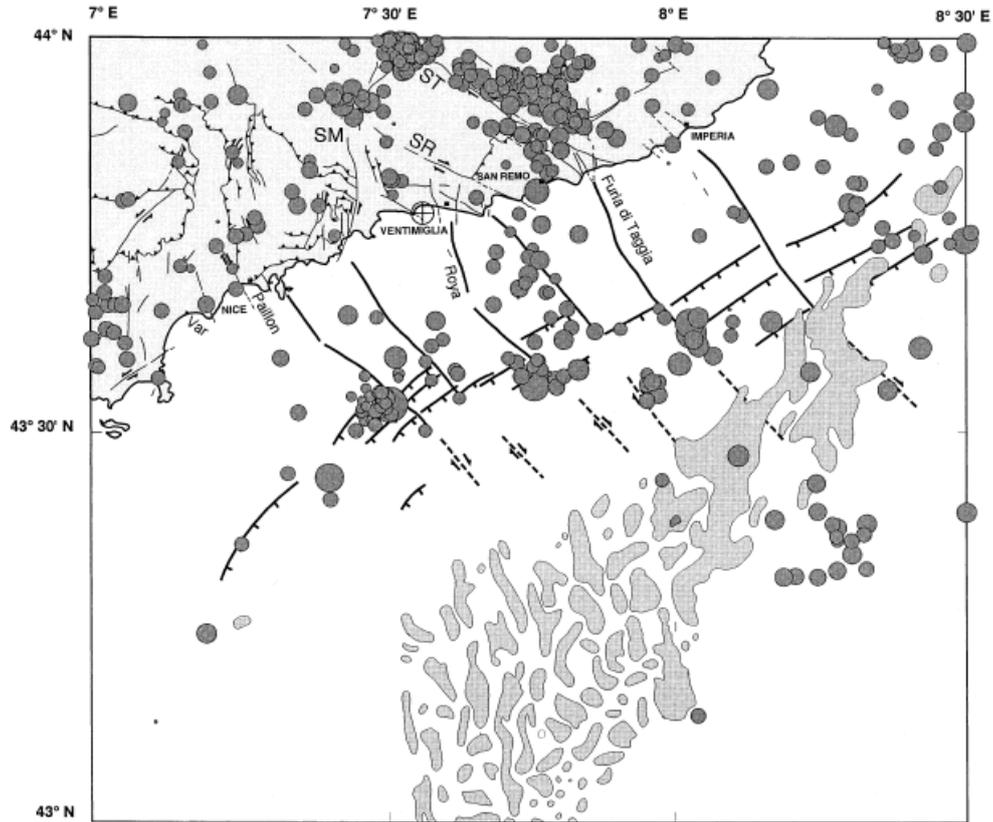


Figura 4 - Carta sismotettonica del Mar Ligure (da Courboulex et al.,1998). ST: Saorge-Taggia fault; SR: SanRemo fault; SM: Saorge Monaco fault.

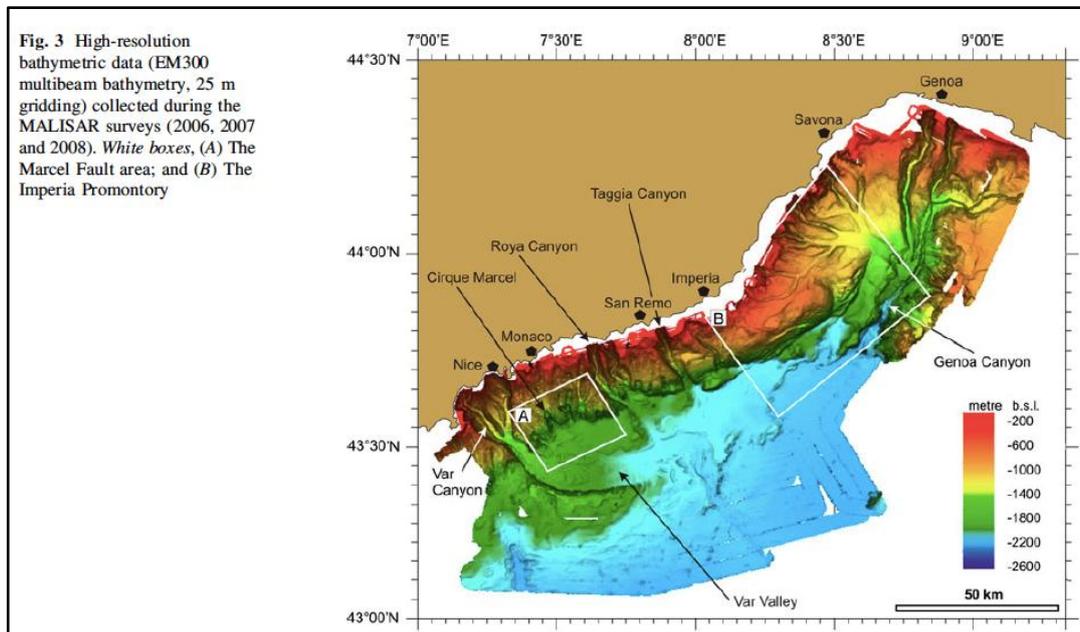


Figura 5 – Carta Batimetrica che evidenzia la presenza di canyon sottomarini (da Larroque et al. , 2011)

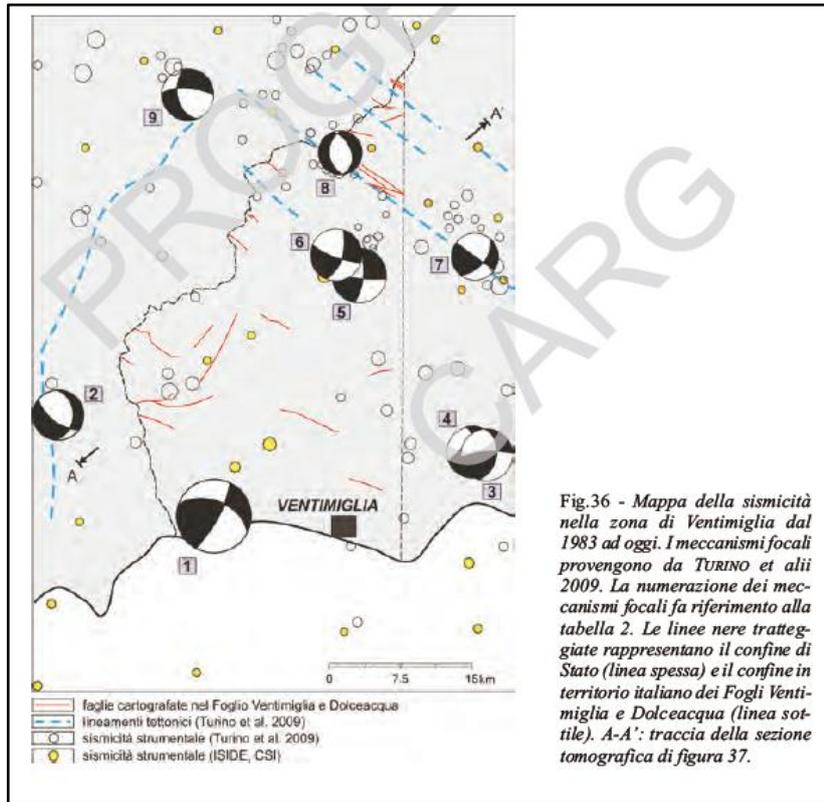


Figura 6- Mappa della Sismicità con le tracce delle faglie principali cartografate nel foglio “Ventimiglia-Dolceacqua” a scala 1:50.000 (da Dallagiovanna et al., 2012)

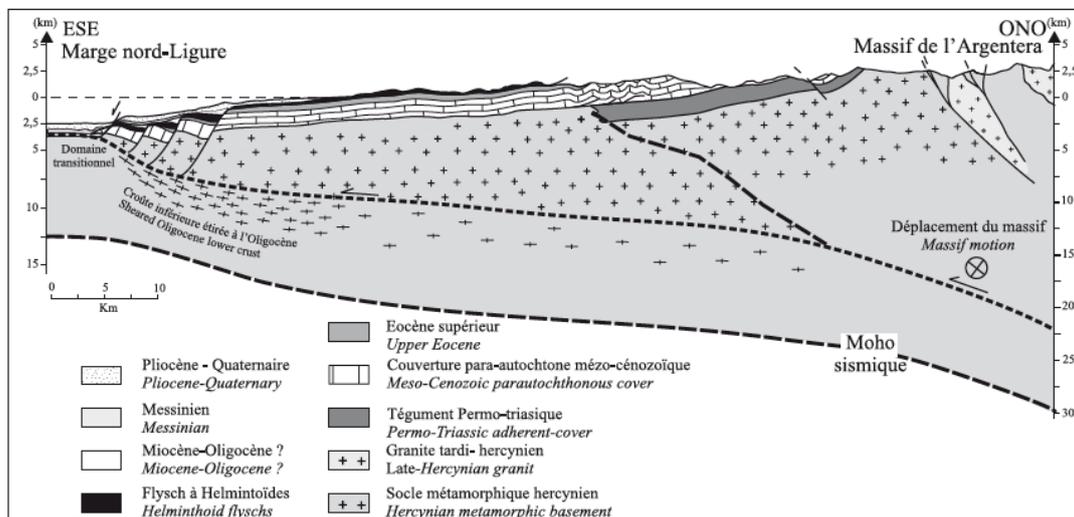


Figura 7–Sezione geologica del margine continentale Ligure occidentale (Bigot et al. 2004)

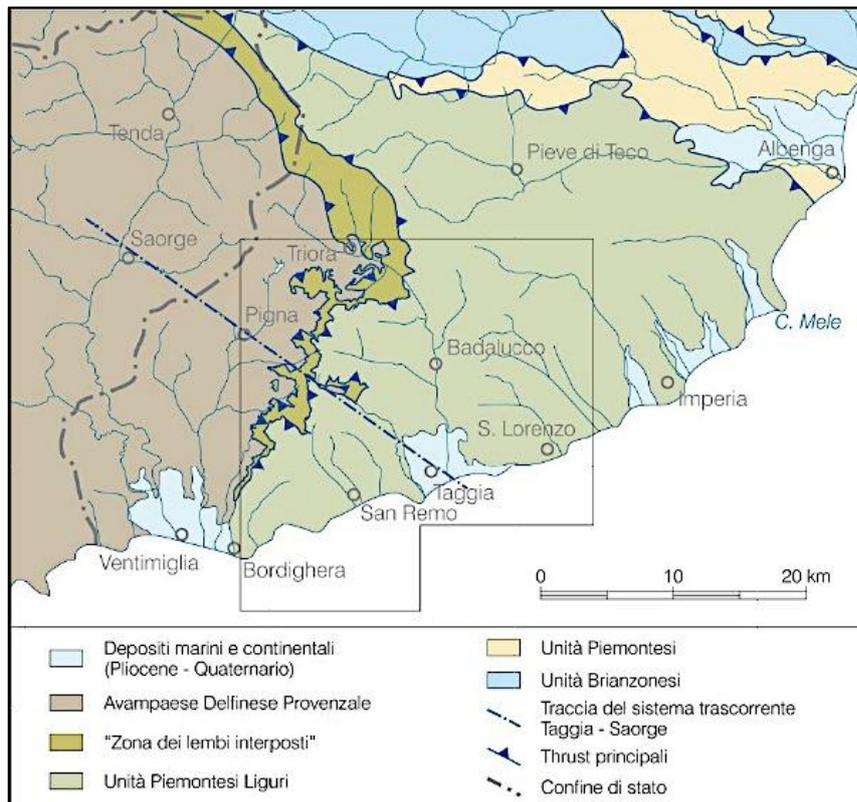
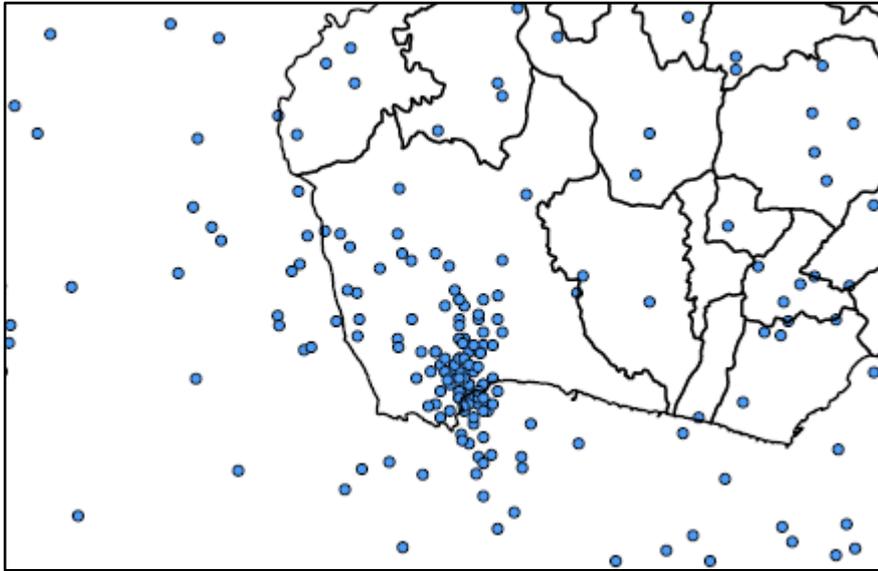


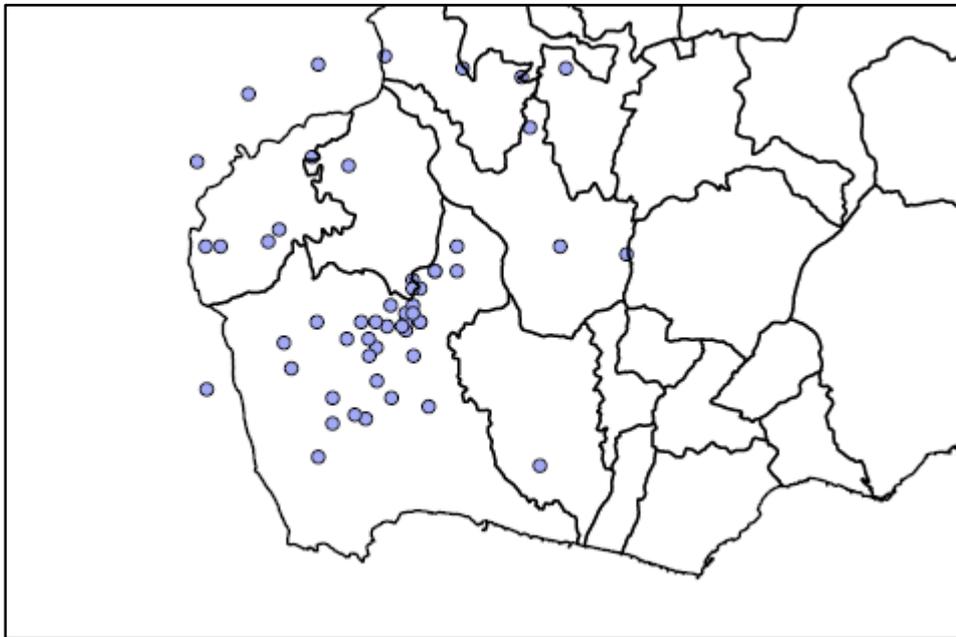
Figura 8 – Schema tettonico dal Foglio “Sanremo” a scala 1:50.000
http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/258_SAN_REMO/Foglio.html

Sismicità strumentale recente e Mappe di sismicità (recente e storica)

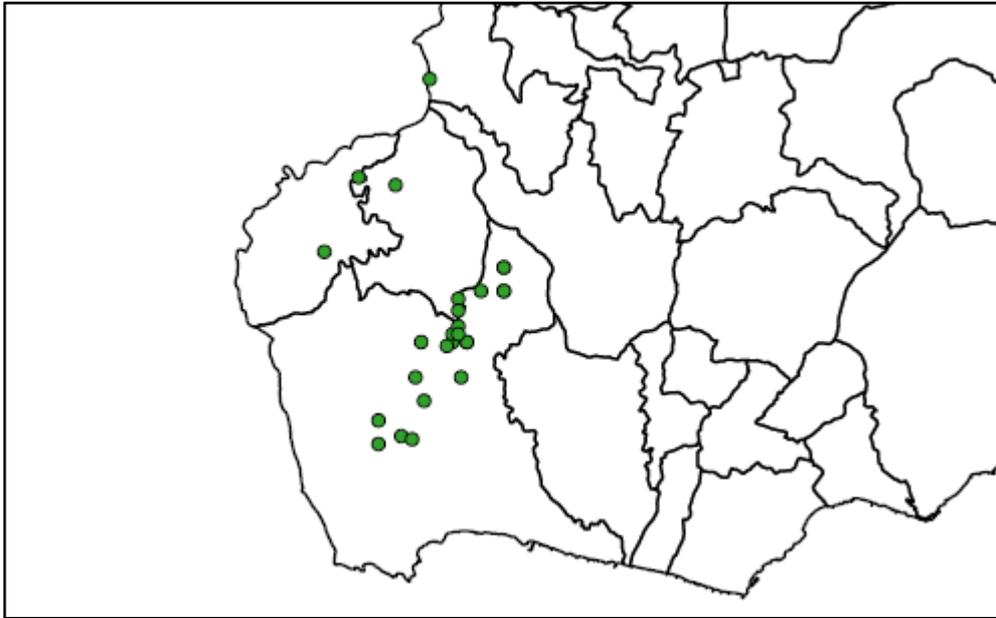
E' stata individuata una famiglia di terremoti composta da 26 eventi la cui localizzazione non risulta molto ben vincolata a causa della posizione molto laterale rispetto alle stazioni della rete RSNI. Considerando tutta la sismicità possono essere attribuiti a questa struttura oltre 150 eventi negli ultimi 50 anni con una magnitudo massima pari a 4.7 (la maggior parte dei quali occorsi durante la sequenza del 1995). Il bollettino RSNI, in accordo con lo studio effettuato da Courboux et al., 1998, evidenzia un cluster di sismicità nell'area immediatamente prossima a Ventimiglia, mentre le rilocalizzazioni effettuate nell'ambito del presente lavoro tendono a spostare la sismicità verso nord. Allo stato attuale risulta difficile associare tale sismicità ad una specifica struttura che potrebbe essere, come indicato dai meccanismi focali e dai dati di bibliografia, orientata NO-SE oppure NNE-SSO. La struttura potrebbe essere complessa e anche legata alle superfici di thrust e sovrascorrimento che interessano il margine a livello crostale relativamente profondo (Figure 6-7).



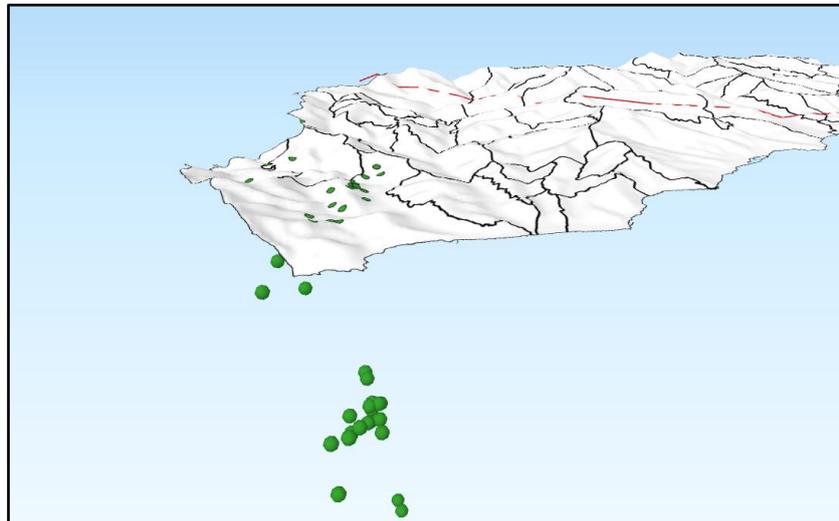
Sismicità strumentale (dati da bollettino sismico della rete RSNi dal 1982 al 2018)



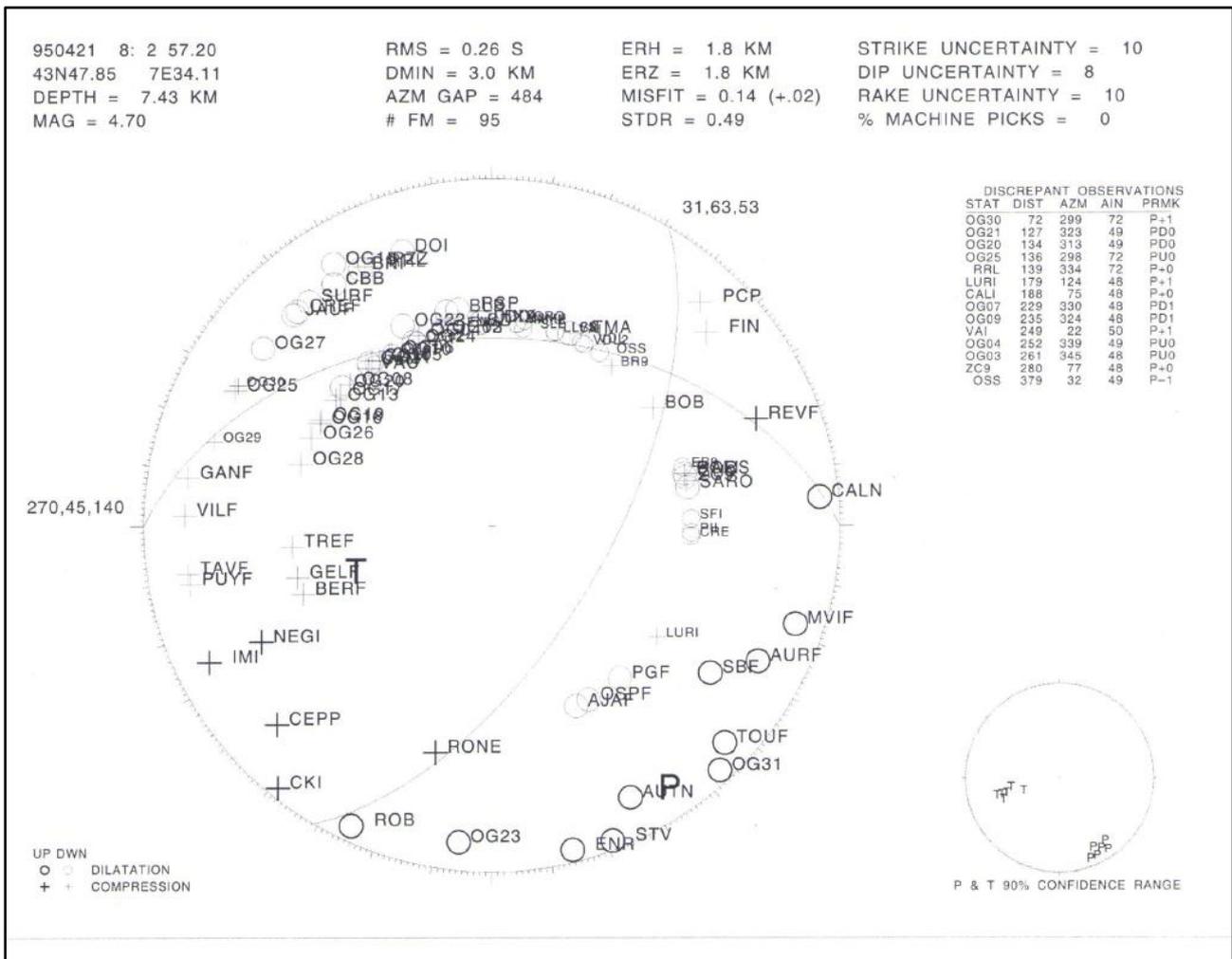
Sismicità strumentale rilocalizzata e selezionata in funzione della qualità delle localizzazioni (errori di localizzazione minori di 5km)



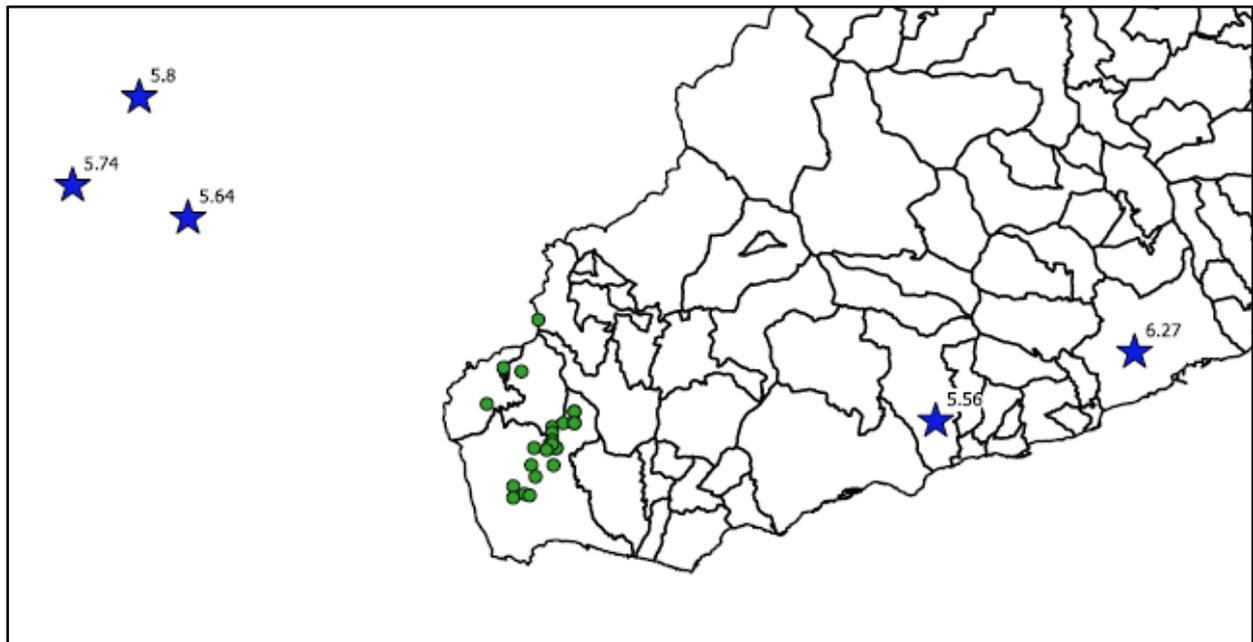
Famiglie sismogenetiche riconosciute nell'area in esame (da waveform similarity analysis)



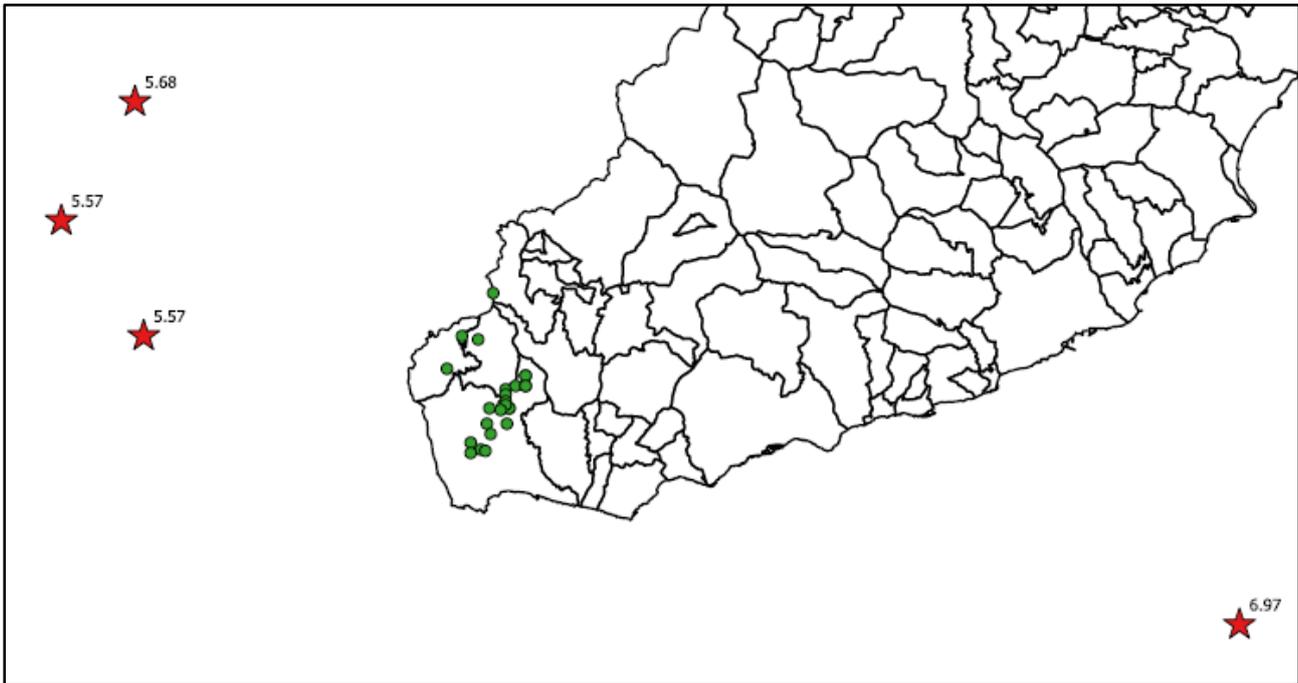
Distribuzione 3D degli ipocentri dei terremoti appartenenti a famiglie sismogenetiche riconducibili alla struttura in esame



Meccanismo Focale Evento del 21.04.1995 - MI 4.7



Sismicità storica – eventi con magnitudo maggiore o uguale a 5.5 (da CPTI15)



Sismicità storica – eventi con magnitudo maggiore o uguale a 5.5 (da CPTI11)

Bibliografia di riferimento

V. Bauve, R. Plateaux, Yann Rolland, Guillaume Sanchez, Nicole Bethoux, Bertrand Delouis, Romain Darnault. Long-lasting transcurrent tectonics in SWAlps evidenced by Neogene to present-day stress fields. 2014. *Tectonophysics* 621 (2014) 85–100. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2014.02.006>

Béthoux, N. et al. Earthquake relocation using a 3D a-priori geological velocity model from the western Alps to Corsica: Implication for seismic hazard. *Tectonophysics* 670, 82–100 (2016).

Bigot-, C.F., Sage, F., Sosson, M., Deverchère, J., Ferrandini, J., Guennoc, P., Popoff, M., Stéphan, J.-F., 2004. Déformation pliocène de la marge nord-Ligure., Les conséquences d'un chevauchement cristallin sud-alpin. *Bull. Soc. Geol. Fr.* 173 (2), 197–211. <http://dx.doi.org/10.2113/175.2.197>.

F. Courboulex, A. Deschamps, M. Cattaneo, F. Costi, J. De´verchere, J. Virieux, P. Augliera, V. Lanza, D. Spallarossa. Source study and tectonic implications of the 1995 Ventimiglia (border of Italy and France) earthquake ($M_L = 4.7$). 1998. *Tectonophysics* 290 (1998) 245–257.

G. Dallagiovanna; F. Fanucci; L. Pellegrini; S. Seno; L.; Bonini; A. Decarlis; M. Maino; D. Morelli; G. Toscani. 2012 Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 foglio 257 e 270 "Dolceacqua-Ventimiglia". ISPRA – Regione Liguria. 103 pp. http://www.isprambiente.it/Media/carg/note_illustrative/257_270_Dolceacqua_Ventimiglia.pdf

Decarlis A., M. Maino, G. Dallagiovanna, A. Lualdi, E. Masini, S. Seno, G. Toscani. Salt tectonics in the SW Alps (Italy–France): From rifting to the inversion of the European continental margin in a context of oblique convergence. 2014. *Tectonophysics* 636 (2014) 293–314. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2014.09.003>

Larroque, C., Mercier de L'épinay, B. & Migeon, S., 2011b. Morphotectonic and fault-earthquake relationships along the northern Ligurian margin (Western Mediterranean) based on high resolution multi-beam bathymetry and multichannel seismic-reflection profiles, *Mar. geophys. Res.*, 32, 163–179, doi:10.1007/s11001-010-9108-7.

Larroque, C., Scotti, O., Ioualalen, M., 2012. Reappraisal of the 1887 Ligurian earthquake (Western Mediterranean) from macroseismicity, active tectonics and tsunami modelling. *Geophys. J. Int.* <http://dx.doi.org/10.1111/13.65-246X.2012.05498x>

C. Turino, Davide Scafidi, Elena Eva, Stefano Solarino. Inferences on active faults at the Southern Alps–Liguria basin junction from accurate analysis of low energy seismicity. 2009. Tectonophysics 475 (2009) 470–479. doi:10.1016/j.tecto.2009.06.007

Condizioni preliminari per l'identificazione di una Zona di FAC

I - L'area oggetto di studi di MS ricade in area epicentrale di terremoti storici con $M_w > 5.5$:

NON NOTO

Commenti: il Ponente Ligure è l'area maggiormente pericolosa dal punto di vista sismico e la sismicità storica evidenzia in quest'area, ove sono presenti numerosi sistemi di faglie sia in mare sia in terra, diversi terremoti particolarmente significativi la cui localizzazione risulta ancora piuttosto incerta

II - La letteratura scientifica disponibile già riporta la presenza di faglie all'interno di formazioni tardo-pleistoceniche-oloceniche:

NO

III - sono segnalate evidenze di attività recente delle faglie rilevate sul campo da geologi, durante i rilievi geologico-tecnici per la stesura delle carte di MS:

NO o NON SEGNALATO