

**COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE
DI CONNESSIONE TRA LE CITTA' DI
BRESCIA E MILANO**

**INTERCONNESSIONE A35-A4
PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI OTTEMPERANZA
ISTRUTTORIA MATTM
(prot. CTVA-2015-3348 del 09/10/2015)**

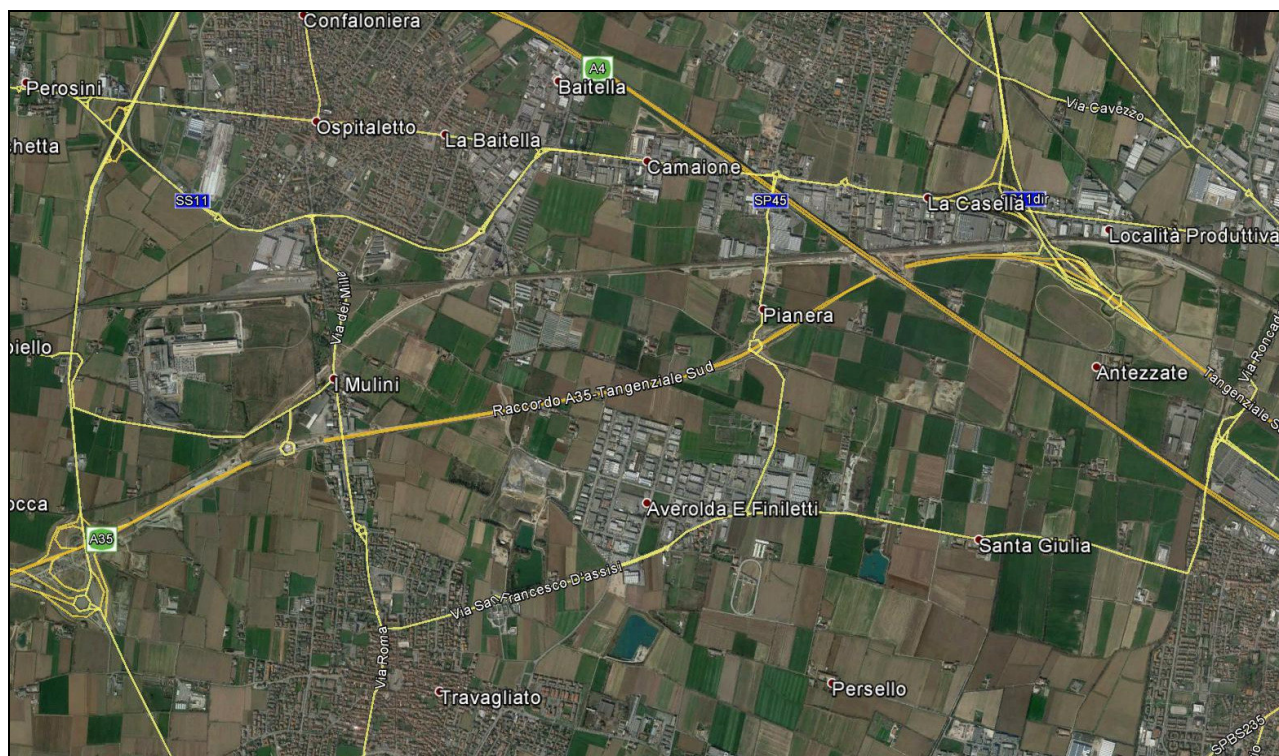
ALLEGATO "SS1"

1. PREMESSE

Il presente studio geofisico ha lo scopo di caratterizzare il sottosuolo dal punto di vista tettonico-strutturale al fine di individuare la presenza di possibili faglie profonde. In particolare, l'area indagata che corrisponde al nuovo tratto autostradale che collega le città di Brescia e Milano presenta, secondo il progetto ITACHA, una faglia attiva orientata, indicativamente, est-ovest. Al fine di accertare la presenza di tale faglia, oltre alla ricerca bibliografica, è stata condotta una appropriata campagna di indagini geofisiche di natura sismica con metodologia H.V.S.R. che permette di stimare le frequenze fondamentali di risonanza del terreno associabili a discontinuità stratigrafiche:

- n° 30 registrazioni di rumore sismico ambientale a stazione singola con elaborazione H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) .

Nella figura a seguire viene evidenziata l'area in oggetto di studio (da Google Maps)



Area in oggetto di studio

Nella figura seguente (*Ubicazione prove in situ*) sono invece riportate, in dettaglio, le posizioni di ogni misura effettuata.



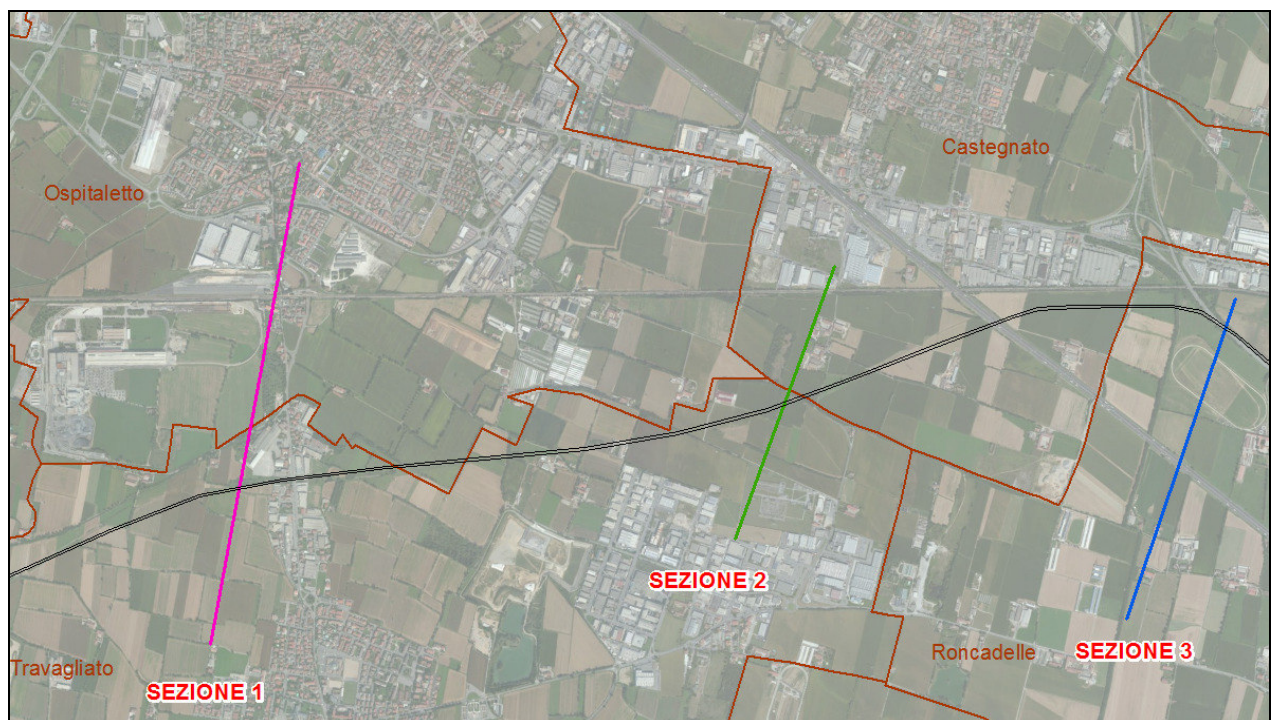
Ubicazione prove in situ

2. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

L'area investigata interessa le opere di connessione con la tangenziale sud di Brescia e la rete stradale locale, precisamente a ovest rispetto al Comune di Brescia.

L'area in oggetto si trova nella parte centrale della Pianura Padana in particolare lo studio si articola lungo tre sezioni, tutte orientate a NE-SW con una lunghezza variabile da 2500 a 1500, nello specifico le sezioni eseguite ricadono nei seguenti Comuni tutti in provincia di Brescia:

- Sezione 1: Comune di Ospitaletto e Comune di Travagliato
- Sezione 2: Comune di Castegnato e comune di Travagliato
- Sezione 3: Comune di Roncadelle



Ubicazione sezioni di studio

3. ASSETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA

3.1 Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area in oggetto è ubicata in una zona di pianura, tale pianura ha avuto origine dalle complesse vicende intervenute durante l'era quaternaria; la sua genesi si deve, infatti, prima alla dinamica glaciale e fluvioglaciale durante il Pleistocene (circa 1,7 - 0,01 MA), poi a quella fluviale durante l'Olocene (a partire da 0,01 MA). Nell'area interessata da questo lavoro dalla piana proglaciale würmiana, nota come Livello Fondamentale della Pianura (LFdP), ed in particolare quelli attribuiti all'Unità di Chiari (Pleistocene superiore), formatasi al termine dell'ultima glaciazione quaternaria. Il LfdP è fiancheggiato, lungo il limite occidentale e meridionale della provincia, dalla valle del fiume Oglio, mentre le valli di altri corsi d'acqua minori, quali i fiumi Mella e Chiese, lo attraversano in direzione nord-sud. I depositi alluvionali presenti entro queste valli sono tutti di età olocenica. Relativamente alla datazione cronologica delle superfici, le attuali conoscenze, ottenute attraverso lo studio dei rapporti isotopici del carbonio in carote di sedimenti oceanici, indicano che sono molti gli episodi glaciali che hanno interessato il pianeta dal Pliocene superiore ai giorni nostri: molti più dei 4 generalmente riconosciuti nei sedimenti continentali della zona circostante le alpi (Würm, Riss, Mindel e Gunz)

Il settore in oggetto mostra una chiara prevalenza di sedimenti ghiaiosi, conseguenza della relativa vicinanza agli sbocchi vallivi. Presso questi ultimi, in particolare durante le fasi di avanzata glaciale, si sono accumulati dei grandi conoidi, costituiti da predominante materiale grossolano tipico della facies prossimale. In particolare, all'uscita dai rilievi pedemontani (costituiti in questo settore lombardo da sedimenti calcareo-terrigeni, sfruttati da numerose cave tra Rezzato e l'anfiteatro Gardesano per l'estrazione di Corna e Botticino), si trova l'apice dell'ampio conoide depositato dal fiume Oglio. La variazione di facies con passaggio alle frazioni granulometriche più fini della parte distale del conoide, verso il depocentro padano, si manifesta nel settore più meridionale dell'area d'interesse. Ne deriva la puntuale emergenza della falda, con alcuni fontanili e, soprattutto, numerose tracce di idromorfia.

Come accennato, il LFP in questo settore è dominato da sedimenti clastici grossolani (ghiaiosi o ciottolosi). Verso sud iniziano comunque a comparire localmente sequenze fluviali sommitali, sabbioso-limose, concentrate nelle aree relativamente depresse (appena accennate nell'ambito del microrilievo), separate da aree allungate in senso meridiano e più rilevate, con maggior pietrosità superficiale. Queste alternanze, litologiche e morfologiche, riflettono l'ambiente dell'idrografia fossile di tipo *braided river*, con barre longitudinali separate da canali (aree depresse).

All'interno del Livello fondamentale della pianura, è possibile distinguere tre diverse porzioni, ascrivibili a quelle che sono definite come "alta", "media" e "bassa" pianura. La quota varia tra i circa 200-250 m s.l.m. nella sua porzione più settentrionale nei pressi del Lago di Garda, a poco meno di 40 al limite meridionale, mentre la granulometria passa dalla dominanza ghiaioso-sabbiosa nell'area prospiciente le morene gardesane e sebine a quella limoso-sabbiosa verso sud. L'attuale carattere pianeggiante del livello fondamentale è il risultato dell'applicazione di intense tecniche di livellamento su una morfologia in origine leggermente più ondulata. Indice di questa attività sono le particelle agricole spesso separate da gradini.

L'alta pianura è presente nella parte settentrionale della provincia, si presenta con superfici debolmente ondulate che, come rivela l'analisi dei loro caratteri morfometrici, sono le conoidi pedemontane, costruite in passato dagli apporti dei torrenti fluvioglaciali e successivamente

rimodellate dai corsi d'acqua. Questo tratto di pianura ha composizione prevalentemente ghiaiosa o ghiaioso sabbiosa e pendenza media compresa tra 0,8-0,4%. La media pianura è presente in due lembi, uno occidentale ed uno orientale, nella parte centrale della provincia. La porzione occidentale compresa tra i corsi dell'Oglio e del Mella, ha composizione sabbioso ghiaiosa ed è caratterizzata dalla diffusa presenza di risorgive. La porzione orientale è meno ghiaiosa della precedente e i fontanili seppur presenti, sono meno diffusi. La pendenza media è compresa tra 0,4- 0,15%. La bassa pianura si sviluppa nella metà meridionale della provincia tra i corsi d'acqua dell'Oglio e del Chiese. Ha una superficie leggermente ondulata, soprattutto nella parte nord, ed incisa dal fiume Mella e da corsi d'acqua minori a sud. È costituita da sedimenti a composizione limoso-sabbiosa ed ha una acclività media compresa tra 0,25-0,11%.

La pianura bresciana, come tutta la Pianura Padana, è interessata dalla circolazione di flussi idrici nel sottosuolo che, attraversando litotipi diversi per natura e permeabilità, assumono caratteri differenti. L'alta permeabilità dei terreni presenti nell'area settentrionale e centrale, nonché l'abbondante alimentazione idrica, determinano la presenza di una considerevole circolazione idrica sotterranea. Questa ha luogo all'interno di una potente coltre alluvionale le cui caratteristiche litologiche e il cui assetto strutturale favoriscono la formazione di un acquifero multistrato, costituito cioè da più falde acquifere sovrapposte interdipendenti tra loro.

La presenza di acqua nel suolo, o comunque, entro 2-3 metri di profondità dalla superficie del terreno, può essere dovuta alla presenza di orizzonti poco permeabili, oppure alla influenza di una vera falda freatica a profondità ridotta. Nel primo caso si formano orizzonti di suolo frequentemente saturi d'acqua, per ristagno interno, ed eventualmente piccole falde sospese. Ciò accade nei terreni più antichi, che hanno orizzonti limoso-argillosi e compatti, come talvolta è stato riscontrato sui terrazzi antichi ed intermedi, in suoli con granulometria medio-fine soggetti a forte interferenza idrica (vicinanza di canali irrigui, aree morfologicamente depresse, ecc.). Una falda idrica a profondità ridotta è invece riscontrabile in alcune porzioni dell'area in esame, in particolare in prossimità delle depressioni nell'area pedemontana o in quella morenica, in cui si trovano terreni poco permeabili che in passato hanno dato origine a piccoli bacini lacustri ed in cui è possibile tuttora che la falda affiori in superficie. In tutti questi casi, per fattori interni o esterni al suolo, il drenaggio è molto rallentato, con sensibili influenze sui caratteri pedologici.

3.2 Inquadramento idrografico e idrogeologico

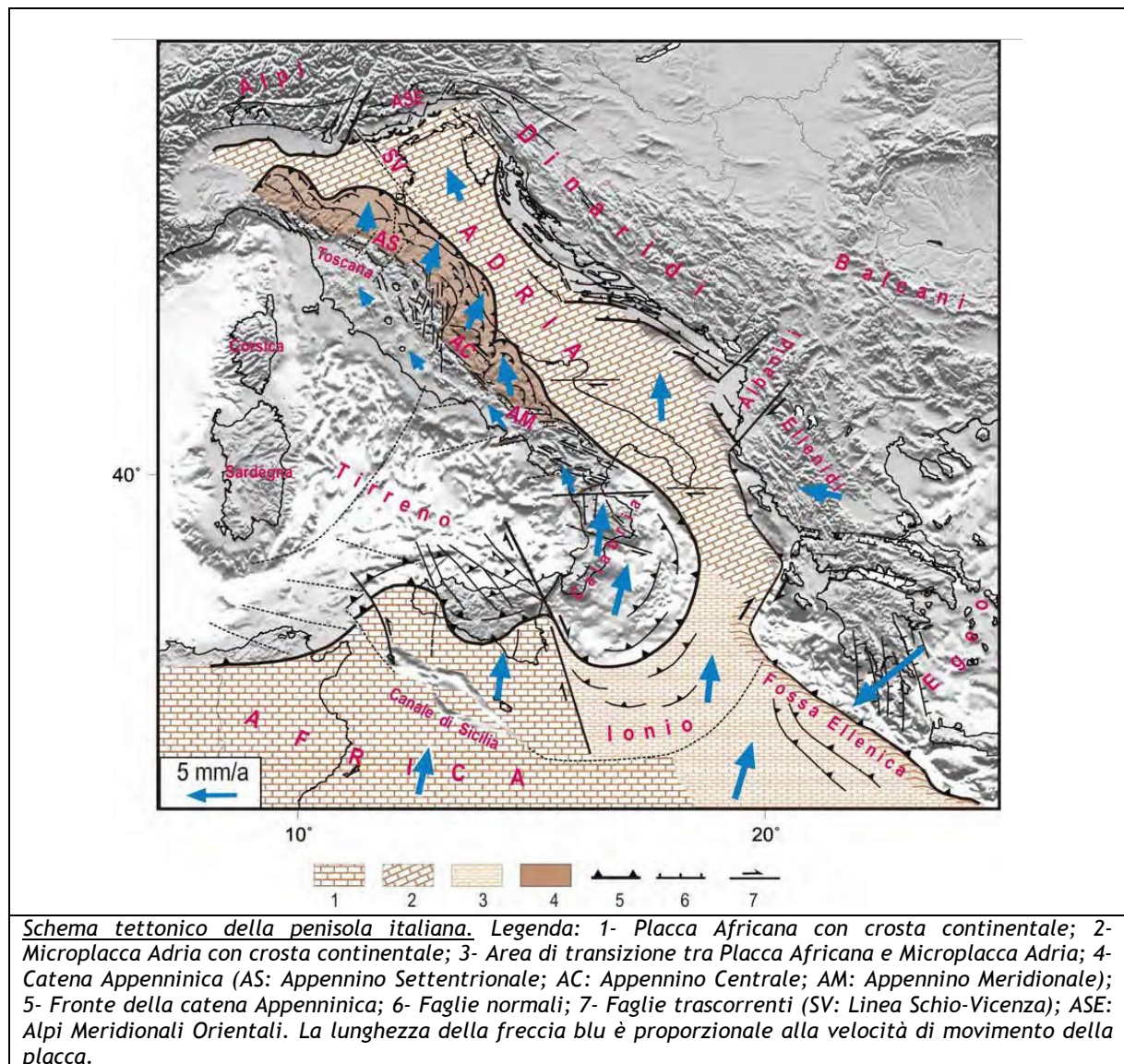
La pianura bresciana, come tutta la Pianura Padana, è interessata dalla circolazione di flussi idrici nel sottosuolo che, attraversando litotipi diversi per natura e permeabilità, assumono caratteri differenti. L'alta permeabilità dei terreni presenti nell'area settentrionale e centrale, nonché l'abbondante alimentazione idrica, determinano la presenza di una considerevole circolazione idrica sotterranea. Questa ha luogo all'interno di una potente coltre alluvionale le cui caratteristiche litologiche e il cui assetto strutturale favoriscono la formazione di un acquifero multistrato, costituito cioè da più falde acquifere sovrapposte interdipendenti tra loro.

La presenza di acqua nel suolo, o comunque, entro 2-3 metri di profondità dalla superficie del terreno, può essere dovuta alla presenza di orizzonti poco permeabili, oppure alla influenza di una vera falda freatica a profondità ridotta. Nel primo caso si formano orizzonti di suolo frequentemente saturi d'acqua, per ristagno interno, ed eventualmente piccole falde sospese. Ciò accade nei terreni più antichi, che hanno orizzonti limoso-argillosi e compatti, come talvolta è stato riscontrato sui terrazzi antichi ed intermedi, in suoli con granulometria medio-fine soggetti a forte interferenza idrica (vicinanza di canali irrigui, aree morfologicamente depresse, ecc.). Una falda idrica a profondità ridotta è invece riscontrabile in alcune porzioni dell'area in esame, in particolare in prossimità delle depressioni nell'area pedemontana o in quella morenica, in cui si trovano terreni poco permeabili che in passato hanno dato origine a piccoli bacini lacustri ed in cui è possibile tuttora che la falda affiori in superficie. In tutti questi casi, per fattori interni o esterni al suolo, il drenaggio è molto rallentato, con sensibili influenze sui caratteri pedologici.

4. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

4.1 Inquadramento sismotettonico generale

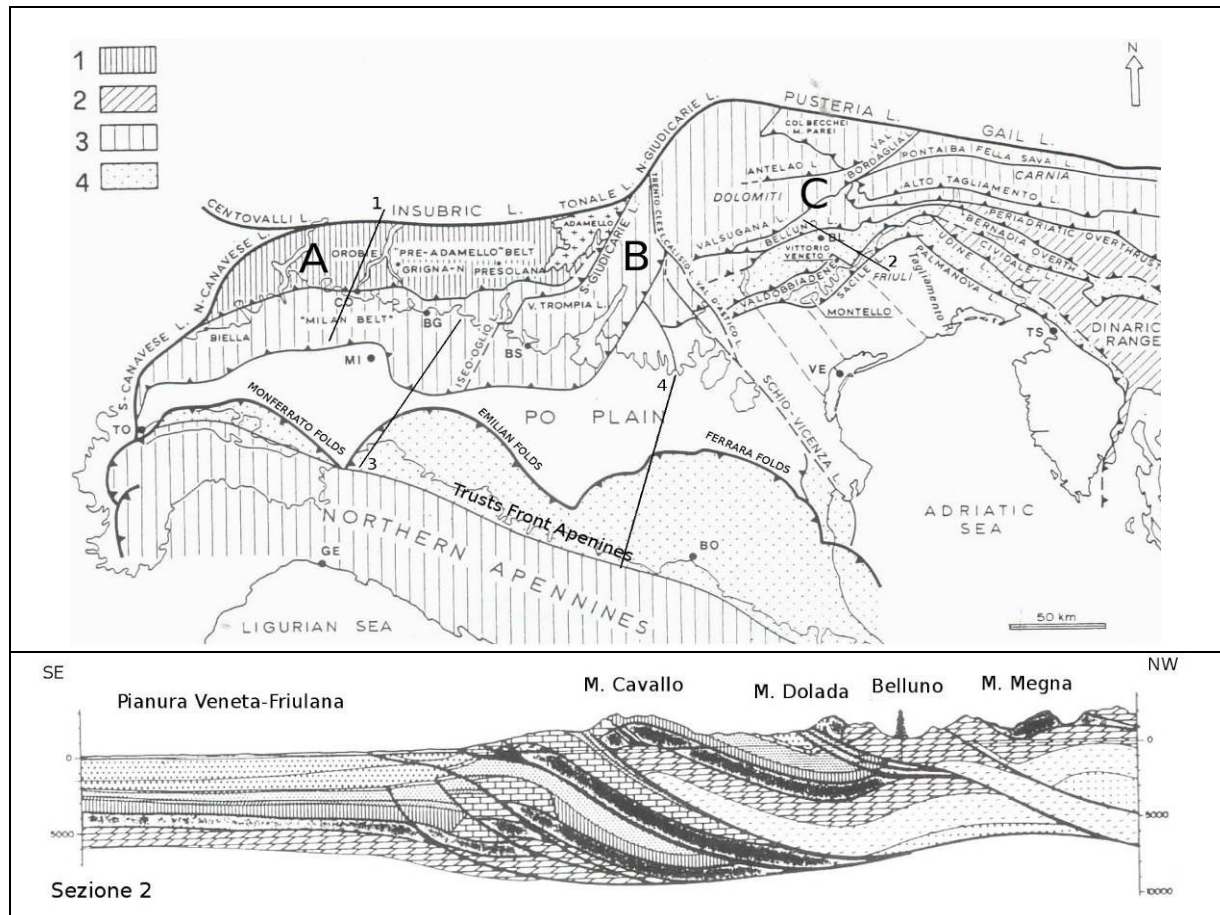
Dal punto di vista strutturale, il territorio di Oderzo si colloca nell'alta pianura veneta a ridosso della grande unità litologica delle Alpi meridionali. Quest'ultima è stata interessata dal *rifting* giurassico con l'individuazione di una piattaforma carbonatica bordata dal bacino carnico, bacino bellunese, bacino di Tolmino e dal *plateau* carnico-giulio. La placca Adria, che tettonicamente rappresenta un promontorio della placca africana (Channell, 1996) collocata lungo la pianura padana veneta e lungo il mare Adriatico, interagisce attivamente con la placca europea determinando il corrugamento alpino e appenninico e, conseguentemente, lo *stress* tettonico attuale.



L'Adria è costituita da crosta continentale che, nella porzione più settentrionale, è rappresentata dal substrato della pianura padana interagente con il fronte della catena appenninica a sud e con il sud-alpino a nord. La collisione continentale tra la parte più settentrionale della placca Adria e quella europea ha portato alla formazione della catena alpina. La conseguente subduzione verso sud della placca europea e il sovrascorrimento della placca Adria (**subduzione continentale**, Bally et al., 1985) ha provocato la formazione di strutture di *retro-trust*.

Un importante ruolo di svincolo cinematico della placca Adria settentrionale viene svolto dalla Linea Schio-Vicenza (Babbucci et al., 2002): una faglia trascorrente sinistra (Plio-Quaternaria) che mette le Alpi meridionali a contatto con quelle centro-occidentali.

Il blocco veneto-friulano (figura seguente) è caratterizzato da strutture tettoniche con direzioni variabili (Dogliosi et al., 1987; Castellarin et al., 1992; Pontron et al., 2000). Nella zona friulana centrale si ha il massimo delle deformazioni e del raccorciamento per l'estrema embricazione sud-vergente delle unità. L'assetto strutturale della pianura veneta, che rappresenta l'avampaese di due catene montuose perimetrali, è condizionato dall'interferenza tra le strutture del sud-alpino a nord e il fronte della catena dinnarica a est (Merlini et al., 2002).



Schema strutturale della Pianura Padana (microplacca Adria) e delle aree adiacenti (modificato da: CASTELLARIN e al., 1982). Legenda: Il sud-alpino è tettonizzato in età eolpina (Cretaceo-Paleocenica) (1) e in età Eocene inf. e medio (2). L'area Appenninica è coeva al settore più occidentale delle Alpi (3) di età Messiniana e Plio-Pleistocenica. L'area Appenninica e Veneto-Friulana (4), in forte accorciamento, è caratterizzata dalle strutture sepolte sotto i depositi di pianura. Il sud-alpino è diviso in A) Blocco Lombardo, B) Blocco Trentino-Lessineo e C) Blocco Veneto-Friulano.

Dallo studio della distribuzione dei meccanismi focali si è ricavato l'assetto dell'ellissoide dello stress tettonico in termini di direzione di massima compressione e distensione, questo al fine di definire l'interazione tettonica attuale tra la placca europea e quella Adria, responsabile degli ultimi terremoti emiliani (Balocchi, 2012; Balocchi et al., 2012).

Si può concludere che la placca Adria sia in netta compressione nel settore sud-alpino dove il sovrascorrimento di quest'ultima rispetto alla placca europea genera dei retro-stress all'interno delle unità litologiche deposte sulla crosta continentale dell'Adria.

4.2 Sismicità storica

La ricostruzione storica degli eventi sismici che hanno caratterizzato l'area in esame è stata fatta utilizzando il database macrosismico italiano DBMI11 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (a cura di *M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi, 2011*): rispetto al precedente DBMI04, il DBMI11 ne rappresenta l'integrazione e l'aggiornamento, per cui è stato consultato per estrarre le seguenti informazioni.

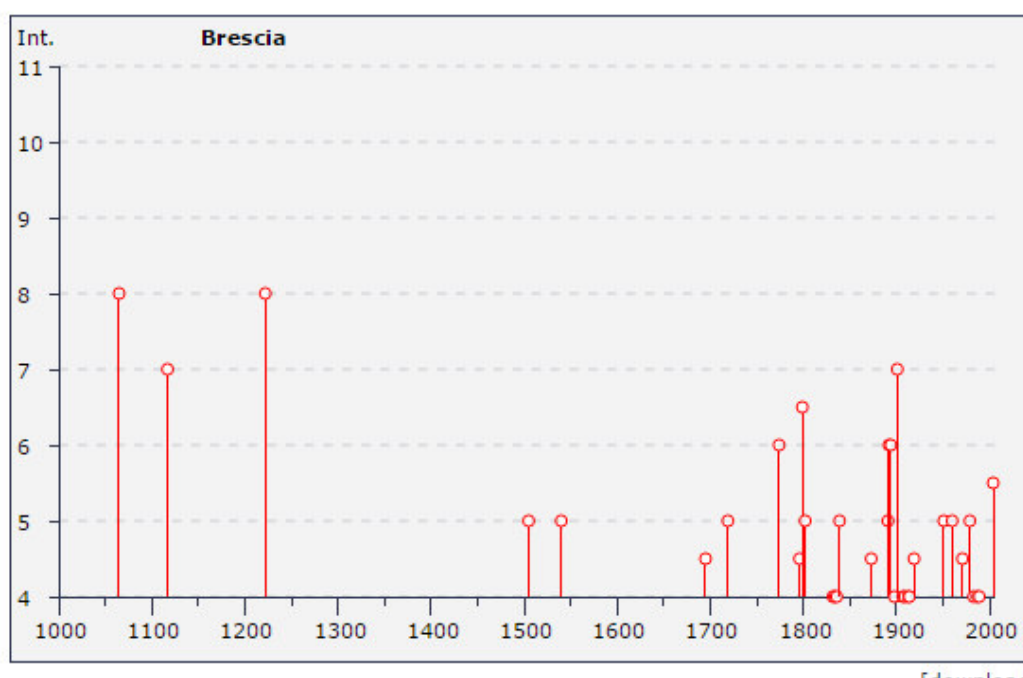
I comuni interessati dalle sezioni svolte sono: Ospitaletto, Travagliato e Roncadelle, molto vicini al Comune di Brescia che è stato quindi scelto come Località nella ricerca degli eventi sismici storici.

Anno	Me.	Gi.	Area epicentrale	Lat.	Lon.	Imx	Io	Maw	Daw	ZS9
1065	3	27	BRESCIA	45.550	10.220	80	70	5.17	0.30	907
1117	1	3	VERONESE	45.330	11.200	90	95	6.49	0.15	906
1197			BRESCIA	45.550	10.220	65	65	5.03	0.33	907
1222	12	25	BASSO BRESCIANO	45.480	10.680	90	85	6.05	0.13	906
1276	7	28	ITALIA SETTENT.	45.080	9.550	55	60	5.11	0.12	911
1396	11	26	MONZA	45.580	9.270	75	75	5.37	0.30	907
1438	6	11	PARMENSE	44.850	10.230	80	80	5.62	0.17	913
1572	6	4	PARMA	44.851	10.422	70	70	5.13	0.23	913
1593	3	8	BERGAMO	45.694	9.670	65	65	5.03	0.33	907
1606	8	22	BERGAMO	45.694	9.670	65	65	5.03	0.33	907
1628	11	4	PARMA	44.801	10.329	70	70	5.17	0.3	913
1642	6	13	BERGAMO	45.694	9.670	65	65	5.03	0.33	907
1661	3	12	MONTECCHIO	45.730	10.070	75	70	5.17	0.30	907
1683	5	25	V. GIUDICARIE	46.024	10.864	65	65	5.00	0.26	
1693	7	6	GOITO	45.280	10.644	70	70	5.27	0.14	906
1738	11	5	PARMA	44.906	10.028	70	70	5.40	0.20	913
1781	9	10	CARAVAGGIO	45.497	9.6440	65	65	5.03	0.33	907
1783	7	28	VAL DI LEDRO	45.878	10.808	65	65	5.03	0.33	906
1786	4	7	PIACENZA	45.298	9.5950	70	65	5.31	0.16	911
1799	5	29	CASTENEDOLO	45.403	10.271	65	65	5.06	0.18	906
1802	5	12	VALLE DELL'OGGIO	45.420	9.850	85	80	5.67	0.09	907
1806	2	12	NOVELLARA	44.862	10.671	70	70	5.26	0.16	912
1810	12	25	NOVELLARA	44.898	10.712	70	70	5.28	0.10	912
1818	12	9	LANGHIRANO	44.668	10.286	75	75	5.57	0.10	913
1829	9	6	CREMONA	45.136	10.024	65	65	5.03	0.33	
1831	9	11	REGGIANO	44.750	10.550	75	75	5.48	0.13	912
1832	3	13	REGGIANO	44.770	10.470	75	75	5.59	0.07	913
1857	2	1	PARMENSE	44.749	10.480	65	65	5.26	0.12	913
1866	8	11	MONTE BALDO	45.727	10.783	70	70	5.17	0.30	906

1877	10	1	MALCESINE	45.764	10.809	70	65	5.03	0.33	906
1882	9	18	MONTE BALDO	45.720	10.770	70	70	5.17	0.30	906
1885	2	26	SCANDIANO	45.208	10.169	60	60	5.22	0.10	
1891	6	7	VALLE D'ILLASI	45.570	11.170	90	85	5.71	0.05	906
1892	8	9	TREGNAGO	45.567	11.167		70	5.17	0.30	906
1894	2	9	TREGNAGO	45.567	11.150		70	5.17	0.30	906
1901	10	30	SALO'	45.580	10.500	80	80	5.67	0.07	906
1908	3	15	CRESPADORO	45.623	11.207	60	60	5.01	0.15	906
1915	10	10	REGGIO EMILIA	44.732	10.469	65	60	5.01	0.08	913

Nella tabella sono stati elencati i vari eventi registrati, con indicati, oltre all'intensità in scala MCS al sito in esame (I), la data (anno, mese, giorno, ora, minuto) in cui si è verificato l'evento Ax, l'intensità massima epicentrale in scala MCS (Io) e la magnitudo momento (Mw).

Il grafico seguente ricostruisce la storia sismica del sito in esame (comune(per terremoti con intensità al sito superiore a 4) tra gli anni 1000 e fino al 2006..



Gli eventi registrati con Intensità maggiore di 4 sono molteplici (> 10) con particolare attenzione ai due eventi con Intensità pari a 8, il primo con epicentro a Brescia nel 1065 e il secondo nel Basso Bresciano nel 1222.

Altri due importanti eventi sismici sono avvenuti con intensità pari a 7 rispettivamente nel 1117 nel Veronese e nel 1901 a Salò.

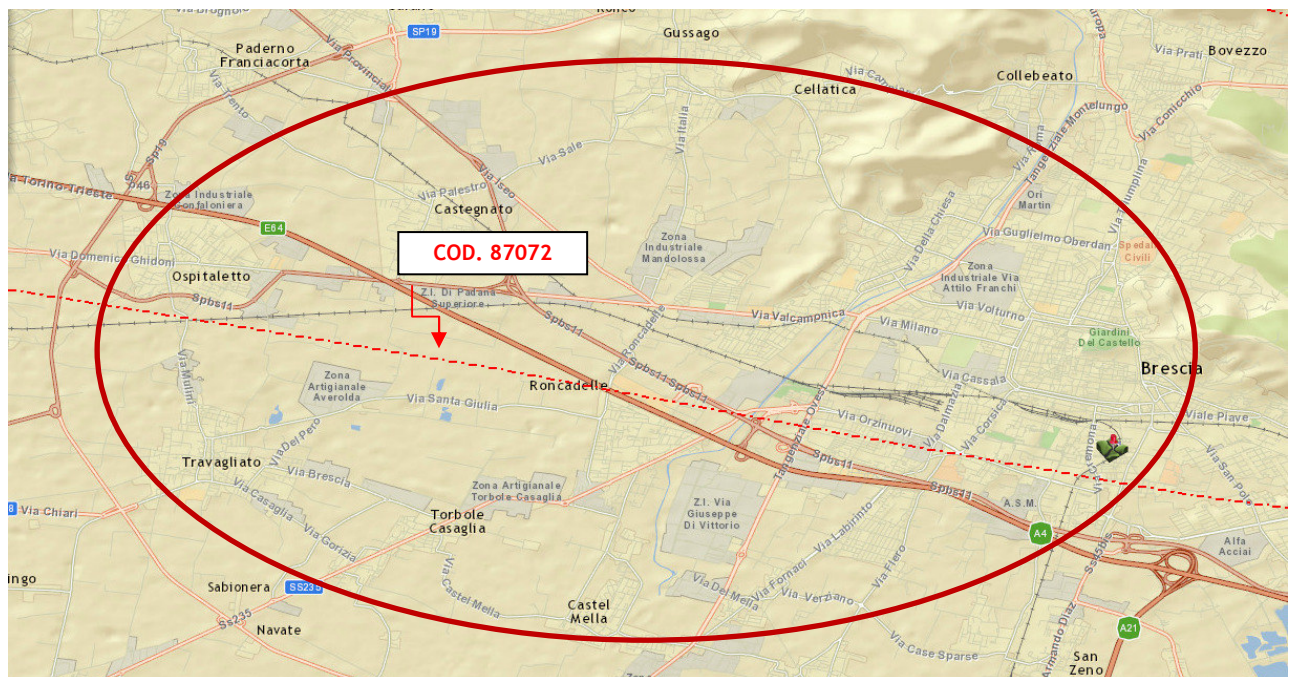
L'evento più recente che ha colpito la zona riporta un'intensità compresa tra 5 e 6 ed ha come epicentro il Lago di Garda.

4.3 Faglie capaci e sorgenti sismogenetiche

Per quanto riguarda il tema delle faglie capaci (faglie che si sono rotte almeno una volta negli ultimi 40.000 anni, raggiungendo la superficie e producendo una rottura del terreno) e l'inquadramento delle sorgenti sismogenetiche più prossime all'area d'indagine, si è fatto riferimento agli studi condotti dagli esperti scientifici e riportate nei cataloghi ITHACA e DISS 3.1.1.

Le sorgenti sismogenetiche rappresentano le zone che sono state riconosciute come origine dei terremoti grazie allo studio della sismicità storica e delle indagini geologiche.

ITHACA è un database creato per la raccolta e la consultazione di tutte le informazioni disponibili sulle strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali.



Il progetto si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie: dalla sua consultazione è stato possibile includere, nel territorio in esame, la presenza di una faglia capace, ovvero la cosiddetta *Linea di M. Orfano* (immagini estratte dal sito dell'ISPRA).

Nella tabella sottostante, sono riportate le informazioni desunte dalle schede specifiche ITHACA per tale lineamento.

Nome faglia	M. Orfano
Tipo Faglia	Attiva
Codice faglia	87072
Macrozona	1
Regione	Lombardia
Sistema	Po Plain
Ordine	Primaria
Direzione media	280
Immersione	0
Lunghezza (km)	30
Profondità (km)	0
Ultima attività	Pleistocene
Affidabilità dato sull'attività	BAssa
Intervallo ricorrente (anni)	0
Velocità di slittamento (mm/anno)	0
Massima lunghezza attesa di rottura	30
Massimo scivolamento atteso (m)	0
Massima magnitudine attesa (MW)	6.8
Qualità dello studio	LOW

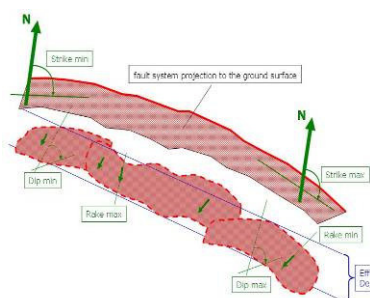
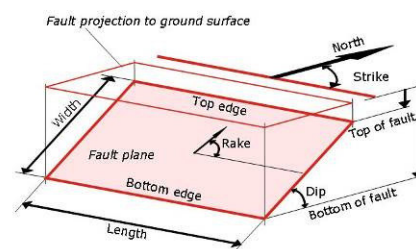
Ulteriori informazioni in merito alla faglia ci sono riportate nei due articoli citati da ITHACA (reperiti e riportati in allegato):

87072	FANTONI R., BERSEZIO R., FORCELLA F. (2004)	Alpine structure and deformation chronology at the Southern Alps - Po' Plain border in Lombardy	Boll. Soc. Geol. It., 123 (2004), 463-476, 9ff	2004
87072	BONI A., CASSINIS G. (1973)	Carta geologica delle Prealpi bresciane a sud dell'Adamello; note illustrative della legenda stratigrafica. The geologic map of the Brescian Prealps south of Monte Adamello (Italy); explanatory text and stratigraphic legend	Atti dell'Istituto Geologico della Università di Pavia, vol.23, pp.119-159, 1973	1973

12

La mappa dell'INGV riportata di seguito, denominata DISS 3.2.0 (*Database of Individual Seismogenic Sources - DISS Version 3*), mostra tre tipologie di sorgenti sismogenetiche.

Sorgenti individuali (IS): per le quali viene proposta una rappresentazione tridimensionale semplificata del piano di faglia. Questo tipo di sorgente esibisce caratteristiche definite di estensione, movimento e massima magnitudine attesa.



Sorgenti composite (CS):

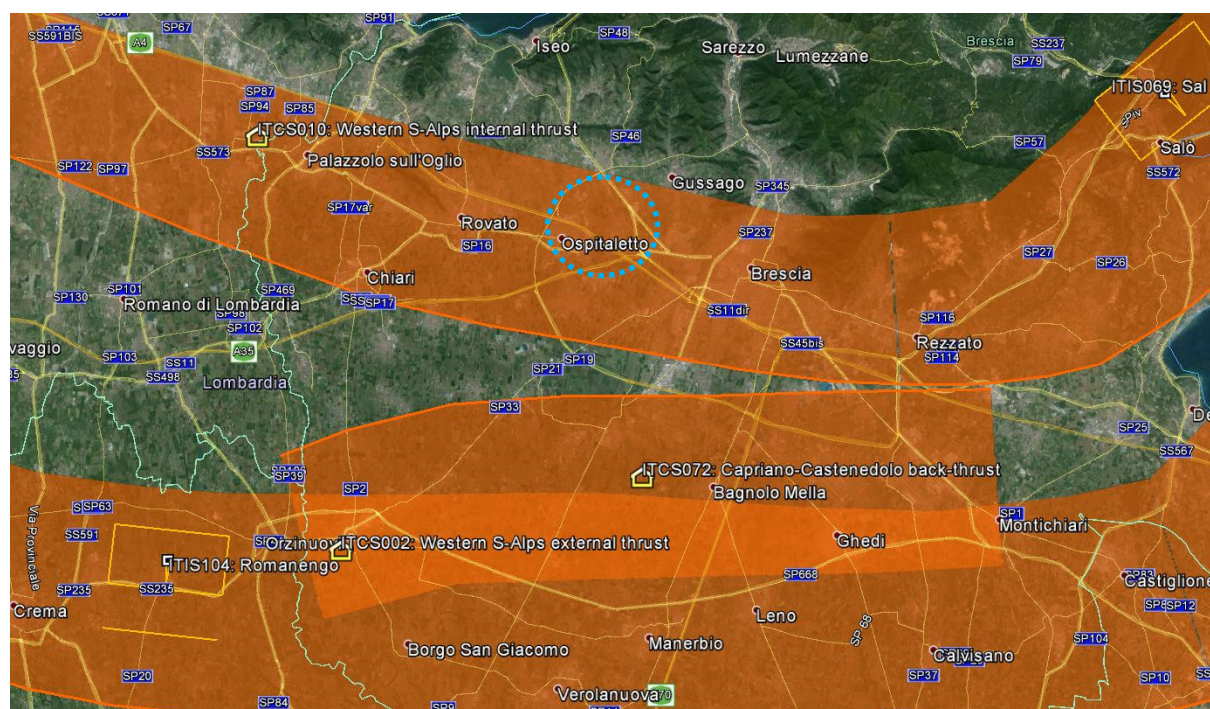
sono regioni estese contenenti un numero non specificato di sorgenti minori allineate che non è ancora conosciuto singolarmente. Le sorgenti composite non sono associate a uno specifico gruppo di terremoti storici.

Sorgenti dibattute (DS): sono zone proposte in letteratura come potenziali sorgenti, ma considerate ancora non sufficientemente attendibili per entrare nel database.

La mappa del DISS include interamente il territorio indagato all'interno della regione a Sorgenti composite (CS) ITCS010 "Western S-Alps interna thrust". Questa è un'area estesa contenente un numero non specificato di sorgenti minori allineate, che non sono ancora conosciute singolarmente e non sono associate a uno specifico gruppo di terremoti storici.

Questa zona passa lungo la fascia pedemontana e appartiene al sistema di *thrust* della catena sud-alpina centrale Giudicariense. Si tratta di un sistema di faglie vergente verso sud-est, associato alla convergenza tra il continente africano (microplacca Adria) e quello europeo.

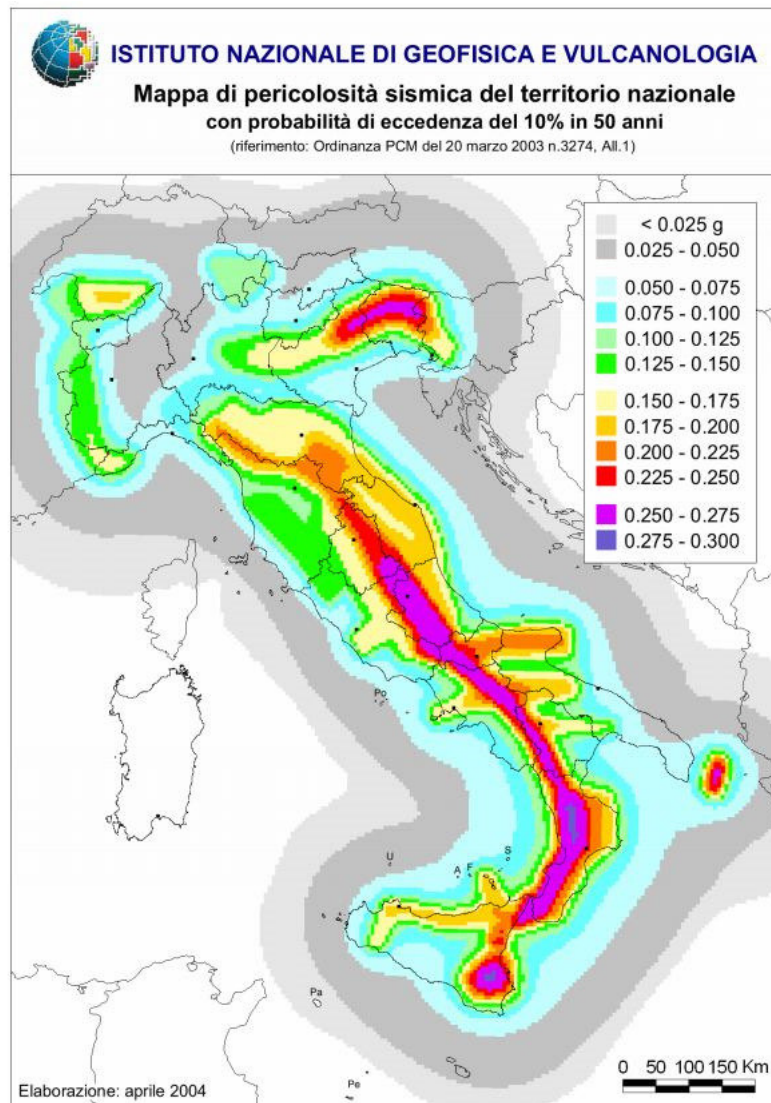
Minima profondità (km)	5
Massima profondità (km)	12
Direzione (°)	265 - 295
Inclinazione(°)	25 - 35
Rake (°)	80 -100
Velocità di movimento (mm/anno)	00,- 0,5
Magnitudo massima	5,5



Lunghezza (km)	22
Larghezza (km)	11,2
Minima profondità (km)	2
Massima profondità (km)	8,2
Direzione (°)	242
Inclinazione(°)	40
Rake (°)	80
Velocità di movimento (mm/anno)	0,47 - 1,56
Tempo di ritorno (anni)	513 - 1702
Magnitudo massima	6,5

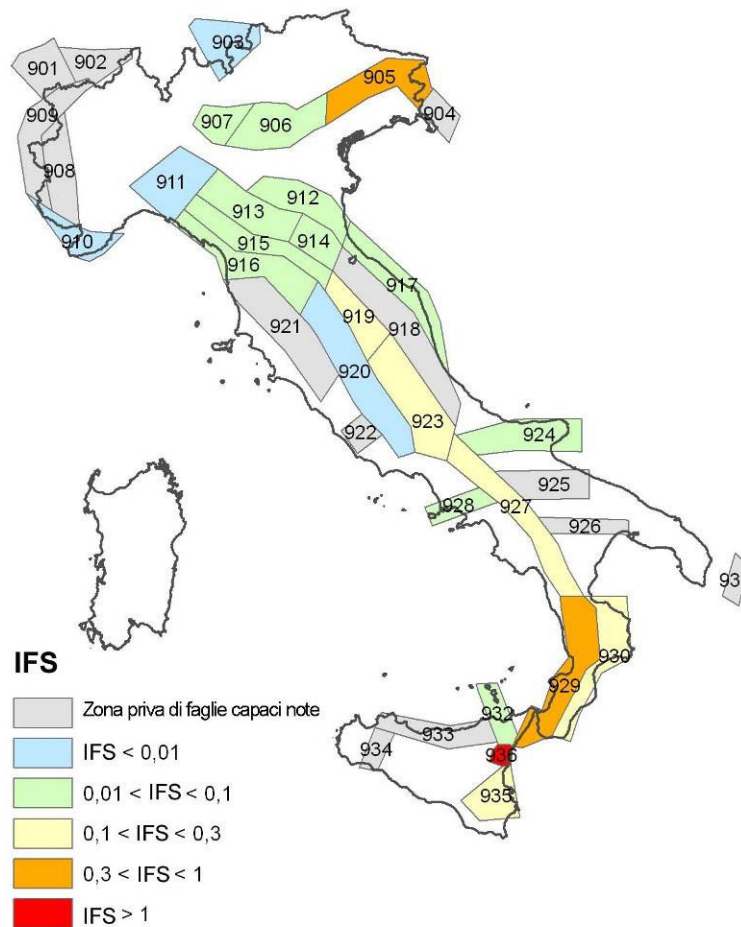
4.4 Zonazione sismica nazionale

In seguito all'emanazione dell'O.P.C.M. 20/03/2003, n° 3274, in cui si manifestava l'esigenza di una mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche sul territorio nazionale, è stato redatto a cura dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) un documento denominato "Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'O.P.C.M. 20/03/2003, n° 3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile" (INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici), che rappresenta il punto di riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica su tutto il territorio nazionale (figura seguente).



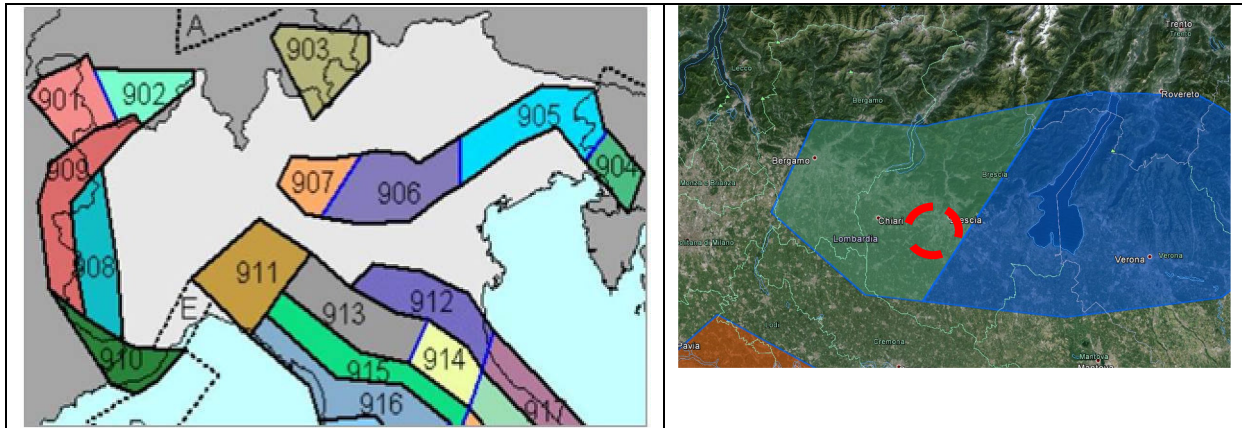
All'interno della ricerca eseguita per tale redazione, è stata elaborata una nuova zonazione sismogenetica, denominata ZS9 che divide tutto il territorio italiano in 36 zone. Tale zonizzazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici (cenozoici e quaternari) coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale; essa, pur basandosi ampiamente sull'impianto generale e sul *background* informativo della precedente zonazione ZS4 (Scandone e Stucchi, 1996), rappresenta un suo sostanziale ripensamento, alla luce delle evidenze di tettonica attiva, delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite nei primi anni del decennio (con i fondamentali contributi del *Database of Individual Seismogenic Sources* (DISS), che, combinando dati geologici, storici e strumentali, censisce le sorgenti in grado di produrre terremoti di magnitudo 5.5 e superiore) e del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani

(all'epoca della redazione della mappa CPTI2, ora arrivato alla versione CPTI11). Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la Carta delle Zone Sismogenetiche del territorio nazionale.



Ogni zonizzazione sismogenetica è caratterizzata da un definito modello cinematico il quale sfrutta una serie di relazioni di attenuazione stimate sulla base di misurazioni accelerometriche effettuate sia sul territorio nazionale che europeo.

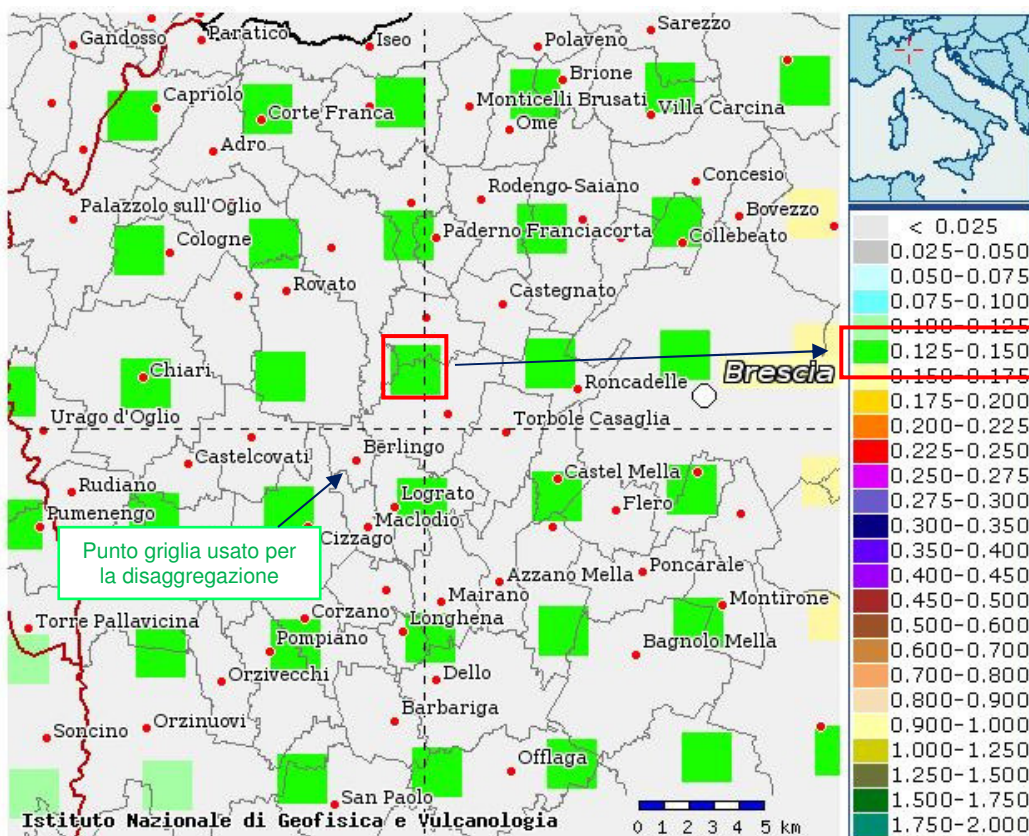
Secondo la zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti e Valensise, 2004), l'area indagata ricade all'interno della Zona Sismogenetica n°907, per cui si sviluppa all'interno dell'area di massima convergenza tra la placca adriatica ed europea caratterizzata da faglie trascorrenti destre con direzione nord-ovest / sud-est.



A sinistra, dettaglio della Carta delle zone sismogenetiche ZS9 (Meletti e Valensise, marzo 2004). A destra la posizione dell'area indagata, completamente all'interno della zona 907.

4.5 Pericolosità sismica di riferimento

La distribuzione e la caratterizzazione delle zone sismogenetiche finora riconosciute e descritte in precedenza è stata tradotta in una Carta di Pericolosità Sismica, valida su tutto il territorio nazionale ed entrata in vigore con l'O.P.C.M. n°3519 del 28/04/2006. Nella carta, della quale la figura seguente rappresenta l'estratto per la zona in studio, sono riportati i valori di accelerazione orizzontale massima al suolo a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi subpianeggianti di Categoria A.

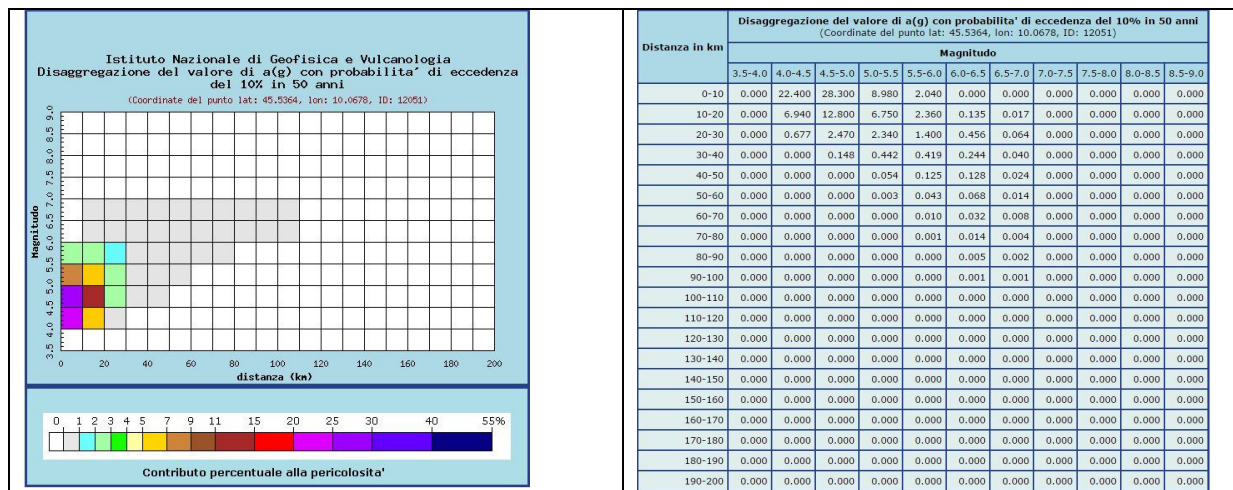


Carta di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli di Categoria A ($V_{s,30} > 800$ m/s) subpianeggianti (categoria topografica T1 da N.T.C. 2008)

Pertanto, il 14/01/2008, l'intero territorio oggetto dello studio è inseribile nella fascia distinta da un valore di a_g di 0.125 m/s², come indicato nel D.M. del 14/01/2008.

accelerazione sismica orizzontale a_g riferito a suoli rigidi subpianeggianti caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s compreso tra 0,125g e 0,150g (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni - mappa 50° percentile), ovvero in Zona 3.

In ultima, si riporta il calcolo della disaggregazione della pericolosità: questa ha lo scopo di individuare il maggior contributo alla pericolosità del sito in termini di magnitudo-distanza di un evento. I grafici riportati sotto sono stati desunti dalle Mappe Interattive di Pericolosità Sismica dell'INGV e sono relativi al punto della griglia definito nella figura precedente (Carta di Pericolosità Sismica dell'INGV).



Dalla ricostruzione dell'INGV riportata sopra, considerando un tempo di ritorno $T_r = 475$ anni e una Categoria A di sottosuolo in condizioni subpianeggianti, si evidenzia che il maggior contributo alla pericolosità sismica locale è dato da eventi di entità M_w compresa tra 4,0 e 6,0 e relativamente vicini ($R =$ entro 10-25 km).

Si fa comunque presente che, come tutte le zone sismogenetiche del territorio italiano, anche quella contrassegnata dal n°907 e precedentemente descritta viene considerata omogenea ai fini della probabilità di accadimento degli eventi sismici, ovvero si ritiene che tutti i punti in essa contenuti abbiano la stessa probabilità di essere sede di eventi sismici.

Secondo il paragrafo 2.8 degli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica", la magnitudo massima attesa nella Zona n°905 vale $M_{wmax} = 6,14$.

Tabella 2.8-1 – Valori di M_{wmax} per le zone sismogenetiche di ZS9 (estratto da Gruppo di lavoro, 2004)

Nome ZS	Numero ZS	M_{wmax}
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza-Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio – Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

5. CAMPAGNA D'INDAGINE

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA (CENNI STORICI)

5.1 Indagine sismica di tipo passivo a stazione singola (H.V.S.R.)

La tecnica sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali o H.V.S.R., Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non richiede nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazione esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque. I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono:

- la **frequenza caratteristica di risonanza del sito** che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale. Si dovranno adottare adeguate precauzioni nel costruire edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;
- la **frequenza fondamentale di risonanza di un edificio**, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso. In seguito sarà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito (*free field*) e capire se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;
- la **velocità media delle onde di taglio V_s** calcolata tramite un apposito codice di calcolo. È necessario, per l'affidabilità del risultato, conoscere la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.) e riconoscibile nella curva H/V. Sarà quindi possibile calcolare la $V_{s,30}$ e la relativa categoria di sottosuolo come esplicitamente richiesto dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008*;
- la **stratigrafia del sottosuolo** con un *range* di indagine compreso tra 0,5 e 700 m di profondità anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri. Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostante per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Le basi teoriche della tecnica HVSR si rifanno in parte alla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) e in parte alla teoria dei microtremiti. La forma di un'onda registrata in un sito x da uno strumento dipende:

- dalla forma dell'onda prodotta dalla sorgente s ;
- dal percorso dell'onda dalla sorgente s al sito x (attenuazioni, riflessioni, rifrazioni, incanalamenti per guide d'onda);
- dalla risposta dello strumento.

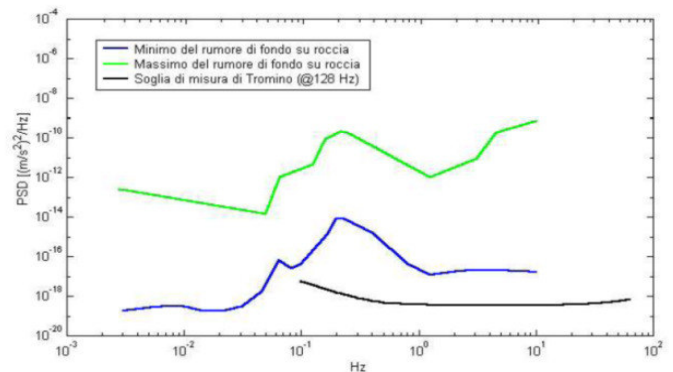
Possiamo scrivere questo come:

$$\text{segnale registrazione al sito } x = \text{sorgente} * \text{effetti di percorso} * \text{funzione trasferimento strumento}$$

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche *microtremore* poiché riguarda oscillazioni molto piccole, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi poiché il rumore non è generato *ad hoc*, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. Nel tragitto dalla sorgente s al sito x le onde elastiche (sia di terremoto che microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato. Questo significa che se da un lato l'informazione riguardante la sorgente è persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica

classica, è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni concernenti il percorso del segnale e, in particolare, relative alla struttura locale vicino al sensore. Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene informazioni. Questa informazione è però “sepolta” all’interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune. Una di queste tecniche è la teoria dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSR che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali del sottosuolo; informazione di notevole importanza nell’ingegneria sismica.

Per l’acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale della ditta Micromed S.r.L modello “*Tromino ZERO*” che rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra - leggeri e ultra - compatti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni. Lo strumento racchiude al suo interno una terna velocimetrica con i sensori ortogonali tra loro e con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz. Nella figura a fianco si riporta la curva di rumore di “*Tromino*” a confronto con i modelli standard di rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra. Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.



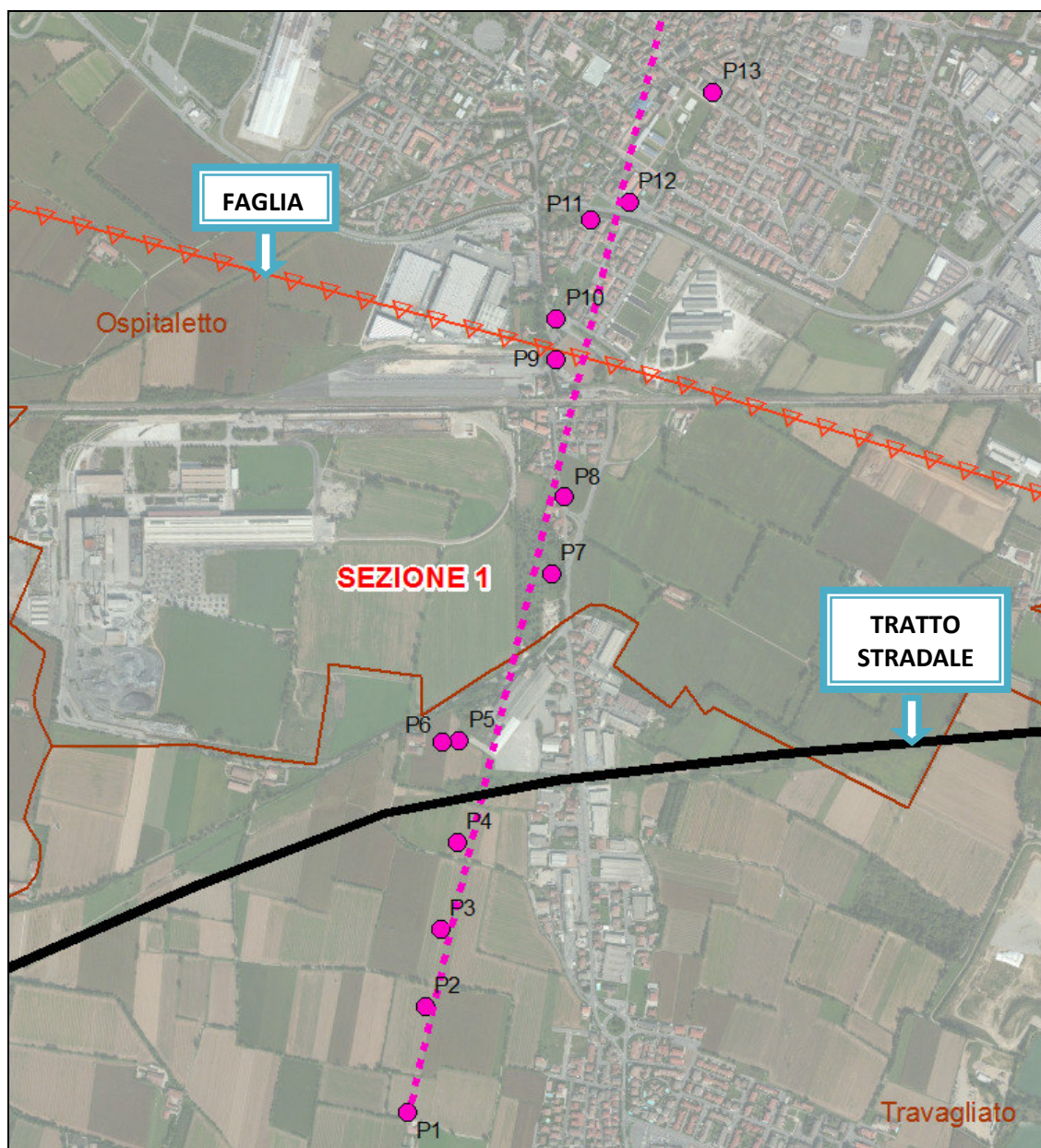
5.2 Risultati ottenuti

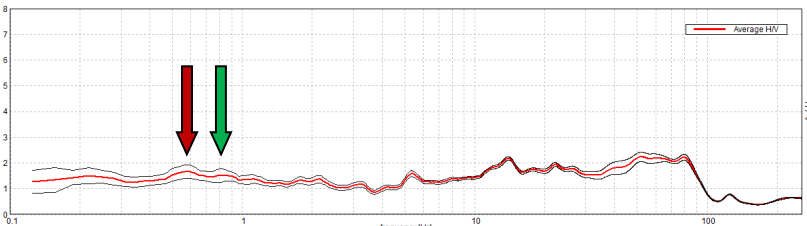

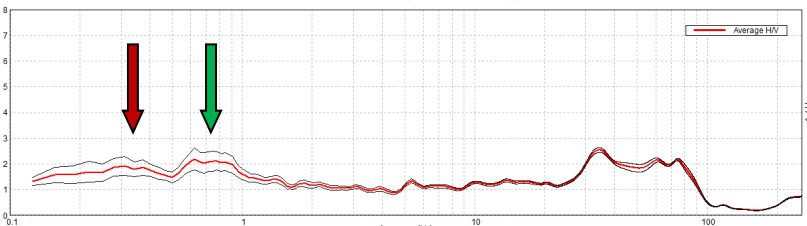

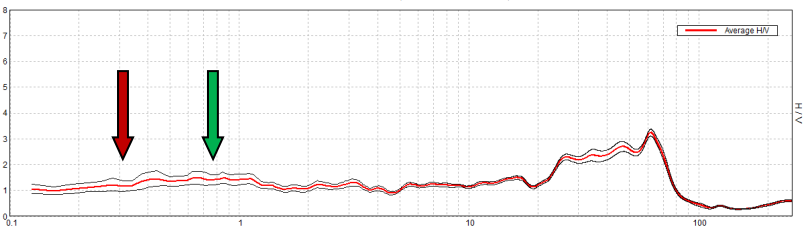

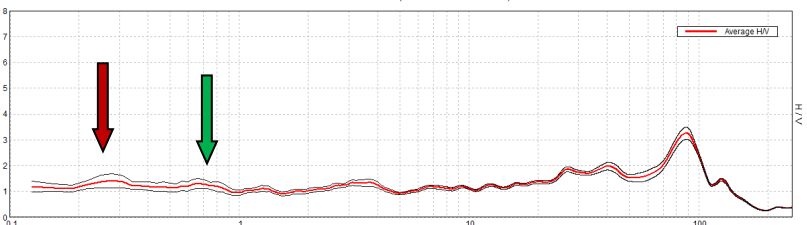

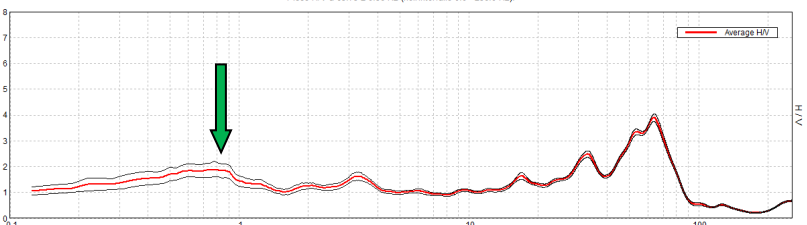

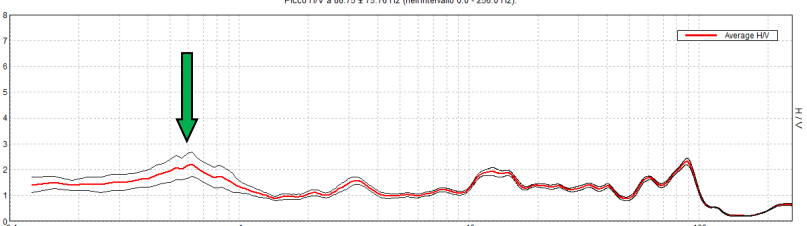

Sono state eseguite n° 30 indagini HVSR posizionate su 3 sezioni parallele tra di loro ma perpendicolari al tratto stradale in questione.

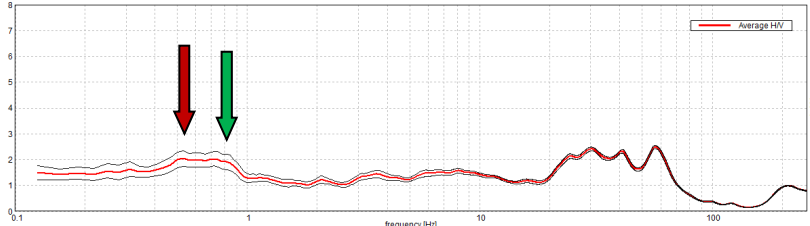

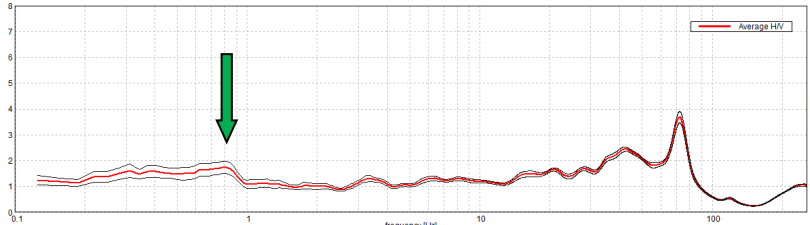

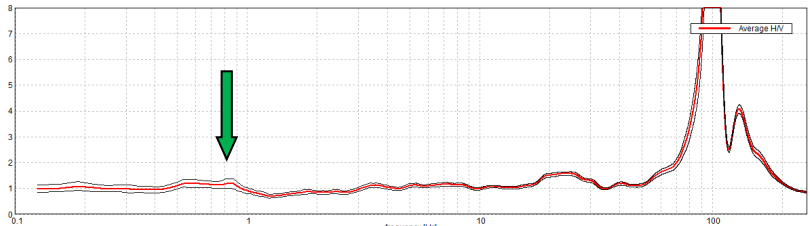
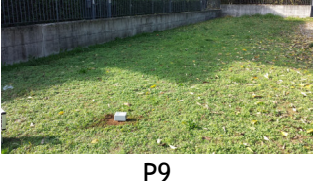
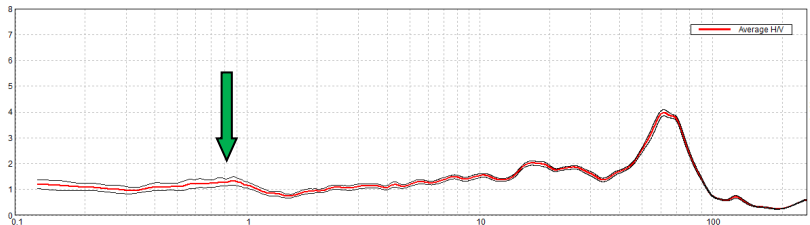

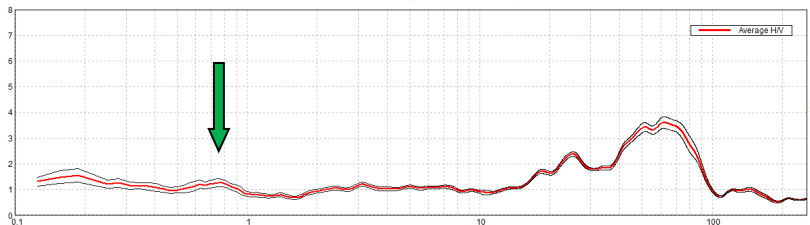

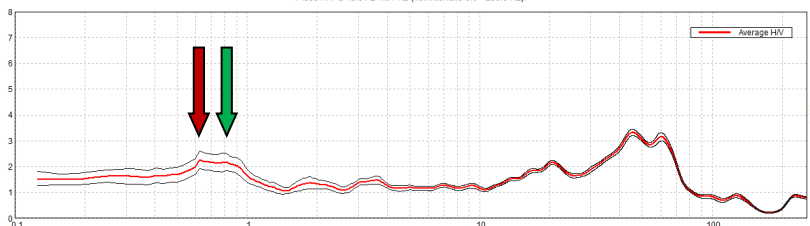

L'interpretazione di queste linee vede come obiettivo principale quello di ricercare delle variazioni della frequenza di risonanza dei picchi alle basse frequenze (tra 0.1 e 1.0 Hz), questo in quanto la presunta Faglia indicata da Ithaca potrebbe essere ubicata ad una profondità importante e quindi riscontrabile dalle prove HVSR alle basse frequenze.

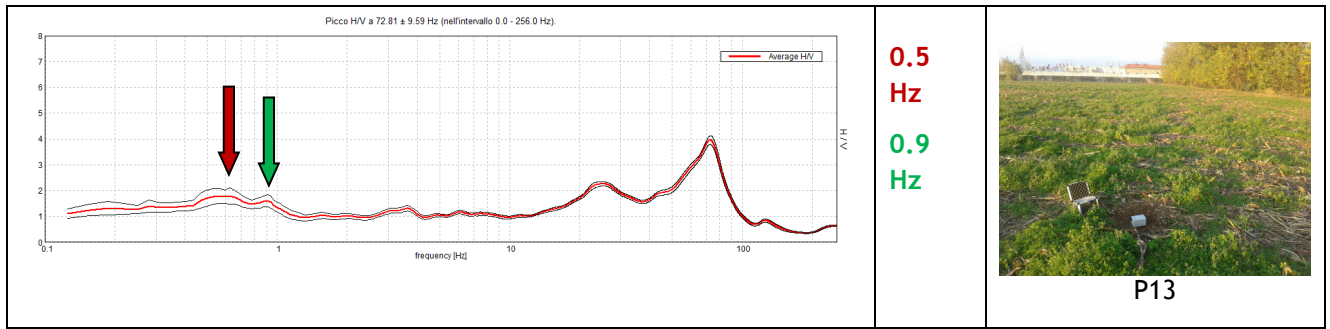
- **Sezione 1**

La sezione 1 è posizionata più ad ovest rispetto alle altre due e ricade all'interno dei Comuni di Ospitaletto e Travagliato, sono stati eseguiti 13 indagini puntuali HVSR e di questi il tratto stradale in oggetto è compreso tra il punto 4 e 5-6 mentre la presunta ubicazione della faglia da ITHACA tra il punto 9 e 10.



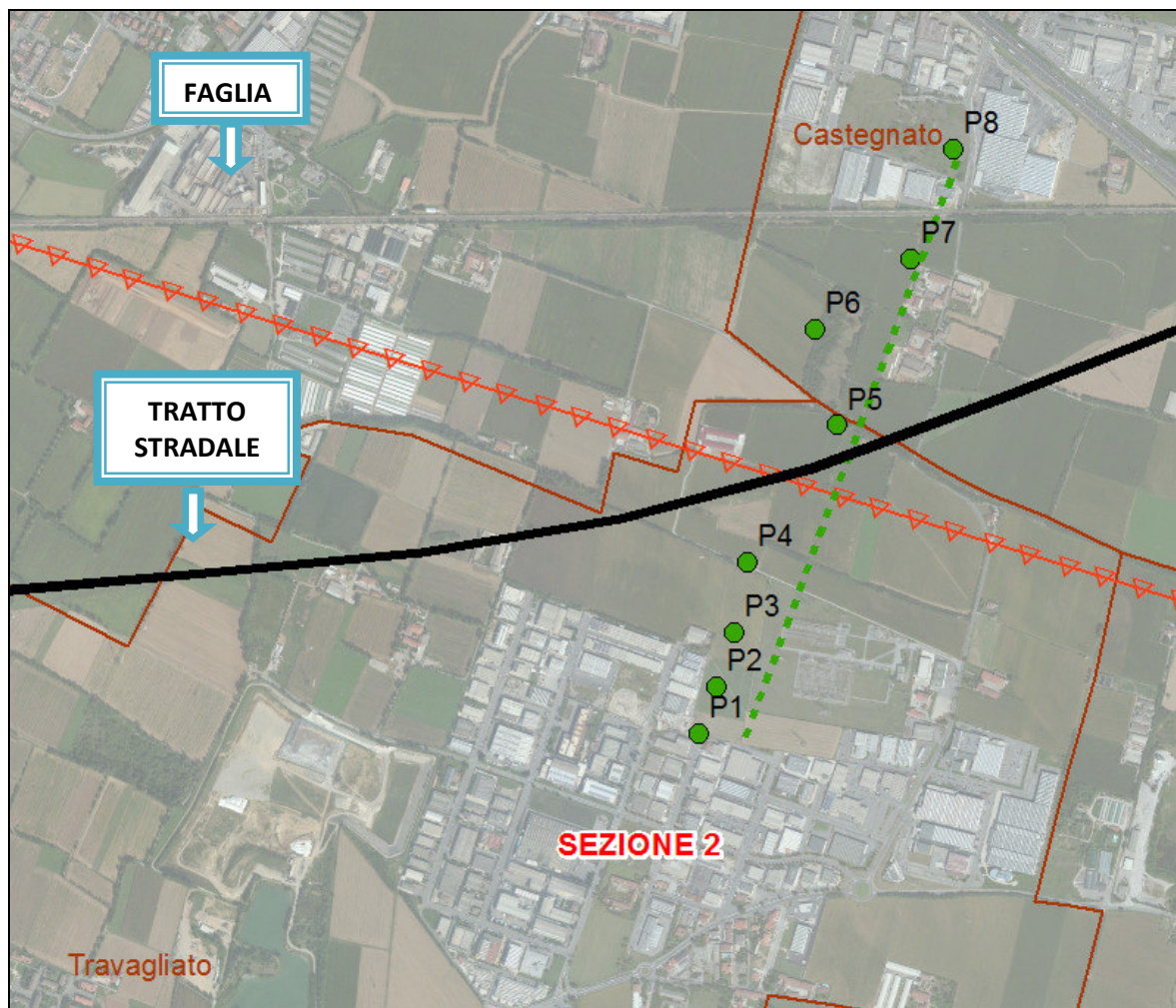
<p><i>Rapporto spettrale H/V misurato (In rosso è indicato l'HV medio mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%.)</i></p>	<p>PICCO Hz</p>	<p>FOTO</p>
<p>Picco HV a 14.03 ± 3.76 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz)</p> 	<p>0.6 Hz 0.8 Hz</p>	 <p>P1</p>
<p>Picco HV a 0.63 ± 0.22 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz)</p> 	<p>0.35 Hz 0.63 Hz</p>	 <p>P2</p>
<p>Picco HV a 61.88 ± 8.4 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.4 Hz 0.9 Hz</p>	 <p>P3</p>
<p>Picco HV a 88.44 ± 2.1 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.2 Hz 0.7 Hz</p>	 <p>P4</p>
<p>Picco HV a 63.75 ± 0.36 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.9 Hz</p>	 <p>P5</p>
<p>Picco HV a 88.75 ± 75.76 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.6 Hz</p>	 <p>P6</p>

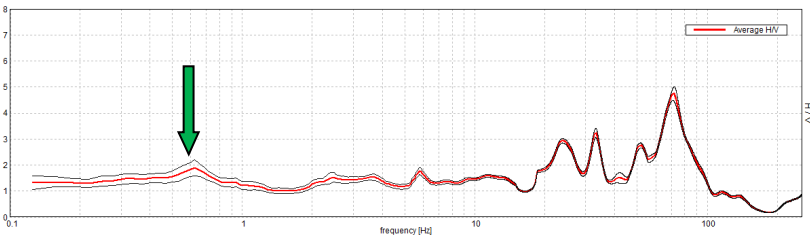

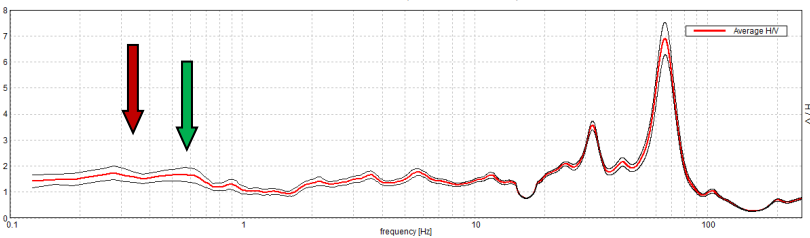

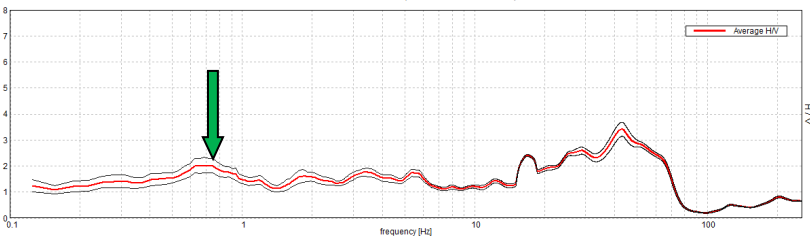

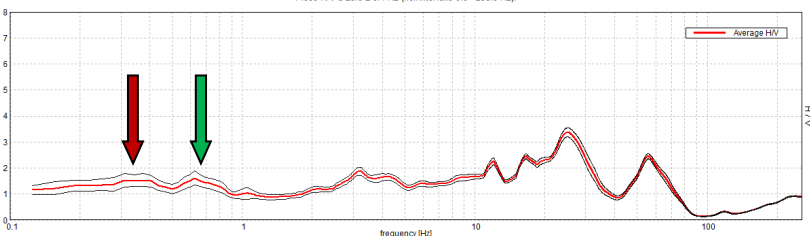

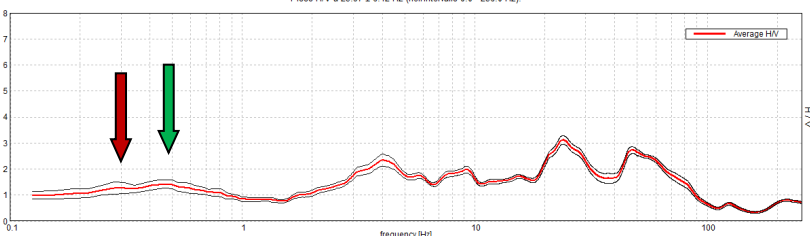
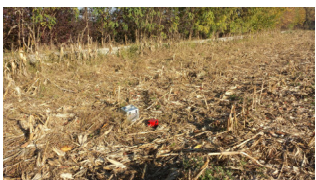
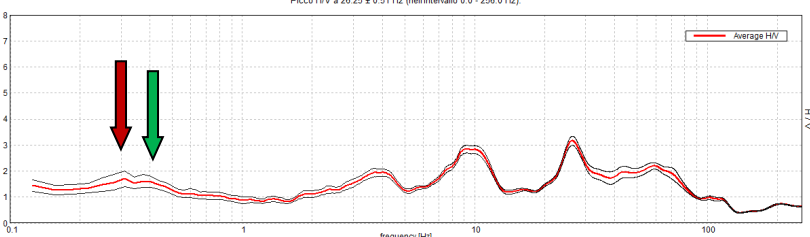

<p>Picco HVV a 56.88 ± 17.59 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.55 Hz 0.75 Hz</p>	 <p>P7</p>
<p>Picco HVV a 72.5 ± 0.93 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.85 Hz</p>	 <p>P8</p>
<p>Picco HVV a 100.0 ± 0.91 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.85 Hz</p>	 <p>P9</p>
<p>Picco HVV a 61.88 ± 2.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.85 Hz</p>	 <p>P10</p>
<p>Picco HVV a 61.56 ± 5.7 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.75 Hz</p>	 <p>P11</p>
<p>Picco HVV a 45.31 ± 4.94 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.65 Hz 0.75 Hz</p>	 <p>P12</p>

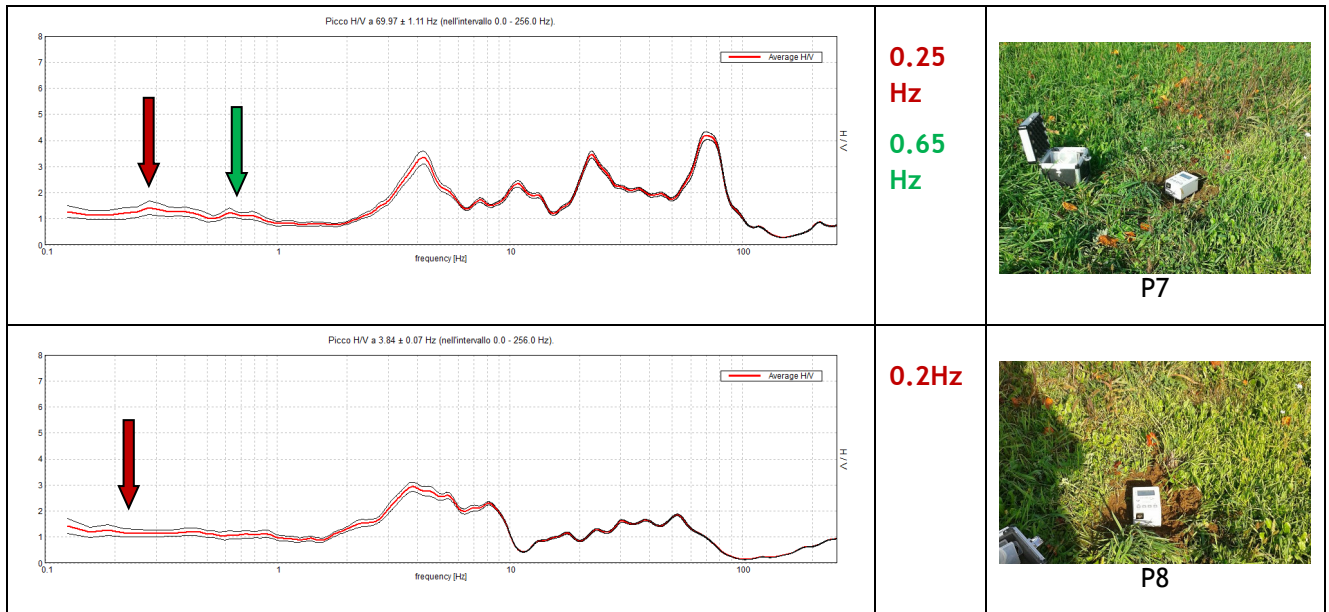


- **Sezione 2**

La sezione 2 è posizionata centralmente rispetto alle altre due e ricade all'interno dei Comuni di Castegnato e Travagliato, sono stati eseguiti 8 indagini puntuali HVSR. La sezione passa vicino al punto di intersezione tra il tratto stradale e la presunta ubicazione della faglia, precisamente tra il punto P4 e P5.

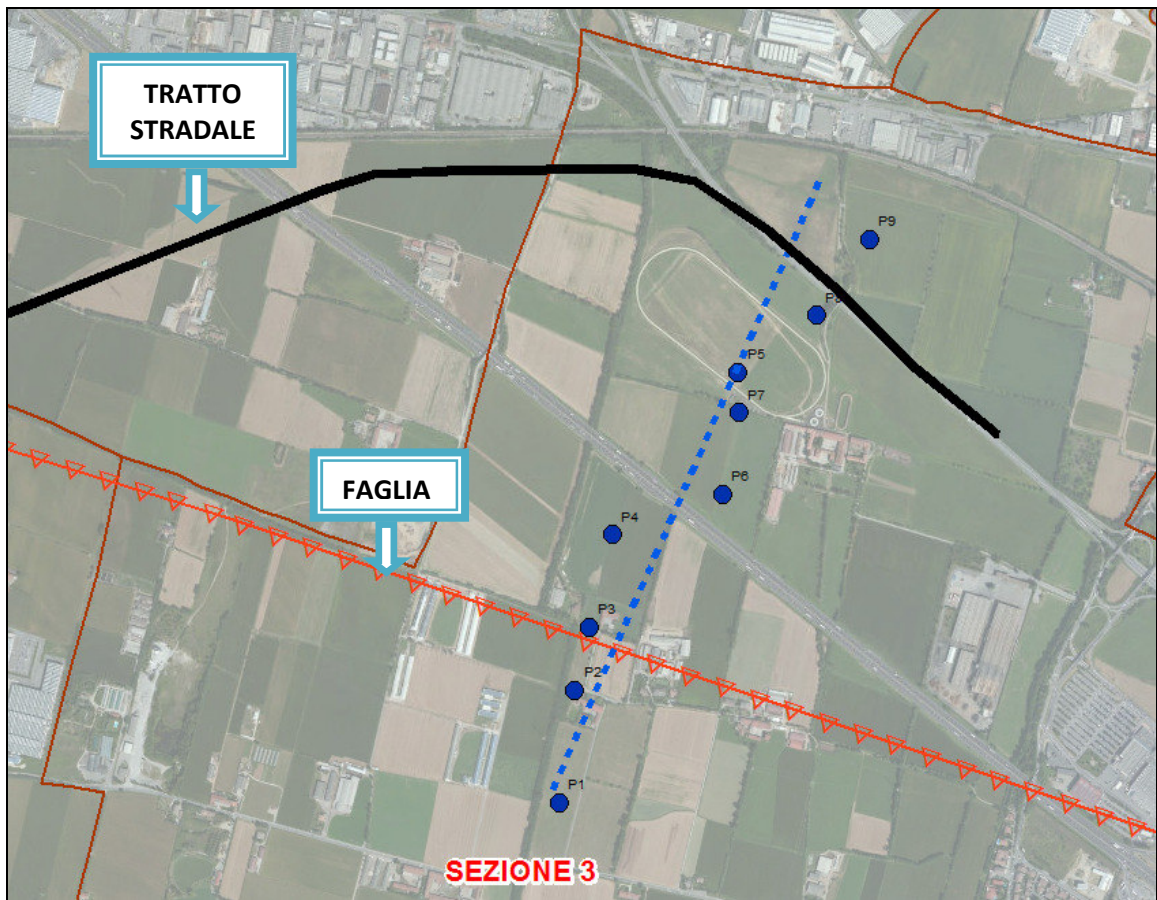


<p><i>Rapporto spettrale H/V misurato (In rosso è indicato l'HV medio mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%.)</i></p>	<p>PICCO Hz</p>	<p>FOTO</p>
<p>Picco HVV a 71.56 ± 0.71 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.6 Hz</p>	 <p>P1</p>
<p>Picco HVV a 65.94 ± 0.75 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.2 Hz 0.6 Hz</p>	 <p>P2</p>
<p>Picco HVV a 43.03 ± 5.4 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.7 Hz</p>	 <p>P3</p>
<p>Picco HVV a 25.0 ± 3.1 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.35 Hz 0.65 Hz</p>	 <p>P4</p>
<p>Picco HVV a 23.97 ± 6.42 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.35 Hz 0.9 Hz</p>	 <p>P5</p>
<p>Picco HVV a 26.25 ± 0.51 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.3Hz 0.4 Hz</p>	 <p>P6</p>



- **Sezione 3**

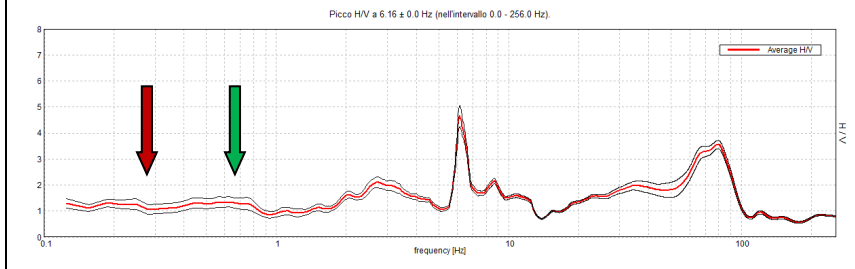
La sezione 3 è posizionata nella zona più orientale rispetto alle altre due e ricade all'interno del Comune di Roncadelle, sono stati eseguiti 9 indagini puntuali HVSR e di questi il tratto stradale in oggetto è compreso tra il punto 8 e 9 mentre la presunta ubicazione della faglia da ITHACA tra il punto 2 e 3.



Rapporto spettrale H/V misurato (In rosso è indicato l'HV medio mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%.)

PICCO Hz

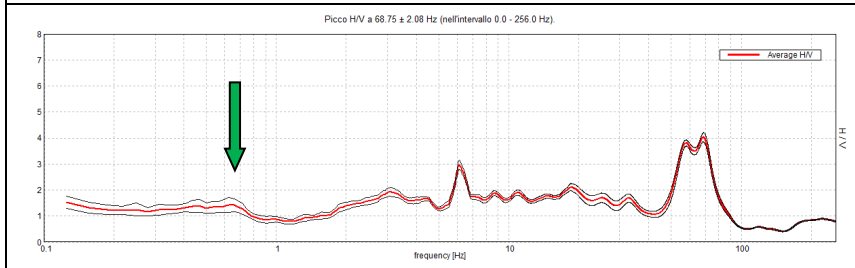
FOTO



0.25 Hz
0.6 Hz



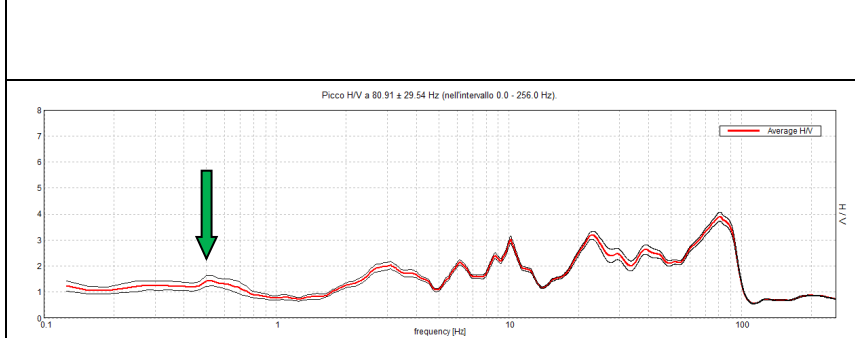
P1



0.7 Hz



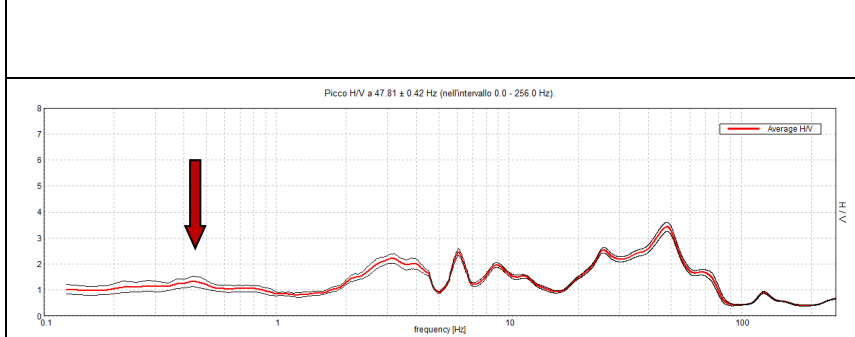
P2



0.5 Hz



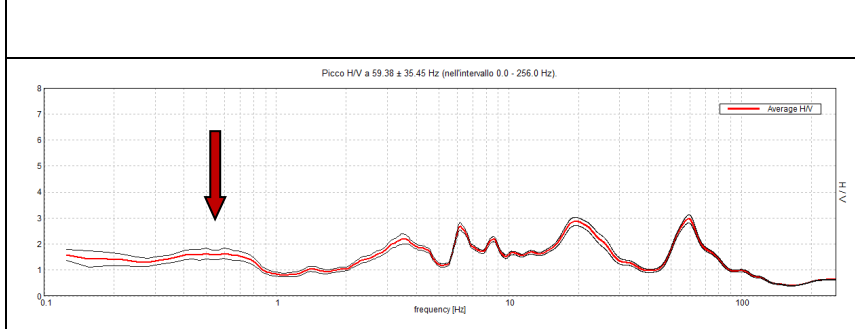
P3



0.45 Hz



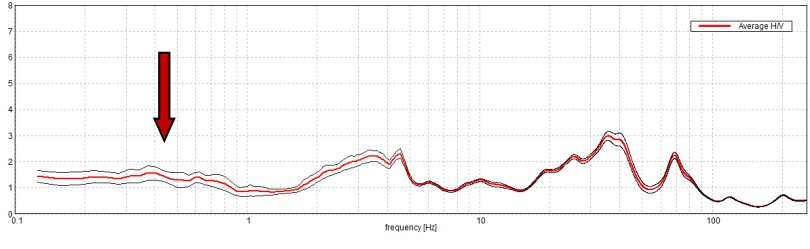

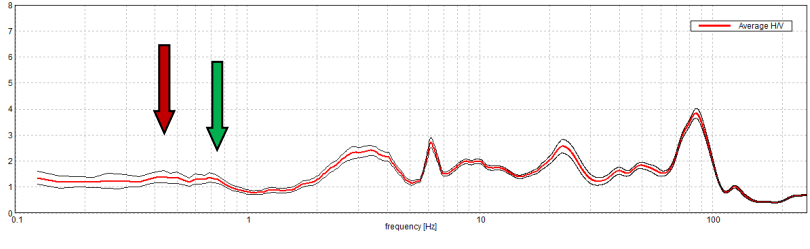

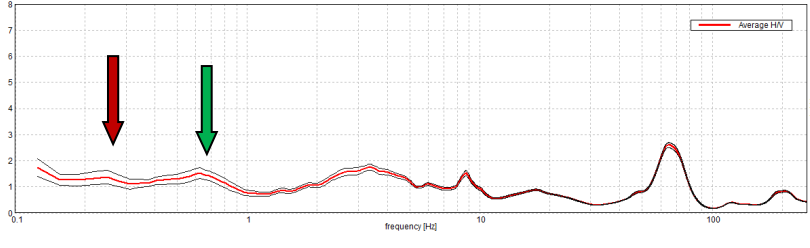
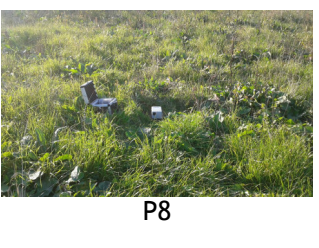
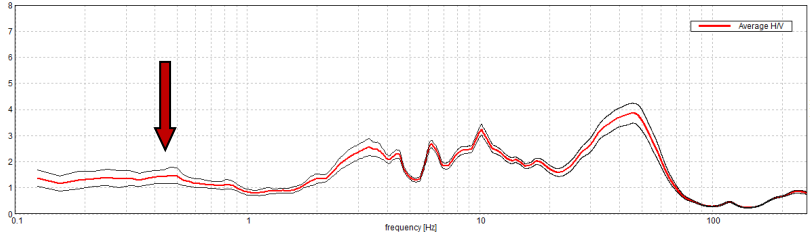
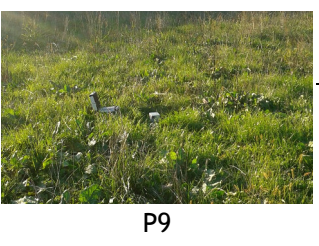
P4



0.45 Hz



P5

<p>Picco HV a 35.63 ± 6.48 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.4 Hz</p>	 <p>P6</p>
<p>Picco HV a 85.31 ± 11.48 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.5 Hz 0.7 Hz</p>	 <p>P7</p>
<p>Picco HV a 65.0 ± 0.71 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.25 Hz 0.65 Hz</p>	 <p>P8</p>
<p>Picco HV a 45.56 ± 1.42 Hz (nell'intervallo 0.0 - 256.0 Hz)</p> 	<p>0.5 Hz</p>	 <p>P9</p>

6. CONCLUSIONI

A seguire si riportano le conclusioni ed eventuali prescrizioni relative allo studio condotto:

- ✓ il sito in oggetto è ubicato nella provincia di Brescia, precisamente nei comuni di Ospitaletto, Travagliato, Roncadelle e Castegnato interessati dal nuovo tratto autostradale che collega le città di Brescia e Milano.
- ✓ l'area indagata è interessata secondo il progetto ITHACA da una faglia di tipo attiva e ricade in una zona sismogenetica ITCS010 e nella zonazione sismogenetica 907
- ✓ sono state condotte n°30 indagini con metodologia HVSR su tre sezioni parallele tra di loro e perpendicolari al tratto di strada, tutte e tre intercettano sia il tratto stradale sia la presunta ubicazione della faglia di ITHACA. Questa campagna d'indagine è stata eseguita con lo scopo di individuare possibili fagliazioni profonde associate a dislocazioni tettoniche e confermare o meno la presenza della faglia attiva.
- ✓ le misure mostrano chiaramente delle situazioni differenti tra la linea 1 e la 2 e 3. Nelle linee 2 e 3 infatti si possono individuare forti variazioni delle frequenze di risonanza nelle basse frequenze (0.1-1 Hz) in distanze molto ristrette, questo non accade nella sezione 1.

Queste "anomalie" nelle variazioni di frequenza sono associabili a dislocazioni tettoniche profonde, ma non a un'unica "rottura" come mostra ITHACA ma a più fagliazioni come anche indicato sia negli articoli (Allegato 1) sia nel DISS 3.2.
- ✓ Per questo è stata individuata una fascia soggetta a dislocazione sismotettoniche nella quale non viene coinvolta anche la sezione 1 in quanto a differenza della 2 e la 3 non riporta le stesse variazioni di frequenza riscontrate nelle altre due (Allegato2)
- ✓ Riteniamo importante però precisare che dalle misure eseguite è possibile verificare la struttura di una dislocazione tettonica ma non attribuirne la loro attività
- ✓ In virtù dei risultati ottenuti dalle indagini geofisiche e dalle ricerche bibliografiche condotte, si ipotizzano deformazioni modeste in superficie in concomitanza di eventi sismici di magnitudo rilevante. Tali effetti potrebbero essere importanti su strutture fondazionali rigide e di secondaria importanza su corpi più flessibili come rilevati stradale.
- ✓ Si consiglia, infine, di adottare una strategia progettuale idonea al contesto geologico-strutturale evidenziato.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- ✓ Aki K., 1964. A note on the use of microseisms in determining the shallow structures of the earth's crust, *Geophysics*, 29, p. 665 - 666.
- ✓ Arai H. e Tokimatsu K., 2004. S-Wave Velocity Profiling by Inversion of Microtremor H/V *Spectrum*, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 94, p. 53 - 63.
- ✓ Castellaro S., Mulargia F. Bianconi L., 2005. Stratigrafia sismica passiva: una nuova tecnica accurata, rapida ed economica, *Geologia Tecnica Regionale*, vol. 3.
- ✓ D'Amico V., Picozzi M., Albarello D., Naso G. e Tropenscovino S., 2004. Quick estimates of soft sediments thicknesses from ambient noise horizontal to vertical spectral ratios: a case study in southern Italy, *J. Eartq. Eng.*, 8, p. 895 - 908.
- ✓ Dal Moro G., 2008b, Rapporto sulla campagna Vs30 in Friuli Venezia Giulia, Dipartimento di Scienze Geologiche Ambientali e Marine, Università di Trieste.
- ✓ Dal Moro G & Pipan M., 2007, Joint Inversion of Surface Wave Dispersion Curve and Reflection Travel Times via Multi-Objective Evolutionary Algorithms, *J. Appl. Geophysics*, 61, 56-81.
- ✓ Gallipoli R., La Penna V., Lorenzo P. et al., 2000. Comparison of geological and geophysical prospecting techniques in the study of a landslide in southern Italy, *European J. Environm. and Eng. Geophys.*, 4, p. 117 - 128.
- ✓ Ibs-von Seht M. e Wohlenberg J., 1999. Microtremor measurements used to map thickness of soft sediments, *Bull. Seismol. Soc. America*, 89, p. 250 - 290.
- ✓ Ivanov, J., Miller, R.D., Xia, J., Steeples, D., and Parck, C.B., 2006, Joint Analysis of Refractions with Surface Waves. An Inverse Refraction-Traveltime Solution: *Geophysics*, 71, R131-R138.
- ✓ Mucciarelli M. e Gallipoli M.R., 2001. A critical review of 10 Years of microtremor HVSR technique, *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, 42, P. 255 - 266.
- ✓ Mucciarelli M. e Gallipoli M.R., 2006. Comparison between Vs30 and other estimates of site amplification in Italy, *Conf. Eartq. Eng. And Seismol.*, Ginevra, 3-8 Sept. no 270.
- ✓ Mulargia F., Castellaro S., Rossi P.L., 2007. Effetti di sito e Vs30: una risposta alla normativa antisismica", *Il geologo - Ordine dei Geologi Regione Emilia Romagna*.
- ✓ Nakamura Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimates of subsurface using microtremor on the round surface, *QR of RTRI*, 30, p. 25 - 30.
- ✓ Roth M. & Holliger K- 1999. Inversion of Sourcegenerated noise in high-resolution seismic data. *The Leading Edge*, 18, 1402-1406.

[SESAME Project](#): "Site Effects Assessment Using Ambient Excitations", 2005.

SUB ALLEGATI:

- ✓ **Sub Allegato A: Articoli citati in ITHACA**
- ✓ **Sub Allegato B: Tavola conclusiva**

SUB ALLEGATO A

Articolo 1

87072	FANTONI R., BERSEZIO R., FORCELLA F. (2004)	Alpine structure and deformation chronology at the Southern Alps - Po' Plain border in Lombardy	Boll. Soc. Geol. It., 123 (2004), 463-476, 9ff	2004
87072	BONI A., CASSINIS G. (1973)	Carta geologica delle Prealpi bresciane a sud dell'Adamello; note illustrative della legenda stratigrafica. The geologic map of the Brescian Prealps south of Monte Adamello (Italy); explanatory text and stratigraphic legend	Atti dell'Istituto Geologico della Universita di Pavia, vol.23, pp.119-159, 1973	1973

SUB ALLEGATO A

Articolo 2

87072	FANTONI R., BERSEZIO R., FORCELLA F. (2004)	Alpine structure and deformation chronology at the Southern Alps - Po' Plain border in Lombardy	Boll. Soc. Geol. It., 123 (2004), 463-476, 9ff	2004
87072	BONI A., CASSINIS G. (1973)	Carta geologica delle Prealpi bresciane a sud dell'Adamello; note illustrative della legenda stratigrafica. The geologic map of the Brescian Prealps south of Monte Adamello (Italy); explanatory text and stratigraphic legend	Atti dell'Istituto Geologico della Universita di Pavia, vol.23, pp.119-159, 1973	1973

Campagna d'indagine sismica per la ricostruzione sismo – stratigrafica e tettonica del sottosuolo


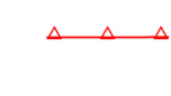

scala 1 : 5000

Regione Lombardia
Provincia di Brescia



SUB ALLEGATO B
Collegamento autostradale
tra Brescia e Milano (BSI)
Data
Novembre 2015
Realizzatori
Dr. Geol. Matteo Collareda
Dr.ssa Geol. Claudia Tomassoli

Legenda

-  Fascia soggetta a distorsione simmetriche
 -  Faglia individuata da ITMACA come attiva
 -  Tratto stradale di collegamento tra Brescia e Milano
- 0 125 250 500 Metri

