COMUNE DI TERNI

DIREZIONE URBANISTICA

03.OP.046

VARIANTE PARZIALE AL PRG PARTE OPERATIVA

Zona Fiori

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA MICROZONAZIONE SISMICA AI SENSI DELLA DGR 377/2010

il Funzionario Tecnico
Dott. Geol. Paolo Paccara

Ottobre 2013

INDICE

1 - Premessa	pag.	3
2 – Assetto geologico e geomorfologico dell'area	pag.	3
3 – Idrografia ed Idrogeologia	pag.	3
4 - Stratigrafia generale dei terreni	pag.	4
5 - Sismicità	pag.	4
5.1 - Accelerazioni sismica orizzontale di picco	"	5
5.2 - Spettri di risposta elastici ai vari periodi di ritorno e ai vari stati limite	pag.	6 - 8
6 – Microzonazione Sismica	pag.	8
6.1 - Normativa di riferiemento	"	8
6.2 - Macrosismicità, caratteristiche sismologiche dell'area	"	9
6.3 - Sismicità Storica dell'area (ricerca terremoti da Iside, CPT 11)	"	14
- Commento alla ricerca storica	"	26
7 - Microzonazione sismica di livello I	pag.	26
8 - Microzonazione sismica di livello II	pag.	26
- Disaggregazione della pericolosità sismica	"	26-27
- Moto di imput	"	28
- Sismostratigrafia di riferimento	"	31
- Prova HVSR eseguita presso Villa Bosco in Via Curio Dentato	"	32
9 - Microzonazione sismica di livello III, Fattori di Amplificazione dagli Studi del politecnico di Milano	pag.	38
10 – Conclusioni	pag.	43

ALLEGATI ALLA RELAZIONE:

- **Cartografie geotematiche MSS di Livello I** (Estratti tavole di zooning urbanistico di variante e originaria, carta geologica, idrogeologica, inventario fenomeni franosi, carta delle zone di suscettibilità sismica, carta di idoneità geologico-ambientale alla destinazione urbanistica)

1 - PREMESSA

La presente relazione costituisce lo studio geologico per Variante parziale al PRG parte Operativa per la variazione di destinazione d'uso di un edificio in corso di completamento, da zona G2 (zona per attrezzature di interesse comune) a zona G2 (13) relativa a zona per attrezzature di interesse comune con una quota residenziale.

Per i dettagli di tipo urbanistico si rimanda alla relazione illustrativa, allo Stralcio delle norme tecniche di Attuazione (N.T.A.) e agli elaborati cartografici di tipo urbanistico.
Al presente lavoro sono allegate cartografie geotematiche, su base CTR, derivante dalle cartografie del PRG. In particolare la presente relazione verifica le condizioni di fattibilità per l'intervento previsto in oggetto.

Il presente studio geologico è stato condotto mediante una raccolta ed un'analisi dei dati esistenti di natura geologica dal PRG e geognostica, con riferimento particolare ai sondaggi eseguiti per il vicino progetto PIT Stazione di Terni (5 carotaggi di cui uno di -40 m attrezzato per una prova Down-Hole, 5 prove MASW, 18 prove SPT in foro e 8 prove di laboratorio geotecnico).
Per quanto riguarda l'elaborazione e la rappresentazione dei dati, si sono utilizzate le cartografie Geologico - Geomorfologiche ed Idrogeologiche redatte in scala 1.10.000 (con base cartografica costituita dalla Carta Tecnica Regionale), derivanti dagli studi geologici per il nuovo PRG di Terni, che sono equiparati al Livello I degli studi di Microzonanzione sismica ai sensi della DGR 377/2010.
Per la valutazione del rischio idraulico nelle aree della presente variante, il tema è stato affrontato attraverso lo studio degli elementi di rischio contemplati nel PAI dell'A.B.T. (Autorità di Bacino del Tevere).

2 -ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

Dal punto di vista geologico la stratigrafia del sito è caratterizzata dalla sequenza alluvionale recente che costituisce il colmamento della Conca Ternana. La successione, qui descritta in termini generali di suddivisione litologica, deriva da dati esistenti dedotti da indagini eseguite nella zona.

L'assetto stratigrafico generale vede la presenza di un primo strato di suolo e di limi argillosi (colluvi superficiali) per 1-2 m, a cui seguono limi fini di natura travertinosa fino a circa -6 m (quindi fino a circa -8/-7 m dal pc), passanti ad un breve orizzonte ghiaioso, talora assente, di circa 1.5-2.5 m di potenza ed infine, dalla quota di -13/-14 m e poi più in profondità, sono presenti ad argille grigio-avana consistenti, alternate a orizzonti e lenti di sabbie e limi o conglomerati. Questo ultimo orizzonte è stato perforato recentemente presso la stazione FFSS di Terni fino a -40 m e costiuisce il substrato locale con spessori notevoli fino ad oltre -100/-120 m di profondità. Il substrato carbonatico deve posizionarsi verosimilmente a questa profondità, secondo le risultanze di una prova HVSR realizzata lungo via della Stazione, successivamente commentata.

Per quanto riguarda i caratteri geomorfologici del sito, questi consistono in una situazione subpianeggiante, a quote topografiche di circa 135 m;
Nel sito di interesse non sono comunque presenti elementi di dissesto geomorfologico in atto.

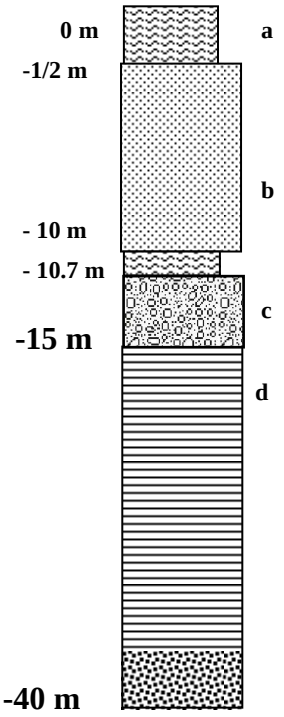
3 - IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

L'area non è interessata direttamente da corsi d'acqua naturali.
Dalla consultazione delle cartografie del Piano Assetto Idrogeologico si evince che la zona non vede sovrapposizioni con zone a rischio idraulico o gemorfologico.

- **Quanto ai caratteri idrogeologici dell'area**, generalmente l'area è nota per la presenza di una modesta falda idrica, freatica, al passaggio tra il corpo alluvionale limoso e ghiaioso e le sottostanti argille, che ne costiuiscono il locale acquiclude o livello impermeabile di base. **E' molto probabile tuttavia che in quest'area la falda idrica sia assente, come dimostrato da tutti i carotaggi del PIT Tra la Stazione ferroviaria e via Proietti Divi.**

4 - STRATIGRAFIA GENERALE DEI TERRENI

Di seguito viene riportata una stratigrafia sintetica di riferimento per l'area:



stratigrafia non in scala

(**a**) Riporti antropici eterogenei e/o suolo agrario passanti a:

(**b**) Limi sabbiosi di natura travertinosa, giallo-avana, leggeri, poco addensati, a comportamento granulare.
Sono presenti, localmente, livelli di travertini cementati per spessori al massimo metrici e con continuità laterale variabile ed anche livelli suborizzontali di argille scure pedogenetiche (paleosuoli). Tipico paleosuolo argilloso marrone scuro al passaggio con le sottostanti ghiaie.

(**c**) Ghiaie calcaree in matrice sabbiose, addensate, di natura fluviale. **In falda a partire da -12 m.**
FALDA IDRICA A ~ -12 m, modesta falda più spesso assente.

(**d**) Argille limose, limi argillosi e debolmente sabbiosi, grigi, consistenti o molto consistenti, con intercalazioni di ghiaie calcaree in matrice sabbiose.

5 - SISMICITA'

In base alla recente ordinanza del Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 il Comune di Terni è stato inserito tra le località sismiche con classe di sismicità 2 **(Gazzetta Ufficiale n. 105 del 2 del 08-05-2003 S.O. n.72).** In riferimento alla nuova normativa antisismica NTC 2008, ai fini della progettazione ingegneristica, la categoria di suolo qui presente è la B, ovvero "Depositi di terreno granulari da mediamente addensati a ben addensati, caratterizzati da velocità delle onde di taglio 360 <Vs 80 m/s e 15< NSPT < 60 colpi". L'attribuzione a questa classe di suolo è stata effettuata sulla scorta delle sismiche MASW eseguite per il progetto del PIT, le cui risultanze sono allegate in coda al testo.

<u>Accelerazioni sismica orizzontale di picco</u>

La recente normativa tuttavia assegna per le località con classe 2, come il Comune di Terni, un valore di accelerazione massima orizzontale di 0,25 Ag/g su suolo rigido di cat. A. Dovrà essere valutata con opportuni codici di calcolo lo spettro di risposta elastico e l'aumento dell'acc. sismica per la categoria di suolo considerata (B).

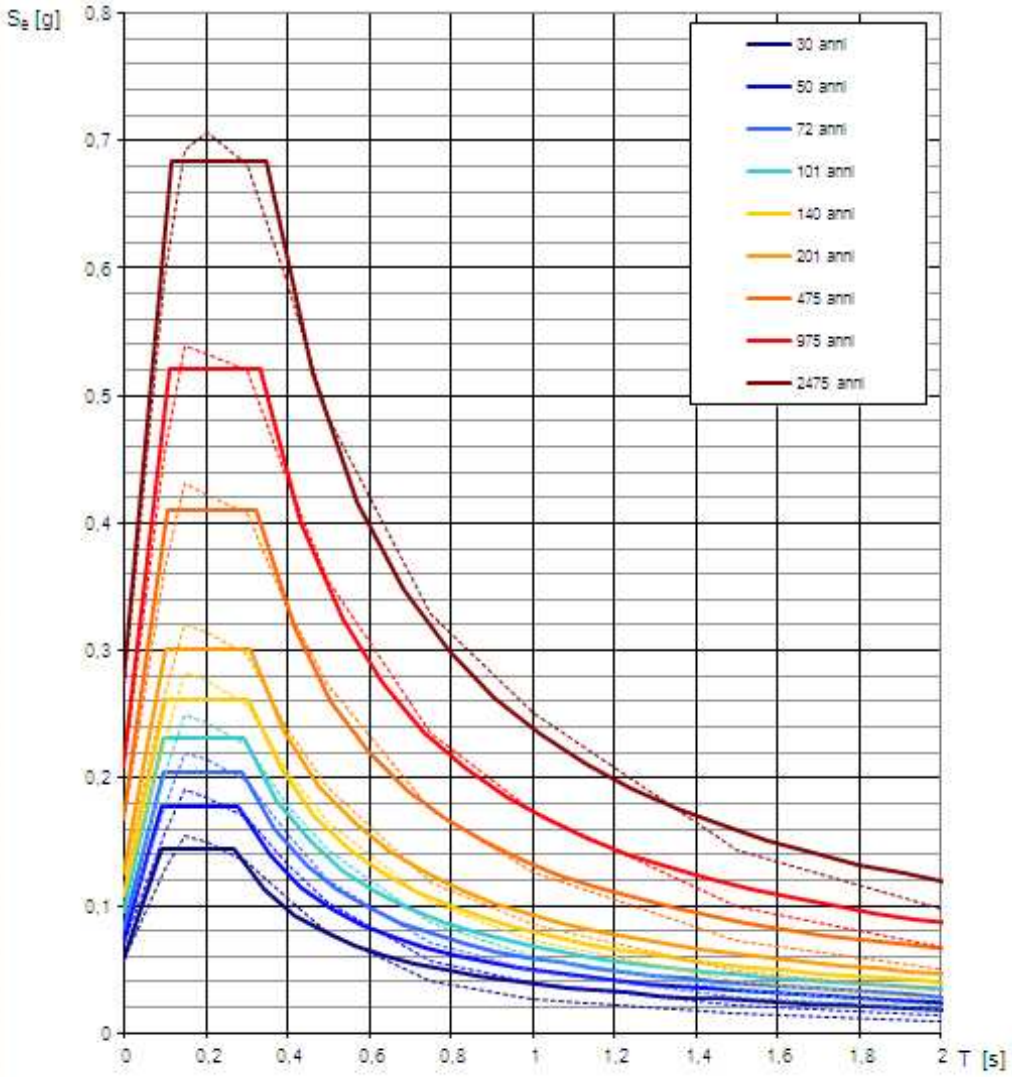
Si consiglia inoltre di tenere conto di un coeff. di amplificazione topografico di tipo T1, con pendii fino a 15° sull'orizzontale. Mediante il software "Spettri Versione 1.0.3" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici è possibile effettuare per ogni sito del territorio nazionale il calcolo dello spettro di risposta sismico, in funzione del tipo di struttura edilizia, della sua funzione, della categoria di suolo e dei fattori topografici eventualmente presenti:

Nel caso in esame i dati di imput sono:

- comune di Terni, piazzale Dante **lat 42.5703 long 12.6511**
- Vita nomina della costruzione 50 anni
- Coefficiente d'uso Cu = 1 (edifici di classe II)
- Vita di riferimento Vr = 50 anni
- Categoria di suolo di tipo B
- coeff. topografico T1 (aree con inclinazione media < di 15°).

Seguono gli spettri di risposta elastici ai vari tempi di ritorno Tr **su suolo rigido di categoria A.**

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

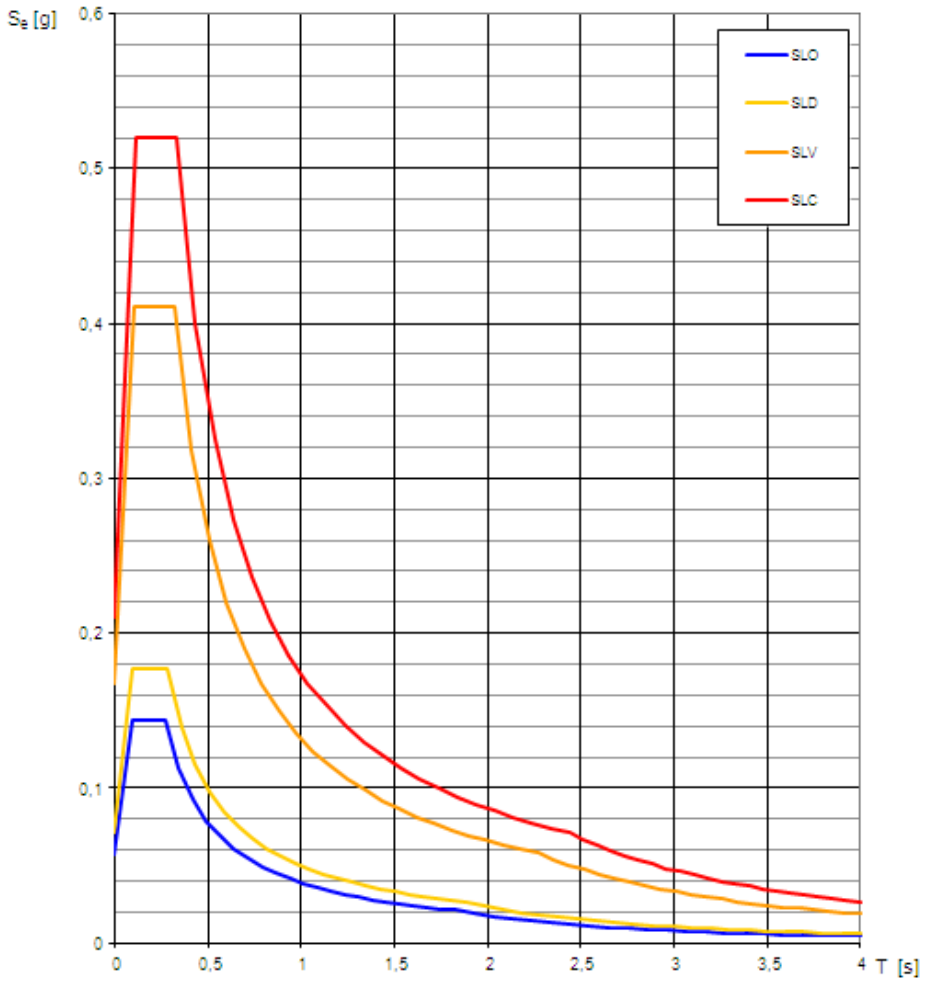
La conseguente tabella di calcolo delle accelerazioni Ag, del coeff. Fo e del Periodo Tc (durata dello spettro nel suo tratto orizzontale) in funzione dei tempi di ritorno per i vari stati limite (Stato limite di operatività – SLO, Stato limite di danno – SLD stato limite della Vita – SLV e Stato limite di Collasso - SLC) è sotto riportata (riferita a suolo rigido di categoria A)

Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,058	2,504	0,269
50	0,071	2,489	0,281
72	0,082	2,497	0,288
101	0,095	2,449	0,295
140	0,108	2,437	0,303
201	0,125	2,414	0,308
475	0,168	2,447	0,322
975	0,210	2,479	0,333
2475	0,273	2,501	0,349

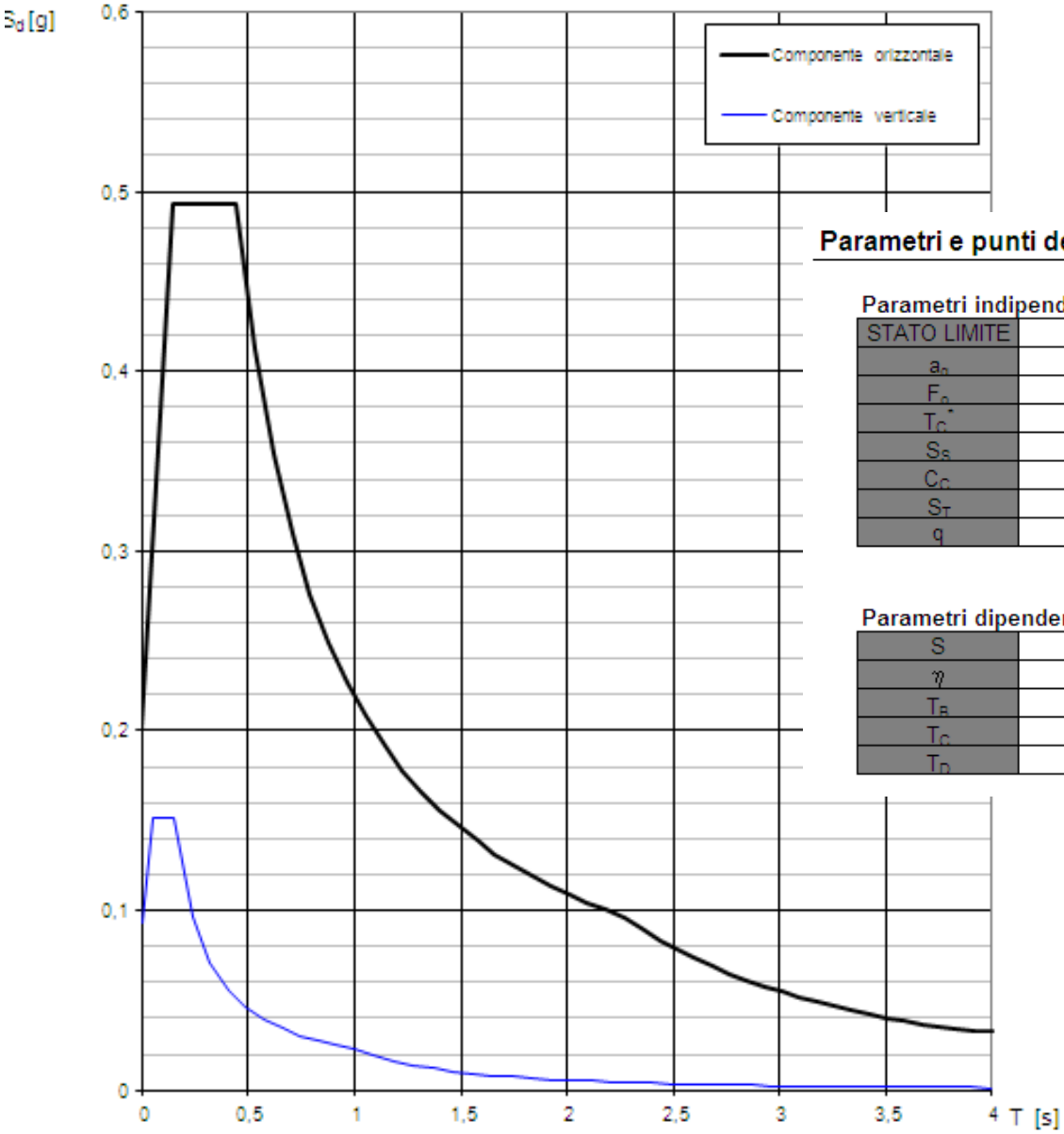
Segue il grafico dell'andamento dei valori di spettro di accelerazione per i vari stati limite (su suolo rigido di cat. A)

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Segue lo Spettro di risposta per Stato Limite della Vita, su categoria di suolo B, e relativi parametri (vedi tab. sotto).

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV



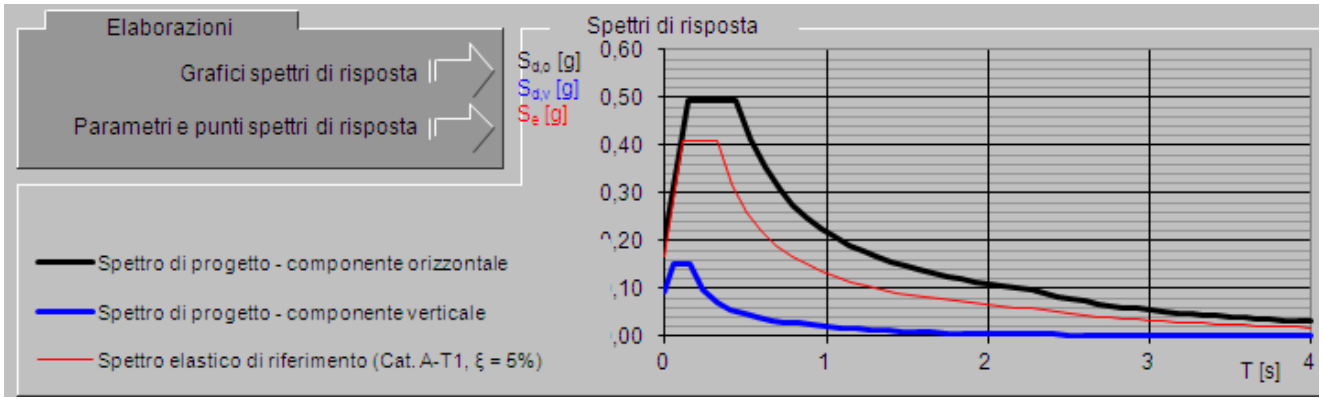
Parametri e punti dello spettro di risposta

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,168 g
F_o	2,447
T_C^*	0,322 s
S_S	1,200
C_C	1,380
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,148 s
T_C	0,444 s
T_D	2,271 s



6 - MICROZONAZIONE SISMICA

Con la Deliberazione della Giunta Regionale 8 marzo 2010, n. 377 "Criteri per l'esecuzione degli studi di Microzonazione sismica" si sono indicati gli studi relativi alla microzonazione simica in fase di Piano Attuativo. Alla DRG 377/2010 ha fatto seguito lo "Standard minimo della Relazione Geologica per il Piano Attuativo" (Relazione geologica, idrogeologica e gotecnica e studio di microzonazione sismica – nei casi previsti - comma 9 dell'art. 24 della L.R. 11/2005), da parte dell'Ordine dei Geologi della Regione Umbria. Il presente studio integrativo alla relazione di prima stesura del 2010, descriverà le condizioni di moto sismico in superficie (livello 2), assumendo che le carte geotematiche allegate fuori testo possano essere assunte come conoscenza del livello 1. Il moto di superficie sarà determinato con metodi semplificati, in accordo con le indicazioni del Dipartimento Nazionale di Protezione Civile, parte III (sett. 2008). Tali parametri sono organizzati in abachi riferiti alle singole condizioni stratigrafiche per le quali sono applicabili. Le amplificazioni sono espresse attraverso due fattori di amplificazione (FA e FV) da applicare alle ordinate spettrali a basso periodo (FA) e alto periodo (FV). Nella presente relazione sono comunque forniti anche ulteriori dati geologici, stratigrafici e geofisici derivanti dagli studi di MSS eseguiti dal comune di Terni e dalla Regione Umbria nel periodo 2002-2004. Si fa riferimento infatti agli studi di Microzonazione sismica dell'area narnese e ternana colpita dall'evento sismico del 12/12/2000 – "Relazione conclusiva a cura del Servizio Geologico della Regione Umbria", ed al successivo "Rapporto finale di Completamento della Microzonazione sismica della città di Terni" a cura del Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Milano in occasione della redazione del PRG di Terni.

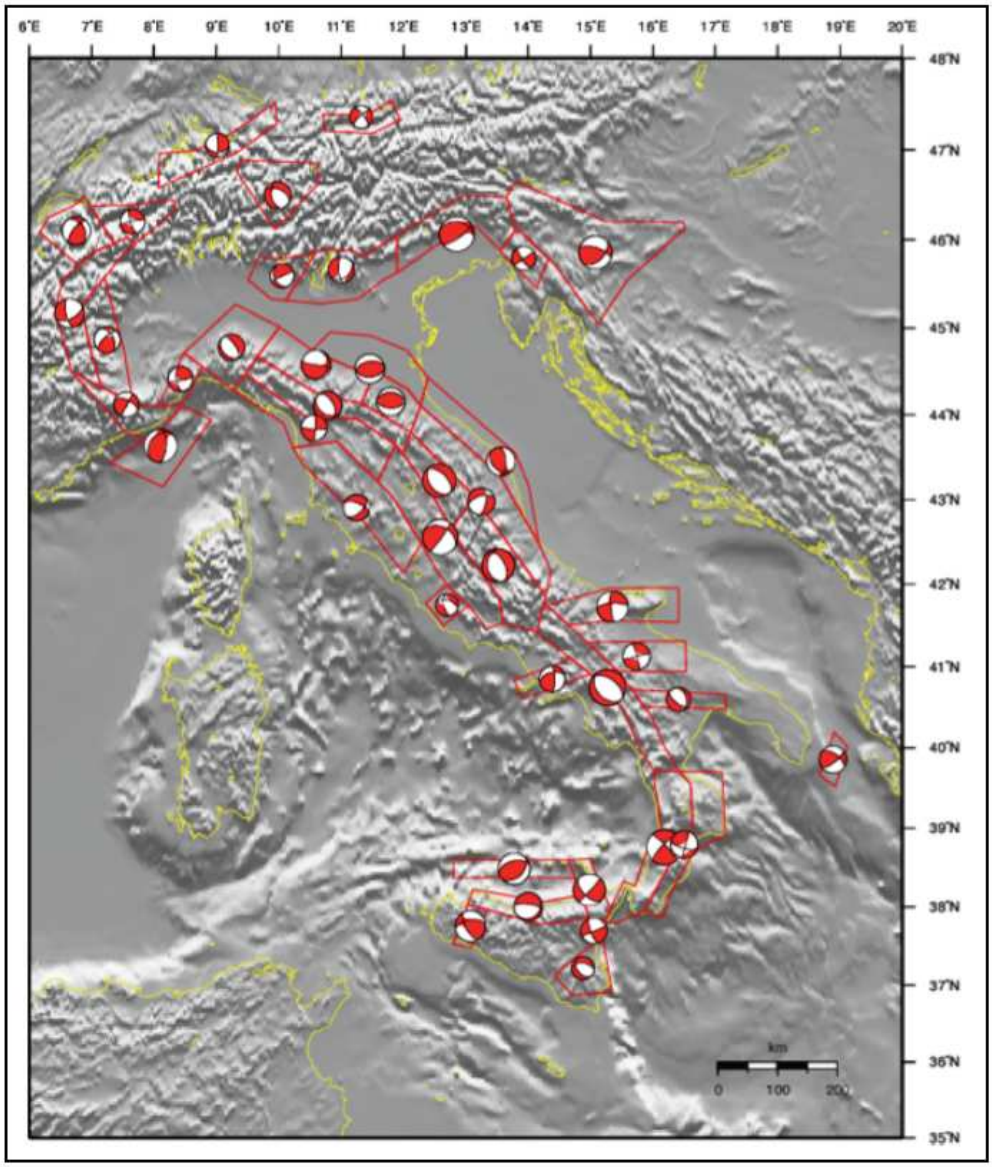
La presente Variante al PA prevede la realizzazione di edifici rilevanti.

6.1 - NORMATIVADI RIFERIMENTO

- **D.M. 14.01.2008** "Norme Tecniche per le costruzioni".
- **Circolare 2 Febbraio 2009 n.617** Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni"di cui al D.M.14.01.2008.
- **Allegato Al voto n.36 Del 27.07.2007 -** Pericolosità Sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.
- **O.P.C.M. 28.04.2006 n.3519** Criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".
- **D.G.R.18.06.2003n. 852**"Approvazione Classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria".
- **Delib.G.R.n°852/2003**
- **Delib.G.R. n°1700/2003** (cfr. Allegato B edifici rilevanti…)
- **L.R.11/2005** (art.24Comma 9)
- **Linee Guida del DPC- sett. 2008** (punto 1.6.3.3"Indirizzi e Criteri Per la Microzonazione Sismica").
- **Delib.G.R.n°377/2010** (Criteri per l'esecuzione degli studi di microzonazione sismica - Punti 5 e 6);

6.2 - MACROSISMICITA', CARATTERISTICHE SISMOLOGICHE DELL'AREA

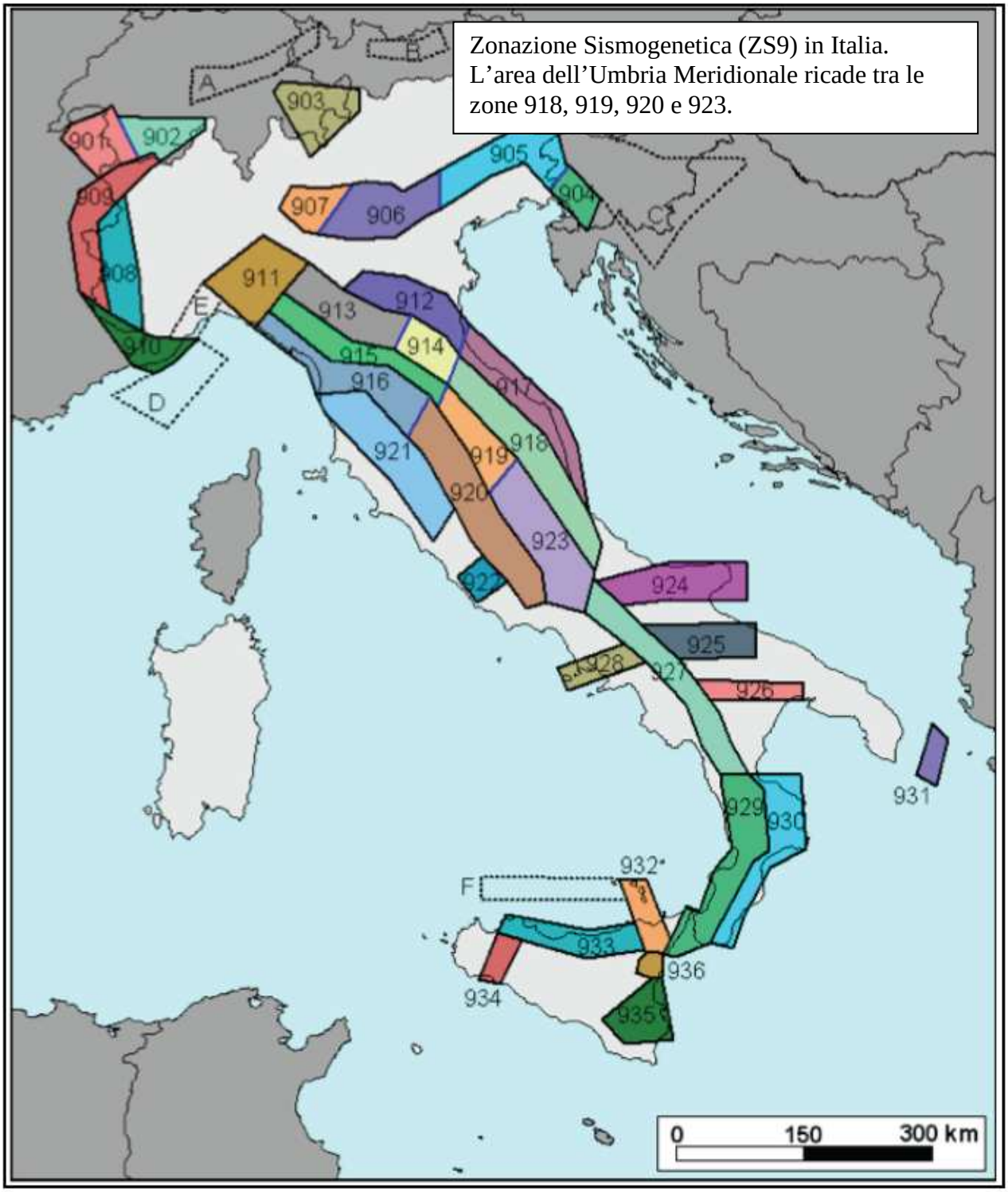
L'area in oggetto risulta inserita all'interno delle imponenti strutture sismo genetiche dell'Appennino centrale. L'attività sismica negli Appennini umbro-marchigiani manifesta un accoppiamento sincrono (o dualità) tra regimi distensivi e compressivi. I meccanismi focali dei terremoti in prossimità della costa adriatica mostrano tutti una componente compressiva preponderante (legata alla fase di migrazione verso est del *wedge* appenninico, ancora in atto) mentre i terremoti nella parte interna della catena, tra 50 e 150 km ad O della costa adriatica, sono di natura spiccatamente distensiva. L'Umbria in particolare risulta inserita nella fascia intermedia delle strutture appenniniche; i meccanismi di rottura attesi sono misti, con prevalenza di cinematismi di tipo dip-slip (distensivo) e anche con cinematica trastensiva (obliqua), ovvero distensiva ma con una componente trascorrente.



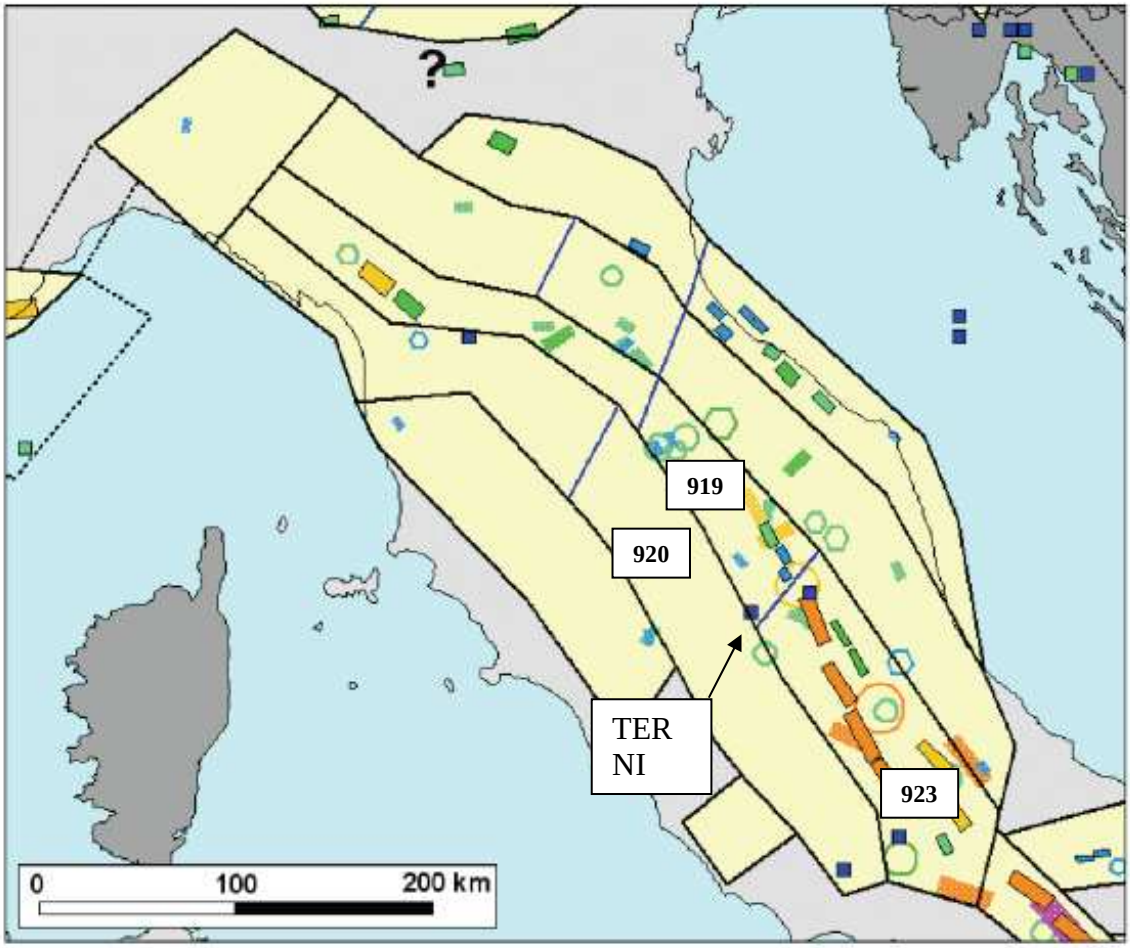
L'area oggetto di studio risulta inserita nella Zonazione sismo genetica ZS9 (Appennino settentrionale e centrale, ZS dalla 911 alla 923). La fascia che dalla Lunigiana arriva fino al confine Abruzzo-Molise veniva indicata in ZS4 come l'area con il maggior rischio di rilascio di energia dell'Appennino centro-settentrionale. Essa corrisponde al settore più interno della catena appenninica, generalmente interessato da importanti faglie primarie e relative sorgenti

sismogenetiche. Tali faglie immergono verso NE nel settore compreso tra la Toscana settentrionale e l'Umbria settentrionale e verso SW nel settore che si estende dall'Umbria centrale fino a tutto l'Abruzzo. Questa fascia è stata suddivisa in tre zone (920, 919 e 923) che includono le Sorgenti sismo genetiche responsabili dei terremoti di più elevata magnitudo che hanno caratterizzato l'arco appenninico settentrionale e centrale.
Tali sorgenti hanno in genere espressioni superficiali che consentono la caratterizzazione e la quantificazione degli aspetti cinematici mediante i tradizionali approcci geomorfologici e paleosismici. Rispetto a ZS4, il nuovo assetto che deriva da questa proposta privilegia la continuità longitudinale delle strutture estensionali primarie.
La suddivisione in tre zone è stata dettata da osservazioni prevalentemente di tipo sismologico. Nella zona più meridionale (923, a sud della Valnerina, che delimita difatto il confine tra la 919 e la 923) sono infatti presenti le sorgenti più estese ed i terremoti con magnitudo più elevata; in questa zona sono state comprese anche le aree dei terremoti del 1654* e del 1349, per i quali le indagini geologiche di superficie non sono state ancora in grado di definire in modo univoco le corrispondenti sorgenti sismogenetiche.
* Terremoto presente nel catalogo CPTI 11 con epicentro incerto (indicato nell'area Sorano – Marsica) il 24 luglio 1654, intensità I Max di grado 10 e Magnitudo momento da determinazione macrosismica Mw di 6.29 +/- 0.2)

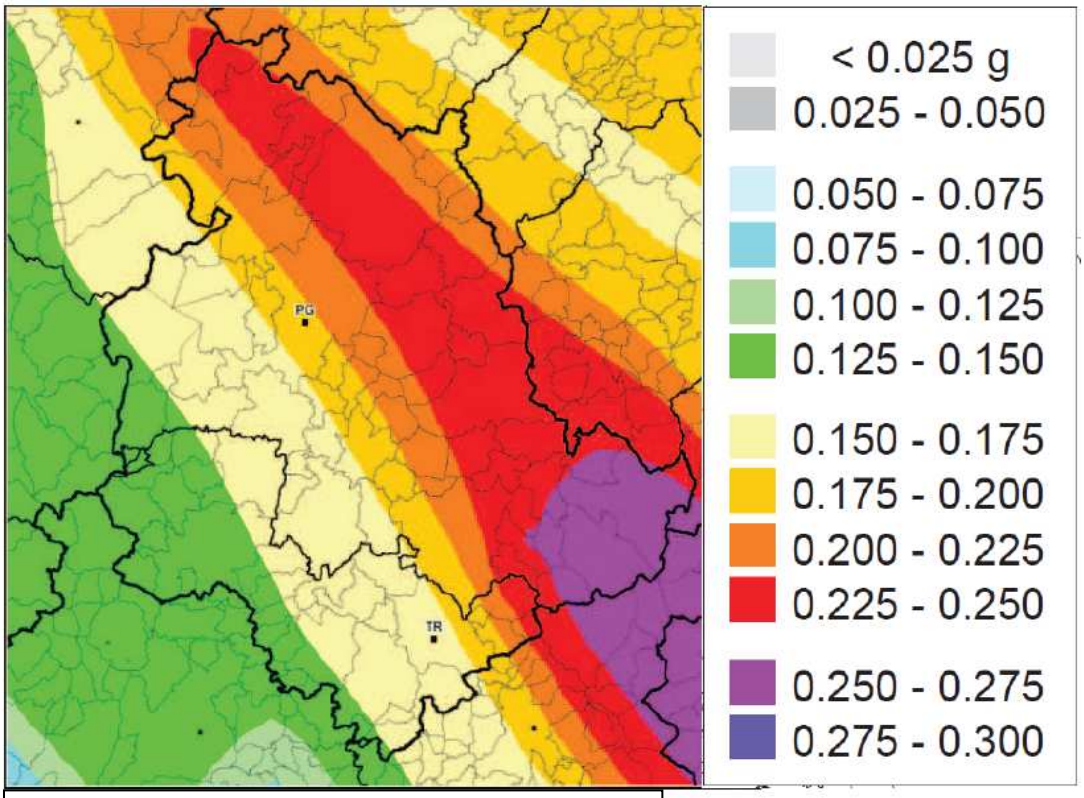
In particolare nella zona 919 (Appennino Umbro) sono previste magnitudo (MW Magnitudo momento sismico) massime attese (cautelative) pari a 6,37 e nella zona 920 (Val di Chiana-Ciociaria) pari a 6,14. Marginalmente interessata, ma non per questo meno importante, è fra le altre la zona 923 (Appennino Abruzzese) ove la Magnitudo massima attesa (cautelativa) raggiunge valori di 7.06.
L'area del comune di Terni, rientra tra le zone 920 e 919; è comunque assai vicina alla zona 923, zona alla quale è attribuita, come detto, la massima pericolosità sismica dell'Italia Centrale. Terni è stata sede di terremoti che, nel periodo storico di rilevabilità documentale, hanno raggiunto magnitudo stimata e ricostruita fino a valori di 5.1; in particolare nel 1703, 1900, 1917 e 1970, come visibile nel paragrafo successivo relativamente alla sismicità storica.



Zonazione Sismogenetica (ZS9) in Italia.
L'area dell'Umbria Meridionale ricade tra le zone 918, 919, 920 e 923.

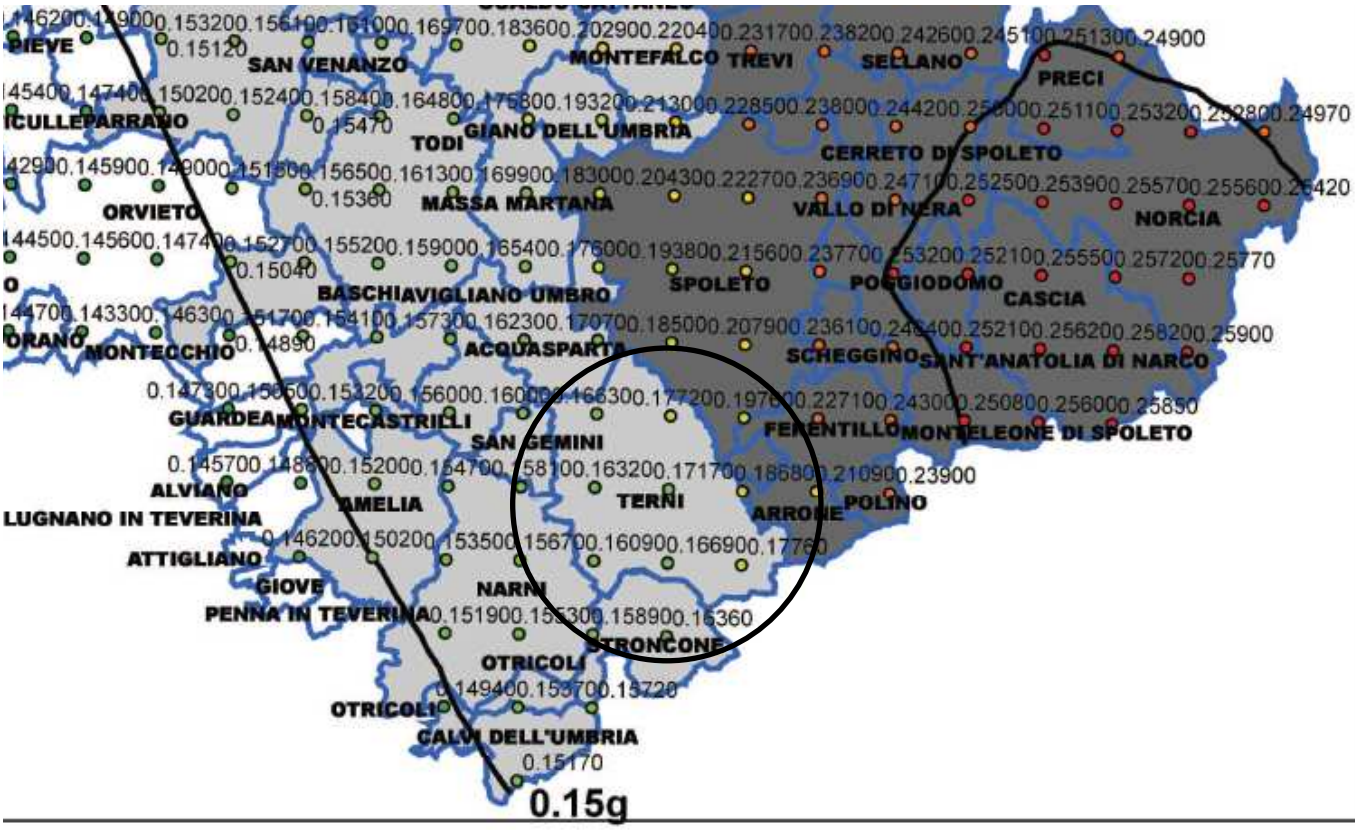


Dettaglio della Zonazione sismo genetica ZS9 per l'Appennino settentrionale e centrale.



Mappa di pericolosità sismica regionale

La Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale", espressa in termini di accelerazione massima al suolo (a max), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a sottosuoli molto rigidi (Vs > 800 m/s, Cat. A). Su tale mappa (identica per l'Umbria a quella dell'OPCM n. 3274/03 e sotto riportata), l'isolinea della soglia d'ingresso in zona 2 (Ag475 > 0,15g) è unidirezionale, con orientamento N/NO-S/SE ed è posizionata immediatamente ad Ovest della Catena Narnese-amerina e del gruppo del Monte Peglia; invece l'isolinea d'ingresso in zona 1 (Ag475 > 0,25 g) è curvilinea, ha un andamento a semicerchio concavo verso S/SE ed è posizionata ad E/SE dell'allineamento F. Vigi - F. Nera.



6.3 - SISMICITA'STORICA DELL'AREA

La zona oggetto della presente Variante al Piano Attuativo è ubicata nella zona centro-orientale della conca ternana, all'interno della pianura olocenica. La città di Terni risulta vicina alle sorgenti sismiche responsabili dei maggiori terremoti storici dell'area umbro-laziale, per quanto comunque sono noti anche forti terremoti con epicentro nella conca ternana (vedi ricerca della sismicità storica a seguire). Per tale ricerca oggi sono disponibili diversi cataloghi e in questa sede si è voluto selezionarli da due database principali. Il primo è il Catalogo **cpti 11** dall'anno 1000 al 2000 dove sono riportati i più forti terremoti (significativi per danni e vittime), il secondo database utilizzato è l'ISIDE che registra tutti i sismi di qualsiasi magnitudo che hanno però registrazioni strumentali (dal 2005 ad oggi), al contrario del CPT11 che utilizza dati di natura storica, per poi giungere alla stima dell'Intensità e della Magnitudo (ad eccezione di terremoti più recenti dove sono disponibili anche registrazioni strumentali oltre a fonti storiografiche).

L'area ternana è stata sede di terremoti di magnitudo massima (Magnitudo Momento, Mw) 5.11, evento del 12 maggio 1917 (fonte Catalogo **cpti 11** -catalogo parametrico terremoti italiani dall'anno 1000 al 2000, aggiornato nel 2011) mentre sono riportati almeno altri 3 eventi di magnitudo compresa tra 4 e 4.72. Quest'ultimi sono i sismi con epicentro a Terni e/o in zone immediatamente vicine (ternano) ma per il risentimento e quindi per i relativi effetti si deve comunque considerare anche terremoti in aree limitrofe specie se generati da sorgenti sismogenetiche di maggiore pericolosità, ubicate nell'area orientale della regione Umbria e nell'alto Lazio. Pertanto dal CPT11 si sono selezionati anche ulteriori eventi principali che comprendono sismi di un interno significativo ai fini del potenziale risentimento, ovvero terremoti avvenuti a Narni, Spoleto, Acquasparta, Sangemini, Rieti e Valnerina).

Recentemente l'area ternano-narnese è stata colpita dall'evento sismico del 16/12/2000, a seguito del quale la Regione Umbria – Servizio Geologico ha intrapreso una serie di studi di microzonazione sismica tra Terni, Narni e Stroncone, fino a determinare i fattori di amplificazione nelle aree investigate, determinando un accelerogramma di riferimento per Terni.

Nelle tabelle successive vengono rappresentati i dati relativi alla sismicità storica più significativa e a seguire i record di sismi da ISIDE con magnitudo locale Mw compresa tra 3.0 e 6.0 in un raggio di 30 Km dalla città.

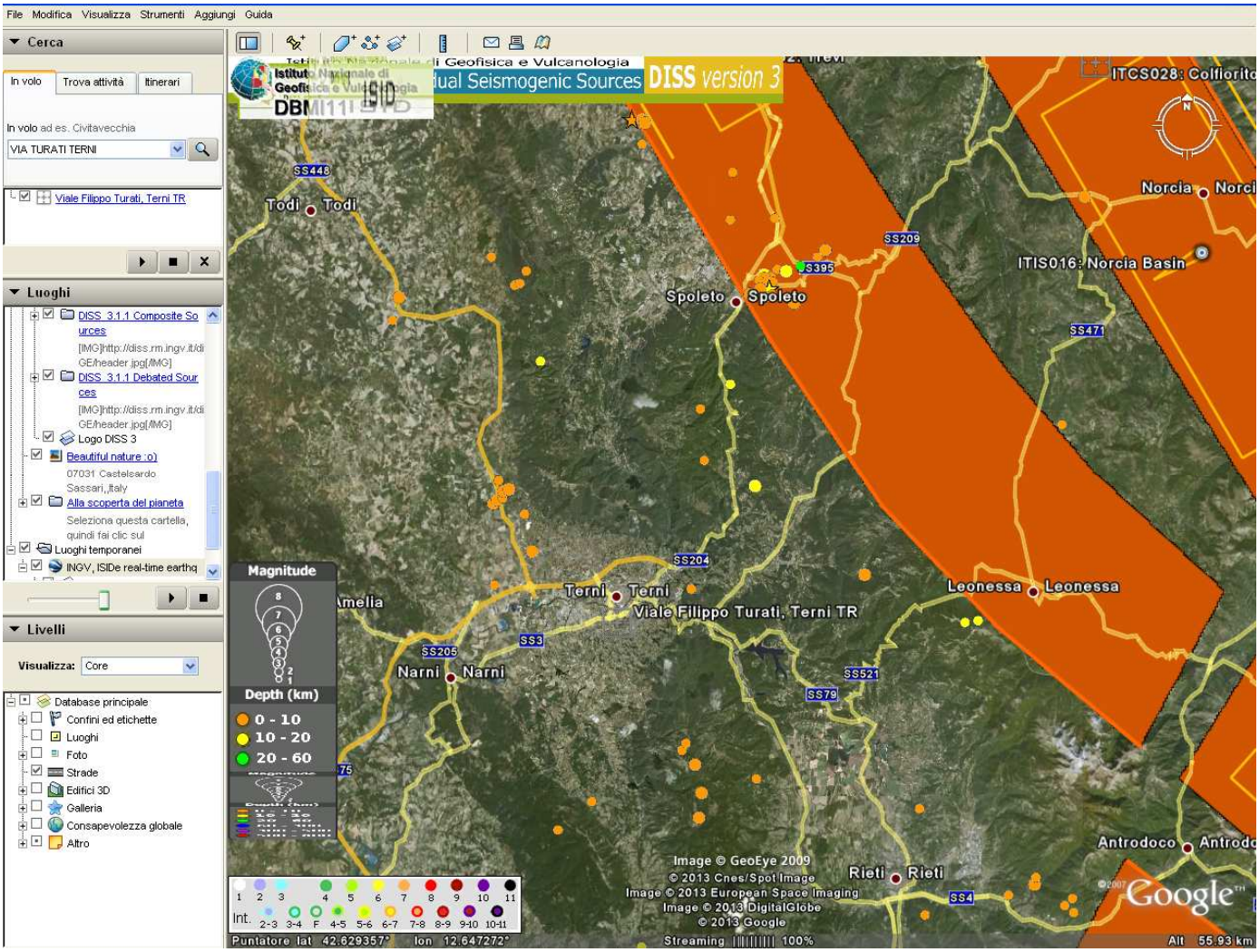
CPTI 11 è citabile come:

A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011. CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna, http://emidius.mi.ingv.it/CPTI

eventi selezionati Da: 2005/01/01 A: 2013/03/19
Area - Comune: TERNI Distanza (km): 30.0
Magnitudo Min: 3.0 Max: 6.0 Tipo: Mag pref
Profondità (km) Min: ND Max: ND

Terremoti totali: 24

Tempo Origine (UTC)	Latitudine	Longitudine	Profondità	Magnitudo	Fonte
2011-07-13 09:55:12.310	42.439	12.706	6.09	3.08	BOLLSI
2011-07-13 03:37:31.180	42.453	12.708	8.00	3.00	BOLLSI
2011-01-19 14:06:58.440	42.589	12.578	7.00	3.00	BOLLSI
2010-12-05 20:54:44.570	42.790	13.003	8.01	3.00	BOLLSI
2010-10-13 20:35:20.410	42.626	12.749	10.06	3.00	BOLLSI
2010-08-29 10:11:17.870	42.832	12.664	5.03	3.01	BOLLSI
2010-08-28 19:43:52.010	42.834	12.662	7.07	3.01	BOLLSI
2010-08-28 07:08:03.250	42.834	12.654	6.07	4.01	BOLLSI
2009-09-21 22:01:27.430	42.733	12.475	3.08	3.01	BOLLSI
2009-08-16 07:11:25.770	42.469	12.703	5.08	3.00	BOLLSI
2009-04-22 12:32:25.310	42.576	12.833	8.09	3.06	BOLLSI
2007-10-21 03:55:36.430	42.401	12.963	8.00	3.09	BOLLSI
2006-06-24 07:16:34.420	42.616	12.548	5.03	3.01	BOLLSI
2006-06-24 06:35:04.570	42.618	12.551	2.06	3.02	BOLLSI
2006-06-22 00:31:59.390	42.623	12.556	4.06	3.00	BOLLSI
2006-05-16 21:02:51.810	42.624	12.560	6.03	3.06	BOLLSI
2006-03-31 22:48:08.330	42.730	12.779	6.01	3.00	BOLLSI
2006-02-09 01:01:07.730	42.760	12.803	6.08	3.01	BOLLSI
2006-01-05 17:30:39.210	42.744	12.756	4.08	3.06	BOLLSI
2005-12-18 08:06:48.300	42.738	12.753	9.08	3.05	BOLLSI
2005-12-16 20:12:37.780	42.735	12.745	6.05	3.04	BOLLSI
2005-12-15 13:28:39.590	**42.738**	**12.760**	**18.04**	**4.02**	**BOLLSI**
2005-12-15 06:00:32.810	42.748	12.773	19.03	3.03	BOLLSI
2005-12-13 07:12:12.800	42.746	12.756	10.05	3.00	BOLLSI



Ubicazione dei sismi estratti dal Catalogo ISIDE su base Google. Visibile la colorazione relativa alla profondità epicentrale e l'ampiezza del cerchio per la Magnitudo. Le fasce arancioni sono le fasce sismogenetiche del progetto DISS 3.1.1 dell' INGV di Roma (Database of Individual Seismogenic Sources - DISS Working Group (2009). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.1.1: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. http://diss.rm.ingv.it/diss/, © INGV 2006-2009 - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - All rights reserved.**).**

Legenda simboli, rif. selezione terremoti sotto riportata

Sezione 1: parametri generali, tempo origine e area			
Year	Tempo origine: Anno	dal catalogo strumentale, dallo studio macrosismico o dal catalogo macrosismico	**Anno**
Mo	Tempo origine: Mese	dal catalogo strumentale, dallo studio macrosismico o dal catalogo macrosismico	**Me**
Da	Tempo origine: Giorno	dal catalogo strumentale, dallo studio macrosismico o dal catalogo macrosismico	**Gi**
Ho	Tempo origine: Ora	dal catalogo strumentale, dallo studio macrosismico o dal catalogo macrosismico	**Or**
Mi	Tempo origine: Minuti	dal catalogo strumentale, dallo studio macrosismico o dal catalogo macrosismico	**Mi**
Se	Tempo origine: Secondi e centesimi	dal catalogo strumentale, dallo studio macrosismico o dal catalogo macrosismico	**Se**
Ax	Area dei maggiori effetti	dal catalogo strumentale, dallo studio macrosismico o dal catalogo macrosismico	**AE**
Sezione 2: parametri epicentrali macrosismici e loro provenienza			
RtM	Riferimento bibliografico dello studio macrosismico o del catalogo macrosismico	vedi tabella 1	**Rt**
Np	Numero di osservazioni macrosismiche	da DBMI10beta	**Np**
Imx	Intensità massima	da DBMI10beta	**Imx**
LatM	Latitudine epicentrale: determinazione macrosismica		
LonM	Longitudine epicentrale: determinazione macrosismica		
TLM	Tipo di localizzazione epicentrale	Bx: determinata con il metodo Boxer (Gasperini et al., 1999) BW: determinata con il metodo BW (Bakun & Wentworth, 1997) CM: adottata dal catalogo macrosismico di origine	
Io	Intensità epicentrale	determinata con il metodo Boxer (Gasperini et al., 1999), oppure adottata dal catalogo macrosismico di origine	**Io**
MwM	Magnitudo momento: determinazione macrosismica		
DMwM	Errore associato alla stima di MwM	determinata con il metodo Boxer (Gasperini et al., 1999), con il metodo BW (Bakun & Wentworth,1997), oppure =0.34 se calcolata da Io (0.26 per i terremoti etnei)	
TMwM	Tipo di magnitudo momento macrosismica	Bx: determinata con il metodo Boxer (Gasperini et al., 1999) BW: determinata con il metodo BW (Bakun & Wentworth, 1997) Io: determinata da Io con la relazione Mw = 0.423*Io+2.182 oppure Mw = 0.45*Io+1.01 per i terremoti etnei CM: adottata dal catalogo macrosismico di origine	
Sezione 3: parametri strumentali e loro provenienza			
RtIns	Riferimento bibliografico della fonte dell'epicentro strumentale	vedi tabella 2	
LatIns	Latitudine epicentrale: determinazione strumentale	da RtIns	
LonIns	Longitudine epicentrale: determinazione strumentale	da RtIns	

N	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Ax	RtM	Np	Imx	LatM	LonM	TLM	Io	MwM	DMwM	TMwM	RtIns	LatIns	LonIns
39	1246						SPOLETO	Arch.Mac.GNDT, 1995	1	7-8	42,732	12,736	Bx	7-8	5,35	0,34	Bx			
51	1277						SPOLETO	Arch.Mac.GNDT, 1995	1	8	42,732	12,736	Bx	8	5,57	0,34	Bx			
95	1349	09	09	08	15		Viterbese-Umbria	Guidoboni et al., 2007	9	8-9										
204	1496	06					SPOLETO	Arch.Mac.GNDT, 1995	3	6	42,805	12,742	Bx	5	4,30	0,87	Bx			
315	**1599**	**11**	**06**	**01**	**25**		**Valnerina**	**Guidoboni et al., 2007**	**20**	**9**	**42,724**	**13,021**	**Bx**	**9**	**5,99**	**0,32**	**Bx**			
387	1667						SPOLETO	Arch.Mac.GNDT, 1995	1	7	42,732	12,736	Bx	7	5,14	0,34	Bx			
462	**1703**	**01**	**14**	**18**			**Appennino umbro-reatino**	**Guidoboni et al., 2007**	**199**	**11**	**42,708**	**13,071**	**Bx**	**11**	**6,74**	**0,11**	**Bx**			
463	1703	01	16	13	30		Appennino umbro-reatino	Guidoboni et al., 2007	22	8										
466	1703	06	29	22			SPOLETO	Postpischl, 1985			42,750	12,750	CM	7	5,14	0,34	Io			
471	1704	05	20				SPOLETO	Postpischl, 1985			42,750	12,750	CM	7	5,14	0,34	Io			
478	1707	03	24				ACQUASPARTA	Arch.Mac.GNDT, 1995	8	7-8	42,699	12,617	Bx	7-8	5,13	0,64	Bx			
486	**1714**						**NARNI**	**Arch.Mac.GNDT, 1995**	**1**	**7-8**	**42,517**	**12,521**	**Bx**	**7-8**	**5,35**	**0,34**	**Bx**			
490	1716	10	04				CASCIA	Postpischl, 1985			42,750	13,000	CM	7	5,14	0,34	Io			
524	1730	05	12	05			Valnerina	Guidoboni et al., 2007	115	9	42,753	13,120	Bx	9	5,92	0,16	Bx			
564	1745	03					SPOLETO	Convers. et al., 1990	2	8	42,732	12,736	Bx	7	5,14	0,34	Bx			
578	1751	07	27	01			Appennino umbro-marchigiano	Guidoboni et al., 2007	68	10	43,225	12,739	Bx	10	6,25	0,22	Bx			
602	1760	01					M.TERMINILLO	Postpischl, 1985			42,500	13,000	CM	7	5,14	0,34	Io			
611	1766	12	25				UMBRIA	Postpischl, 1985			42,750	12,917	CM	7	5,14	0,34	Io			
618	1767	06	05	01	30		SPOLETINO	Arch.Mac.GNDT, 1995	10	7-8	42,820	12,751	Bx	7-8	5,44	0,60	Bx			
697	1785	10	09	03	15		Umbria meridionale	Guidoboni et al., 2007	33	8-9	42,536	12,788	Bx	8-9	5,66	0,25	Bx			
722	1791	10	11	13	05		Appennino umbro	Guidoboni et al., 2007	54	8	42,950	12,861	Bx	8	5,49	0,27	Bx			
725	**1792**	**07**	**20**	**22**	**30**		**FERENTILLO**	**Postpischl, 1985**			**42,633**	**12,733**	**CM**	**7**	**5,14**	**0,34**	**Io**			
790	1815	09	03	23			Valnerina	Guidoboni et al., 2007	24	8	42,832	13,015	Bx	8	5,45	0,30	Bx			
881	1838	01	05	14			Valnerina	Guidoboni et al., 2007	8	7	42,763	12,788	Bx	7	4,96	0,72	Bx			
883	1838	02	14	07	30		Valnerina	Guidoboni et al., 2007	25	8	42,840	12,909	Bx	8	5,32	0,48	Bx			
885	1838	08	05	17	15		Valnerina	Guidoboni et al., 2007	10	7										
950	1853	09	22				SPOLETO	Postpischl, 1985			42,683	12,667	CM	7	5,14	0,34	Io			
1082	1878	02	13	19	30		CASCIA	Postpischl, 1985			42,750	13,000	CM	6	4,72	0,34	Io			
1089	1878	09	15	07	20		Valle del Clitunno	Guidoboni et al., 2007	34	8	42,843	12,675	Bx	8	5,42	0,28	Bx			
1095	1879	02	23	18	30		Valnerina	Guidoboni et al., 2007	15	8	42,766	13,043	Bx	8	5,57	0,37	Bx			
1116	1881	03	11	22	50		SPOLETO	Arch.Mac.GNDT, 1995	15	5-6	42,813	12,715	Bx	5	4,66	0,37	Bx			
1132	1882	05	26	04	15		CASCIA	Postpischl, 1985			42,700	13,000	CM	6-7	4,93	0,34	Io			
1305	1895	08	25	00	05		CASCIA	Postpischl, 1985			42,717	13,017	CM	6	4,72	0,34	Io			
1315	**1896**	**01**	**06**	**15**	**59**		**NARNI**	**Postpischl, 1985**			**42,533**	**12,550**	**CM**	**6**	**4,72**	**0,34**	**Io**			

1328	1897	01	19	19	20		S.ANATOLIA	Postpischl, 1985			42,750	12,883	CM	7	5,14	0,34	Io			
1353	1897	12	18	07	24	20	Appennino umbro-marchigiano	Guidoboni et al., 2007	132	7-8	43,496	12,378	Bx	7	5,13	0,14	Bx			
1378	1899	04	21	00	57	55	OTRICOLI	Postpischl, 1985			42,500	12,500	CM	5-6	4,51	0,34	Io			
1396	**1900**	**05**	**19**	**16**	**55**		**ARRONE**	**Arch.Mac.GNDT, 1995**	**16**	**7**	**42,583**	**12,768**	**Bx**	**6**	**4,36**	**0,56**	**Bx**			
1398	1900	08	11	19			CASTEL RITALDI	Postpischl, 1985			42,833	12,583	CM	5-6	4,55	0,34	Io			
1416	1901	08	04	06	52		SPOLETO	Postpischl, 1985			42,750	12,717	CM	6	4,72	0,34	Io			
1425	1902	06	14	14	30	45.00	Castel Ritaldi	Postpischl, 1985			42,800	12,600	CM	6	4,72	0,34	Io			
1446	1903	11	02	21	52		Valnerina	Arch.Mac.GNDT, 1995	33	6-7	42,794	13,074	Bx	6	4,89	0,26	Bx			
1564	**1909**	**02**	**06**	**08**	**05**	**34.00**	**TERNI**	**Postpischl, 1985**	**-**	**-**	**42,567**	**12,617**	**CM**	**6**	**4,72**	**0,34**	**Io**	**-**	**-**	**-**
1577	1909	10	01	08	35		SPOLETO	Postpischl, 1985			42,733	12,733	CM	5-6	4,51	0,34	Io			
1696	1915	09	16	03	58	48.00	CASCIA	Postpischl, 1985			42,700	13,000	CM	6	4,72	0,34	Io			
1699	1915	11	11	03	41		STRONCONE	Dell'Olio & M., 1980	16	7	42,529	12,655	Bx	6	4,68	0,55	Bx			
1710	1916	07	04	05	07		MONTI SIBILLINI	Arch.Mac.GNDT, 1995	23	7	42,824	13,227	Bx	6-7	5,11	0,28	Bx			
1743	**1917**	**05**	**12**	**15**	**34**	**-**	**Ternano**	**Guidoboni et al., 2007**	**34**	**7-8**	**42,590**	**12,641**	**Bx**	**7-8**	**5,11**	**0,38**	**Bx**	**-**	**-**	**-**
1912	1929	05	07	17	06		CAMPELLO	Postpischl, 1985			42,800	12,800	CM	5-6	4,51	0,34	Io			
1934	1930	10	07	09	18	29.00	CASCIA	Postpischl, 1985			42,700	13,017	CM	6	4,72	0,34	Io			
1951	1931	07	28	08	46	38.00	OTRICOLI	Postpischl, 1985			42,450	12,533	CM	6	4,72	0,34	Io			
1954	1931	09	25	20	28	14.00	CASCIA	Postpischl, 1985			42,700	13,000	CM	6	4,72	0,34	Io			
2025	1938	08	12	02	30		M.GIANO	Postpischl, 1985			42,467	13,200	CM	6	4,72	0,34	Io			
2109	1948	12	17	21	18	02.00	Ternano	Postpischl, 1985			42,600	12,900	CM	6	4,72	0,34	Io			
2206	1957	07	19	09	04	07.00	Castel Ritaldi	Postpischl, 1985			42,767	12,650	CM	7	5,14	0,34	Io			
2217	1958	05	07				S.ANATOLIA											Boll. Strum. ING	42,667	12,950
2245	1960	07	12	14	07	31.00	ACQUASPARTA	Postpischl, 1985			42,717	12,550	CM	6	4,72	0,34	Io			
2247	1960	07	18	04	07		Ternano	Postpischl, 1985			42,550	12,483	CM	6	4,72	0,34	Io			
2396	**1970**	**05**	**25**	**12**	**56**	**-**	**TERNI**	**Postpischl, 1985**	**-**	**-**	**42,567**	**12,650**	**CM**	**5-6**	**4,51**	**0,34**	**Io**	**-**	**-**	**-**
2420	1971	04	02	01	43	54.00	CASCIA											Boll. Strum. ING	42,700	13,033
2488	**1974**	**12**	**02**	**01**	**55**	**16.00**	**Valnerina**	**Guidoboni et al., 2007**	**28**	**8**	**42,813**	**12,927**	**Bx**	**7-8**	**5,20**	**0,34**	**Bx**	**NEIC-PDE cat.**	**42,988**	**12,970**
2568	**1979**	**09**	**19**	**21**	**35**	**37.00**	**Valnerina**	**Guidoboni et al., 2007**	**694**	**8-9**	**42,713**	**13,070**	**Bx**	**8-9**	**5,82**	**0,09**	**Bx**	**Boll. Strum. ING**	**42,730**	**12,956**
2569	1979	09	19	21	52	50.50	Valnerina											ISC Bull.	42,812	13,012
2570	1979	09	21	00	52	44.00	VAL NERINA											Boll. Strum. ING	42,733	13,033
2576	1980	02	28	21	04	41.00	VAL NERINA											Boll.	42,800	12,967

																		Strum. ING		
2578	1980	03	16	01	04	27.34	VAL NERINA											Boll. Strum. ING	42,800	13,895
2581	1980	05	14	09	01	15.00	Valnerina											ISC Bull.	42,812	13,013
2582	1980	05	24	20	16	06.40	Valnerina											Boll. Strum. ING	42,815	13,126
2669	1982	10	17	10	56	44.40	Appennino umbro-marchigiano											GdL CSTI, 2005	43,335	13,015
2670	1982	10	18	02	45	10.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,261	12,759
2697	1984	04	30	21	04	55.67	Appennino umbro-marchigiano											GdL CSTI, 2005	43,272	12,510
2761	**1986**	**10**	**13**	**05**	**10**	**01.00**	**Appennino umbro-marchigiano**	**Arch.Mac.GNDT, 1995**	**322**	**6**	**42,977**	**13,307**	**Bx**	**5-6**	**4,69**	**0,09**	**Bx**	**GdL CSTI, 2005**	**42,924**	**13,186**
2809	1989	12	22	06	48	13.18	Appennino umbro-marchigiano											GdL CSTI, 2005	42,991	12,706
2822	1990	09	12	02	59	43.82	Castel Ritaldi											ISC Bull.	42,797	12,641
2860	1994	06	02	17	38	13.80	MONTI REATINI											GdL CSTI, 2005	42,476	13,226
2904	1997	07	15	08	51		Appennino umbro-marchigiano	Boll. Macro. ING	22	5-6	43,041	12,764	Bx	4-5	4,14	0,39	Bx	Castello et al., 2006	43,035	12,864
2907	1997	09	03	22	07	30.00	Appennino umbro-marchigiano	Guidoboni et al., 2007	171	5-6	43,066	12,967	Bx	5-6	4,70	0,12	Bx	Castello et al., 2006	43,026	12,876
2909	1997	09	07	23	28	06.00	Appennino umbro-marchigiano	Boll. Macro. ING	57	5-6	43,076	12,832	Bx	5-6	4,55	0,21	Bx	Castello et al., 2006	43,035	12,883
2910	1997	09	09	16	54		Appennino umbro-marchigiano	Boll. Macro. ING	39	5-6	43,018	13,044	Bx	5-6	4,43	0,26	Bx	Castello et al., 2006	43,030	12,888
2911	1997	09	10	06	46	51.00	Appennino umbro-marchigiano	Boll. Macro. ING	47	5-6	43,036	13,004	Bx	5	4,33	0,25	Bx	Castello et al., 2006	43,031	12,892
2912	**1997**	**09**	**26**	**00**	**33**	**13.00**	**Appennino umbro-marchigiano**	**Guidoboni et al., 2007**	**760**	**7-8**								**Castello et al.,**	**43,022**	**12,891**

																		2006		
2913	1997	09	26	09	33	49.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,016	12,815
2914	1997	09	26	09	40	27.00	Appennino umbro-marchigiano	Boschi et al., 2000	869	9	43,019	12,879	Bx	8-9	5,87	0,09	Bx	Castello et al., 2006	43,014	12,853
2915	1997	09	26	09	47	38.49	Appennino umbro-marchigiano											ISC Bull.	43,163	12,796
2916	1997	09	26	13	30	52.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,035	12,904
2917	1997	09	26	14	54	27.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,013	12,917
2918	1997	09	27	04	57	15.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,046	12,866
2919	1997	09	27	06	03	03.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,057	12,789
2920	1997	09	27	08	08	08.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,096	12,818
2921	1997	09	27	17	13	03.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,010	12,811
2922	1997	09	27	19	56	43.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,036	12,826
2923	1997	09	28	03	51	33.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,049	12,864
2925	1997	10	02	10	59	56.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,105	12,778
2928	1997	10	03	08	55	22.00	Appennino umbro-marchigiano	Boll. Macro. ING	490	8								Castello et al., 2006	43,042	12,824
2929	1997	10	04	06	04	29.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,929	12,904
2930	1997	10	04	06	49	60.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,925	12,903

2931	1997	10	04	15	07	20.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,916	12,917
2932	1997	10	04	16	13	33.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,916	12,905
2933	1997	10	04	18	47	48.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,923	12,903
2934	1997	10	06	23	24	53.00	Appennino umbro-marchigiano	Boll. Macro. ING	437	7-8								Castello et al., 2006	43,027	12,846
2935	1997	10	07	01	24	34.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,037	12,845
2936	1997	10	07	04	25	55.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,010	12,865
2937	1997	10	07	05	09	57.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,036	12,859
2938	1997	10	07	19	56	07.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,980	12,878
2939	1997	10	11	03	20	57.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,104	12,789
2940	1997	10	12	11	08	37.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,906	12,920
2941	1997	10	12	11	12	30.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,920	12,921
2942	1997	10	13	11	01	46.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,864	12,946
2943	1997	10	13	13	09	21.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,861	12,939
2944	1997	10	14	15	23	11.00	Appennino umbro-marchigiano	Boll. Macro. ING	786	8-9	42,946	12,974	Bx	7-8	5,47	0,09	Bx	Castello et al., 2006	42,898	12,898
2945	1997	10	14	16	24	41.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,922	12,896

2946	1997	10	14	23	23	29.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,956	12,872
2947	1997	10	15	11	51	46.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,932	12,918
2948	1997	10	15	18	49	54.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,014	12,858
2949	1997	10	15	22	53	11.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,924	12,918
2950	1997	10	16	04	52	55.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,939	12,909
2951	1997	10	16	12	00	31.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,043	12,884
2952	1997	10	16	17	31	44.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,870	13,012
2953	1997	10	19	16	00	17.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,971	12,848
2954	1997	10	23	08	58	44.00	Appennino umbro-marchigiano	Boll. Macro. ING	56	5-6								Castello et al., 2006	43,027	12,923
2957	1997	11	06	02	20	27.00	MONTI SABINI	Boll. Macro. ING	91	5-6	42,046	12,868	Bx	5-6	4,47	0,16	Bx	Castello et al., 2006	41,988	12,769
2958	1997	11	08	15	31	53.49	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,863	12,974
2959	1997	11	09	16	34	48.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,872	12,976
2960	1997	11	09	19	07	33.00	Appennino umbro-marchigiano	Boll. Macro. ING	180	5-6	42,946	13,044	Bx	5-6	4,74	0,10	Bx	Castello et al., 2006	42,846	12,988
2961	1997	11	10	22	22	34.00	Valnerina											Castello et al., 2006	42,826	12,964
2965	1997	11	27	07	02	35.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,949	12,908

2966	1997	11	30	11	24	42.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,842	12,990
2967	1997	12	07	06	34	24.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,020	12,904
2970	1997	12	31	16	02	15.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,848	12,998
2971	1998	01	02	07	31	33.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,966	12,811
2975	1998	02	07	00	59	45.00	Appennino umbro-marchigiano	Boll. Macro. ING	62	6	43,043	12,918	Bx	5-6	4,55	0,21	Bx	Castello et al., 2006	43,004	12,822
2977	1998	02	16	13	45	45.00	Appennino umbro-marchigiano	Boll. Macro. ING	33	6	42,960	13,002	Bx	5	4,33	0,37	Bx	Castello et al., 2006	42,845	13,014
2980	1998	03	21	16	45	09.00	Appennino umbro-marchigiano	Boll. Macro. ING	141	6	43,059	13,094	Bx	6	4,81	0,12	Bx	Castello et al., 2006	42,948	12,914
2981	1998	03	21	17	57	52.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,954	12,915
2982	1998	03	22	13	02	24.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	42,957	12,912
2983	1998	03	26	16	26	17.00	Appennino umbro-marchigiano	Boll. Macro. ING	408	6-7	43,252	13,071	Bx	6	5,27	0,11	Bx	Castello et al., 2006	43,145	12,809
2984	1998	04	03	07	26	37.00	Appennino umbro-marchigiano	Boll. Macro. ING	14	6-7	43,134	12,863	Bx	5-6	4,98	0,58	Bx	Castello et al., 2006	43,185	12,756
2985	1998	04	03	07	59	52.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,193	12,755
2986	1998	04	03	08	20	42.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,212	12,760
2987	1998	04	05	15	52	21.00	Appennino umbro-marchigiano	Boll. Macro. ING	395	6-7	43,275	12,855	Bx	6	5,02	0,09	Bx	Castello et al., 2006	43,189	12,767
2994	1998	06	01	13	57	10.00	Appennino umbro-marchigiano	Boll. Macro. ING	23	5-6	43,272	12,812	Bx	5	4,37	0,33	Bx	Castello et al., 2006	43,186	12,779

2995	1998	06	02	23	11	23.00	Appennino umbro-marchigiano	Boll. Macro. ING	83	5-6	43,182	12,897	Bx	5-6	4,62	0,17	Bx	Castello et al., 2006	43,185	12,785
2996	1998	06	05	21	53	12.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,184	12,793
3000	1998	06	25	00	32	53.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,012	12,814
3001	1998	08	11	05	22	59.10	Appennino umbro-marchigiano	Boll. Macro. ING	24	5-6	43,105	12,751	Bx	5-6	4,53	0,41	Bx			
3002	1998	08	15	05	18	09.00	MONTI REATINI	Boll. Macro. ING	233	6	42,346	13,046	Bx	5-6	4,58	0,12	Bx	Castello et al., 2006	42,362	13,056
3041	2000	06	22	12	16	35.06	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,345	12,433
3042	2000	06	22	13	57	52.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,110	12,886
3047	2000	09	02	05	17	02.00	Appennino umbro-marchigiano											Castello et al., 2006	43,174	12,922
3053	**2000**	**12**	**16**	**07**	**31**	**08.00**	**Ternano**	**Boll. Macro. ING**	**128**	**5-6**	**42,452**	**12,608**	**Bx**	**5-6**	**4,52**	**0,14**	**Bx**	**Castello et al., 2006**	**42,516**	**12,586**

COMMENTO ALLA RICERCA STORICA

Come è possibile notare dal database ISIDE, la ricerca dei terremoti registrati strumentalmente con epicentri intorno alla città di Terni nel raggio di 30 Km, il numero dei records è di 24; la ricerca è limitata ad un arco temporale relativamente ristretto – 8 anni, e per fortuna con assenza di sismi rilevanti, tutti inferiori a 4.02. Dalla mappa di ubicazione degli epicentri - su base aerea *Google* – si nota come siano ricompresi anche sismi generati dalle aree di Norcia, Leonessa e Antrodoco, quindi con eventi di magnitudo locale Ml > di 4.0 (4.02 del 15/12/2005 - Spoleto). Nell'arco temporale estraibile da ISIDE si nota un'elevata concentrazione di epicentri nella zona tra Cesi e Sangemini, relativa ad una piccola sequenza sismica nel 2006, ma anche nell'area della città di Spoleto ed altri sull'asse della Catena Sabina in vicinanza di Stroncone.

Gli eventi sismici del 2006 tra Cesi e S.Gemini sono ascrivibili all'attività della Faglia bordiera Martana, a carattere distensivo o trastensivo, mentre i terremoti di Spoleto si ricollegano all'attività della "faglia di Spoleto", sistema tettonico ubicato al bordo meridionale della Valle Umbra. Gli epicentri sono allineati secondo un asse SSW-NNE coerentemente alla direzione delle zone sismo genetiche 919, 920 e 923. Un altro interessante dato emerge osservando l'allineamento (circa NS) tra i terremoti dei m.ti Sabini a sud e quelli della Valserra poco a nord di Terni. Si determina così un lineamento di circa 20-30 Km di lunghezza corrispondente all'asse della faglia Sabina, nota in letteratura geologica come faglia ad attività recente (intervallo Pleistocene medio 450 Ka – Attuale) con cinematismo trastensivo e distensivo, di importanza regionale.

7 - MICROZONAZIONE SISMICA DI I LIVELLO

L'area oggetto della presente Variante è descrivibile dalle cartografie geotematiche del PRG, consultabili in coda al testo. La zona è ubicata in un'area prossima al centro della città, appena a nord della Stazione FFSS. La zona, dal punto di vista delle MOPS (microzone omogenee in prospettiva sismica) e relative disposizioni del Dipartimento di Protezione Civile Nazionale, è definibile come "zona stabile suscettibile di amplificazione sismica per effetto litostratigrafico".

La geologia e l'assetto stratigrafico, infatti, vede - come già detto nella parte descrittiva iniziale – una successione di sedimenti alluvionali recenti fino a circa -15 m dal p.c., a cui seguono depositi plio-pleistocenici afferenti al ciclo de posizionale del B. Tiberino. A circa -15 m, sulla scorta dei sondaggi eseguiti proprio per il parcheggio di attestazione di via Proietti Divi e relativa passarella pedonale del PIT, si è riscontrato il passaggio ai depositi pliocenici e basso pleistocenici afferenti al ciclo del B. Tiberino, costituiti da una successione di argille e limi argillosi sovraconsolidati con alternanze ripetute di potenti corpi ghiaiosi in matrice sabbiosa, i quali, a loro volta, che poggiano a -135 m su bed-rock roccioso della successione Umbro Marchigiana (vedi sondaggio UPIM di Corso Tacito dove sono stati intercettati calcari marnosi ascrivibili alla Scaglia Rossa).

Gli altri aspetti geologici, sia di natura idrogeologica, sia geomorfologica, vedono l'assenza di ulteriori condizioni negative. La falda idrica è poco estesa in ques'area, ed è posta a circa -12 m dal pc,, con il corpo ghiaioso superiore come acquifero di riferimento per questa falda idrica freatica.

Per le altre cartografie geotematiche riferibili al I livello si rimanda in coda al testo.

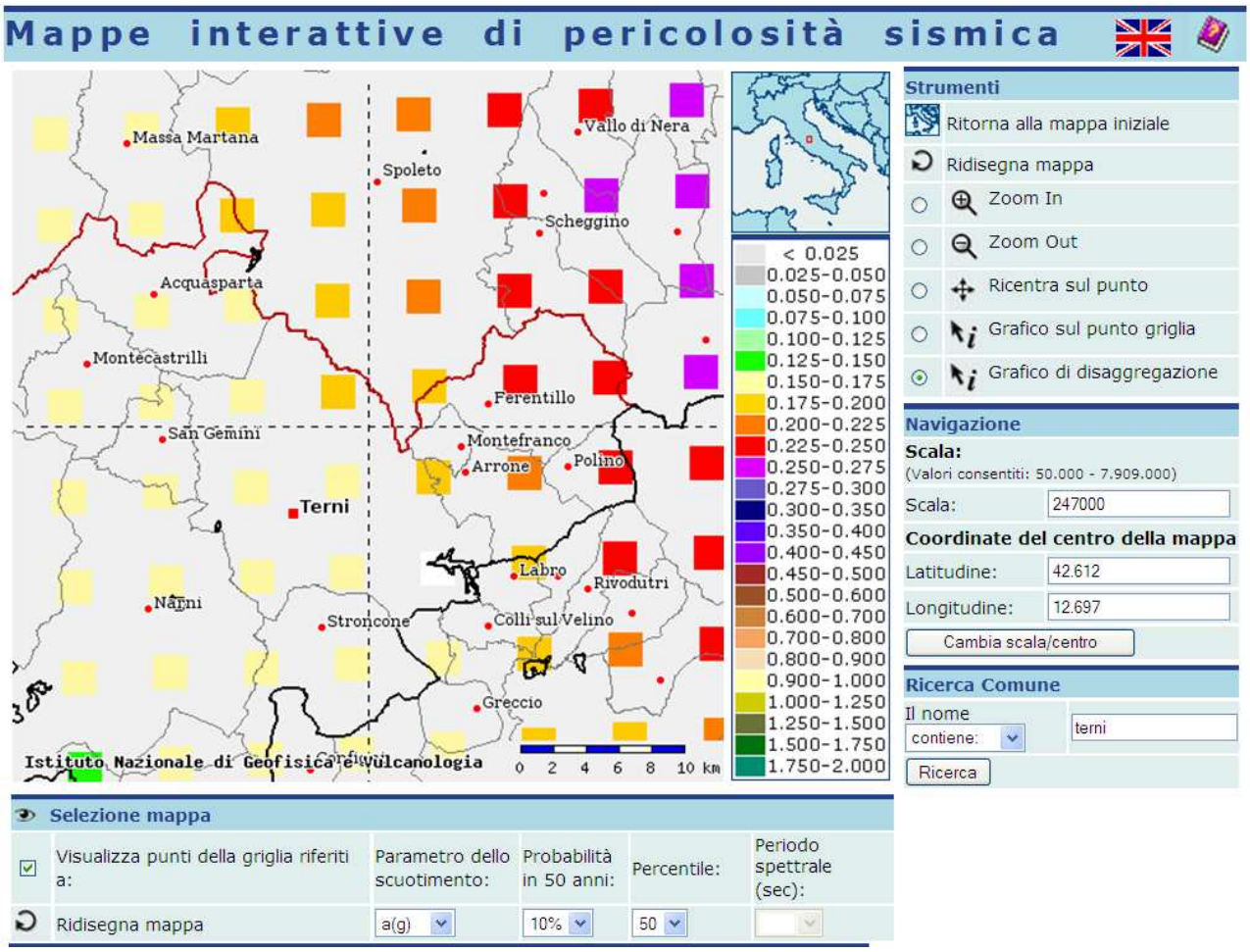
8 - MICROZONAZIONE SISMICA DI II LIVELLO

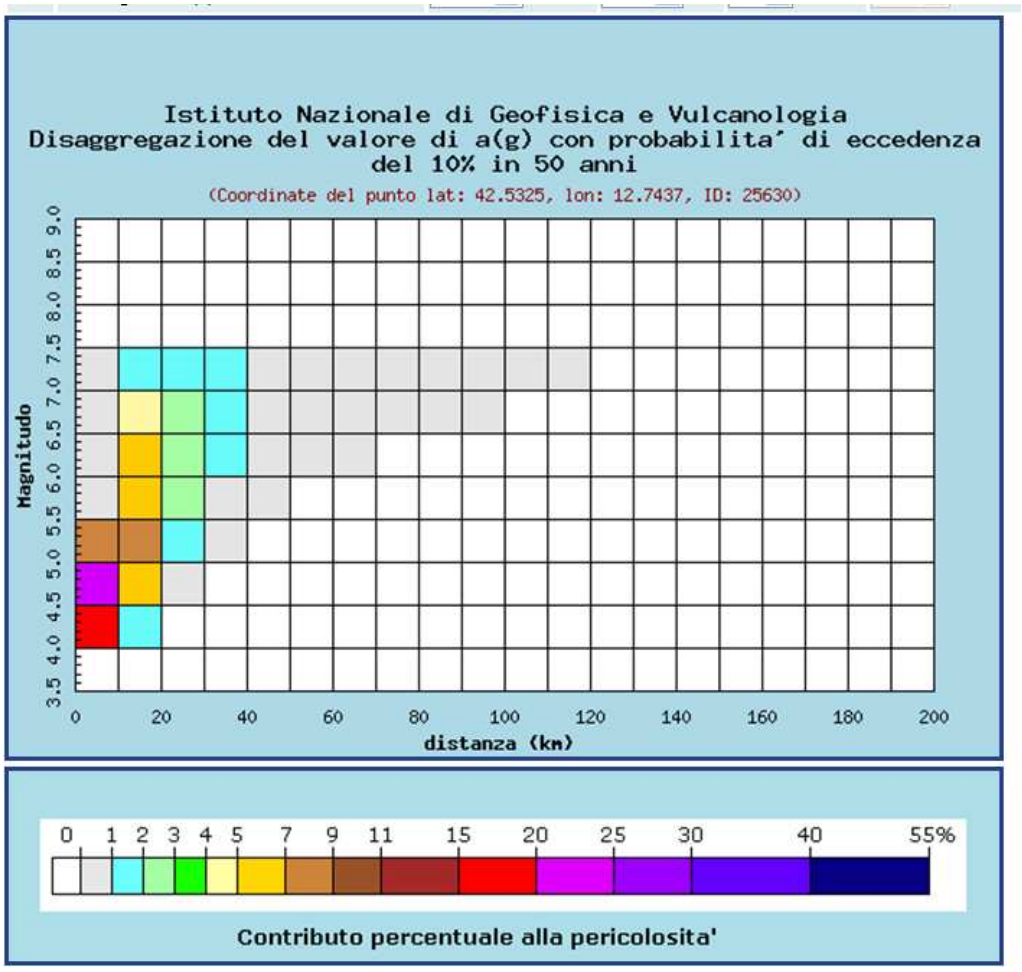
DISAGGREGAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA

La disaggregazione della pericolosità sismica è un'operazione che consente di valutare il contributo di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito.

La disaggregazione in termini di Magnitudo - R (distanza), fornisce quindi il sisma che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) e tale terremoto è quello inteso come evento

di magnitudo M e a distanza R che più contribuisce alla pericolosità sismica del sito in questione.





Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 42.5325, lon: 12.7437, ID: 25630)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	16.600	23.500	8.840	0.396	0.287	0.172	0.068	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.620	5.890	7.130	5.990	5.580	4.150	1.980	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.103	1.120	2.150	2.910	2.740	1.680	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.023	0.485	1.160	1.410	1.070	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.035	0.403	0.703	0.640	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.088	0.341	0.379	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.091	0.134	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.022	0.056	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.026	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

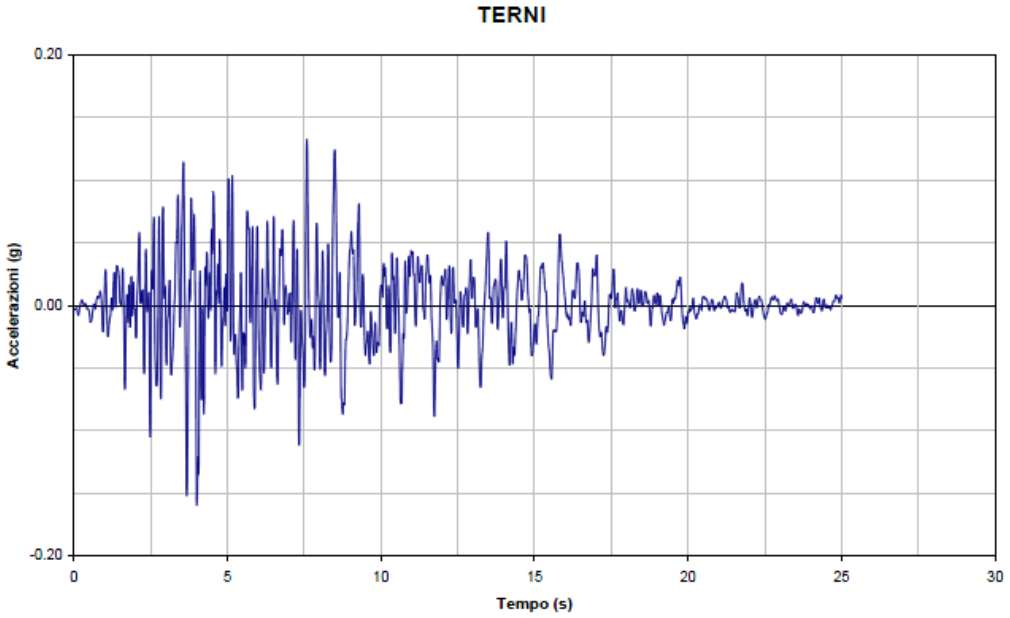
Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.350	12.500	1.220

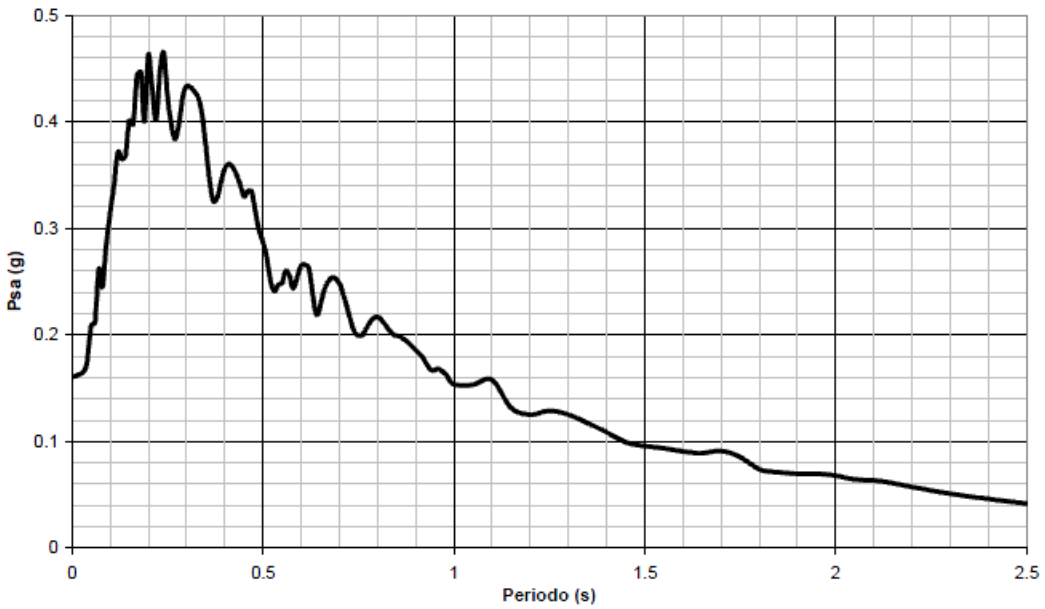
Il procedimento della disaggregazione sismica eseguito per la località Terni ha fornito i seguenti valori di Magnitudo attesa: M = 5.35, e distanza R = 12.5 Km, quindi la massima pericolosità è determinata da un potenziale terremoto con tempo di ritorno 50 Anni, con magnitudo **M = 5.35 e da una sorgente sismica a distanza R = 12.5 Km.**

MOTO DI INPUT

Dall'analisi della pericolosità sismica eseguita per la città di Terni con il metodo della *disaggregazione sismica* (vedi paragrafo precedente), è possibile determinare il moto di imput sismico di riferimento per il sito del Piano Attuativo in oggetto. Dal procedimento prima descritto s**i è ottenuto una Magnitudo di riferimento 5.35 e con sorgente sismica a 12.5 Km di distanza.** Ora considerando che l'area del PA è ubicata nella zona NE del comune, quindi più vicino alle sorgenti appenniniche più pericolose dell'area, si ritiene ancora utile e cautelativo indicare come accelerogramma di riferimento quello utilizzato dal Dipartimento di Ingegneria Strutturale di Milano in occasione degli studi di MSS dell'area Terni-Narni-Stroncone e anche per il completamento della MSS di Terni. Questo accelerogramma è infatti determinato da un sisma di Magnitudo di 5.5 ed una distanza epicentrale più vicina ancora, pari a 7 Km, sebbene ottenuto da un catalogo parametrico dei terremori italiani aggiornato al 1999 (CPTI 1999- vedi sotto), mentre la ricerca storica sopra commentata è aggiornata al 2011 (CPTI 2011). Comunque la procedura di individuazione dell'accelerogramma eseguita è ancora valida; si sono infatti definiti i parametri di scuotimento del terreno attesi, su sito rigido, aventi probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (periodo di ritorno equivalente = 475 anni), così come raccomandato dalla DGR 377/2010 e anche dalle NTC08 - D.M. 14.01.2008 edal le linee guida del DPC-sett. 2008 (punto 1.6.3.3 "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica"). Quindi il periodo di ritorno utilizzato rappresenta un valore convenzionale

adottato in molte normative internazionali (tra cui anche l'Eurocodice 8, ENV 1998-1-1, 1994), a fini di classificazione sismica. I risultati di dette analisi consistono in spettri a pericolosità uniforme in pseudoaccelerazione con il 5% dello smorzamento critico. La scelta degli spettri a pericolosità uniforme anziché di quello deterministico con pari periodo di ritorno, è stata dettata dalla impossibilità di separare all'interno della zona sismogenetica il contributo di ciascuna singola struttura, e pertanto si è ritenuto più corretto utilizzare il contributo cumulato, su base probabilistica, della scuotibilità derivante da tutte le potenziali sorgenti esistenti nell'area. In particolare utilizzando il catalogo dei terremoti (Gruppo di Lavoro CPTI, 1999), le zone sismogenetiche (Scandone, 1999) e leggi di attenuazione (Sabetta e Pugliese, 1996), si sono ottenuti per il centro oggetto di indagine i valori attesi di picco di accelerazione (Pga), picco di velocità (Pgv), Arias Intensity (Ai), durata dell'evento (d), ordinate spettrali per i vari periodi, in termini di pseudovelocità (Psv) al 5% dello smorzamento critico (da relazione del politecnico di milano per il completamento degli studi di MS per la città di Teni). A partire dagli spettri ottenuti sono stati generati accelerogrammi sintetici (Sabetta e Pugliese, 1996), fissata la magnitudo e distanza compatibile con la Pga ottenuta dall'analisi precedente.
In particolare si è ottenuto uno spettro in pseudoaccelerazione e un relativo accelerogramma per il sito, considerando un evento con magnitudo 5.5 e distanza epicentrale 7.0 km.



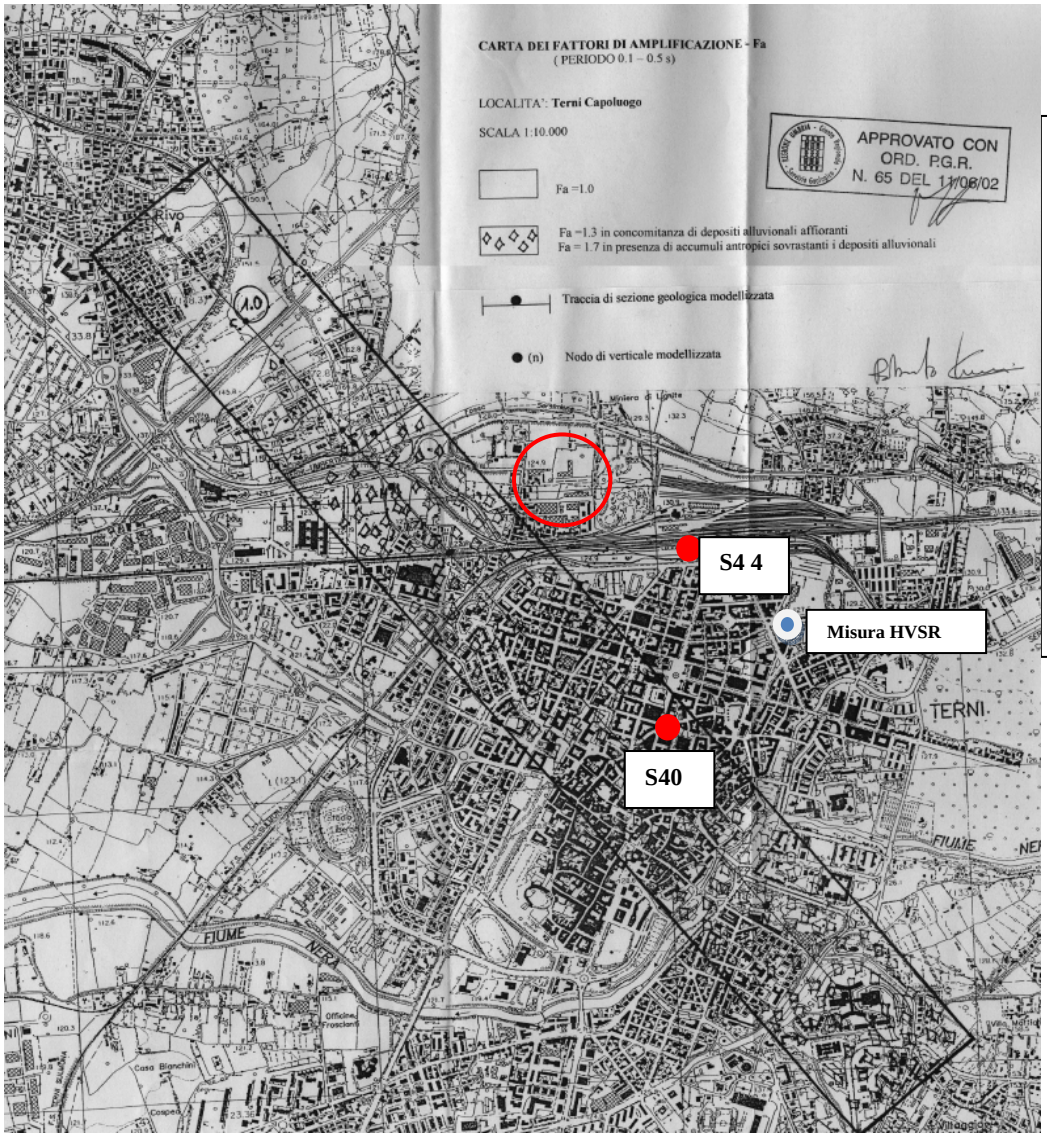


Spettro utilizzato per il sito di Terni dal Politecnico di Milano in occasione degli studi di MSS del post-sisma di Narni (16.12.2000 e per il completamento degli studi di microzonazione sismica del PRG di Terni (2002-2004).

I risultati delle analisi sono stati riassunti in una serie di spettri elastici in pseudo accelerazione calcolati per ciascuna stratigrafia tipo (stratigrafie individuate per le varie zone della città). Per ogni

$$SI\ (PSV) = \int_{0.1}^{0.5} PSV(T, \xi)\,dT$$

spettro elastico è stata calcolata l'intensità spettrale (SI) nell'intervallo 0.1-0.5 s, assunto come rappresentativo del periodo proprio delle tipologie di edifici presenti nell'area e nell'intervallo 0.1-2.5 s come definito da Housner (1952). L'intensità spettrale è stata calcolata sugli spettri in pseudovelocità (PSV) al 5% dello smorzamento critico ξ. Sono stati quindi calcolati i rapporti tra l'intensità spettrale calcolata per ciascuna colonna stratigrafica analizzata e l'intensità spettrale dello spettro di input. Questo rapporto (*Fa*) definisce il fattore di amplificazione legato agli effetti di sito, da valutare comunque caso per caso per ogni intervento edilizio, considerato anche il fattore topografico oltre a quello stratigrafico, qui in ogni caso prevalente. I valori del Fa per gli intervalli di periodo compresi tra 0.1-0.5 s e 0.1-2.5 s sono stati ripresi dallo studio del Politecnico di Milano nell'ambito della Convenzione tra Regione dell'Umbria e Dipartimento di Ingegneria Strutturale. L'area oggetto di studio della Variante al P.A. è distante circa 800 m in linea d'aria dalla sezione micro zonata dal Politecnico. Anche se non proprio vicina, tuttavia, la sismostratigrafia è confrontabile, sia per profondità del bedrock sia per spessore e velocità dei vari sismostrati (vedi a seguire).

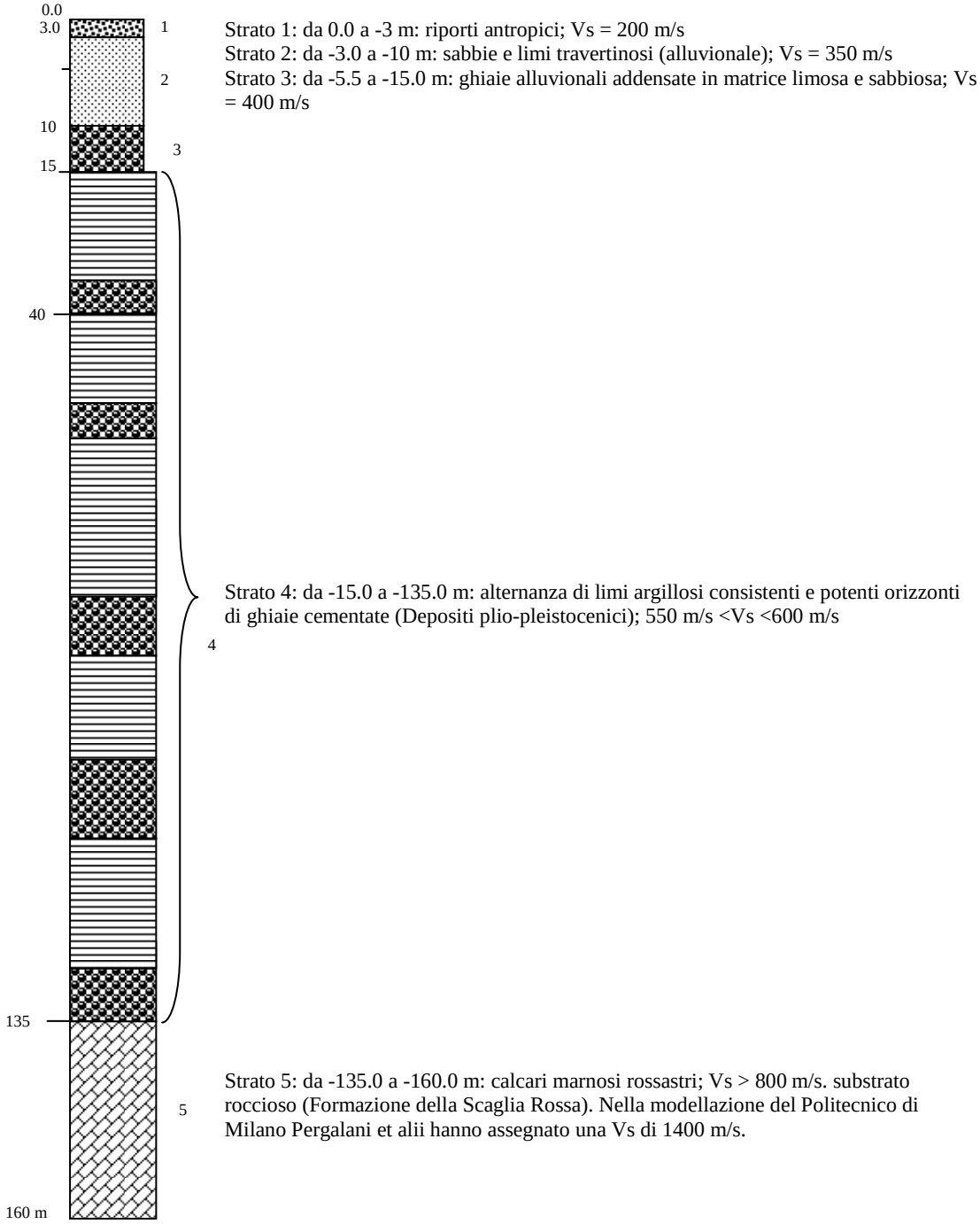


S40: sondaggio Upim con substrato roccioso a -135 m dal pc, litotipo intercettato Scaglia Rossa. S4 sondaggio a -39 m attrezzato con prova down-hole per il progetto integrato territoriale PIT

Ubicazione area attuale Variante

Il punto di ubicazione del carotaggio S40 corrisponde al punto “M” della sezione che il Politecnico ha modellato, con i relativi fattori di amplificazione, consultabili negli estratti della Relazione di MSS del 2002 riprodotti alle pagine seguenti.

Simostratigrafia S40, Variante al PRG zona Stazione



Segue il risultato di una misura di rumore sismico con tecnica HVSR eseguito per la Variante al PA di Villa Bosco, prova che si ubica tra il sondaggio S40 di Corso Tacito e la Stazione Ferroviaria, quindi utile come dato intermedio, che conferma in definitiva la situazione sismostratigrafica sopra descritta.

PROVA HVSR ESEGUITA PRESSO Villa Bosco, V.le curio Dentato per la Variante al PA 2013

Cenni sulla teoria della tecnica HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vs30 attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuate, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vs30.

Dati generali

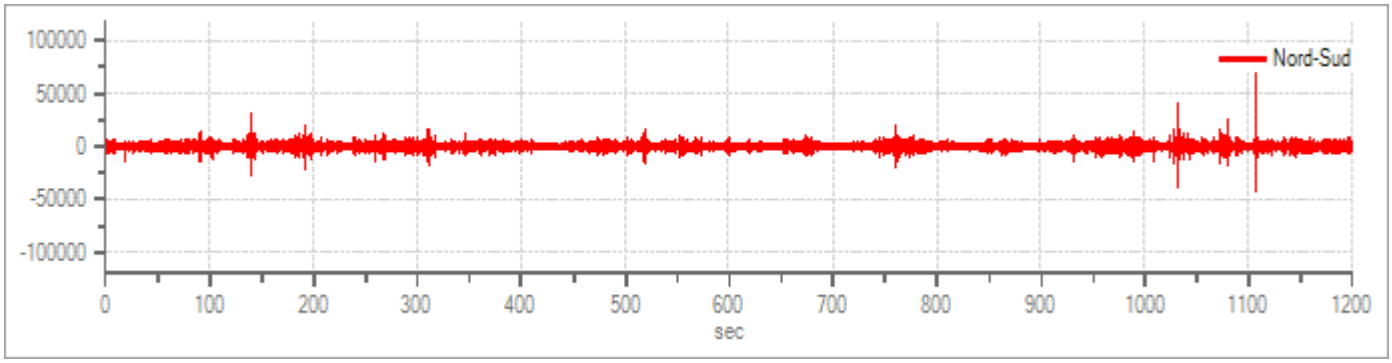
Nome progetto:	Piano Attuativo Villa Bosco
Committente:	
Cantiere:	
Località:	terni, Via C. Dentato
Operatore:	
Responsabile:	
Data:	28/5/2013 00:00:00
Zona:	terni, Via C. Dentato
Latitudine:	42.567796
Longitudine:	12.653256

Tracce in input

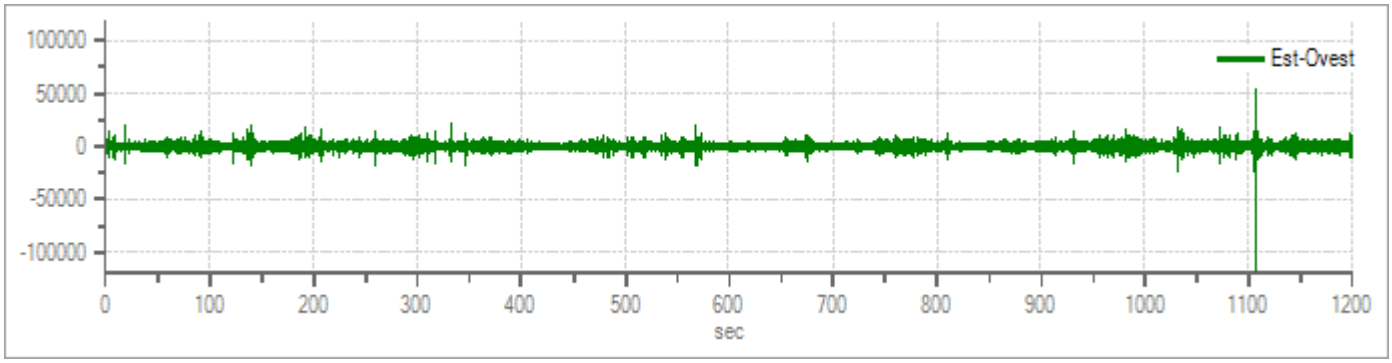
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3	
Durata registrazione:	1200	s
Frequenza di campionamento:	300,00	Hz
Numero campioni:	360000	
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.	

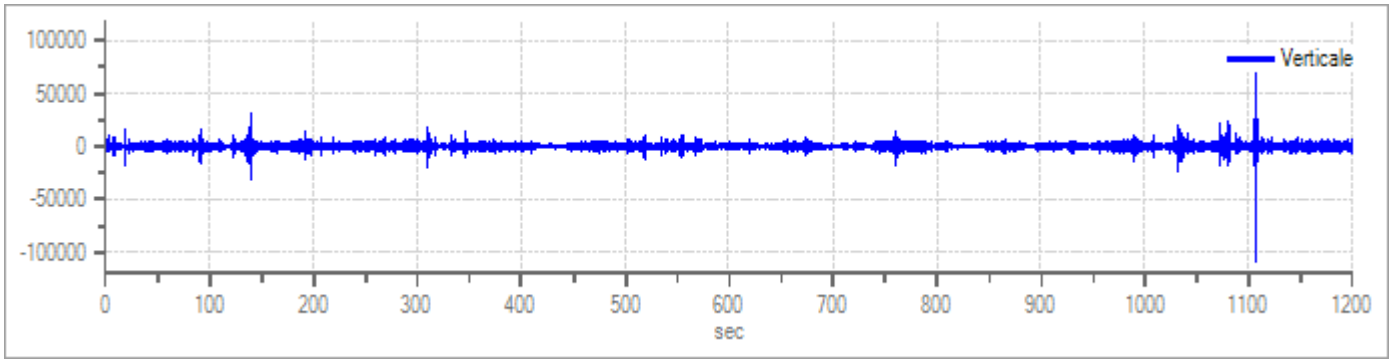
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

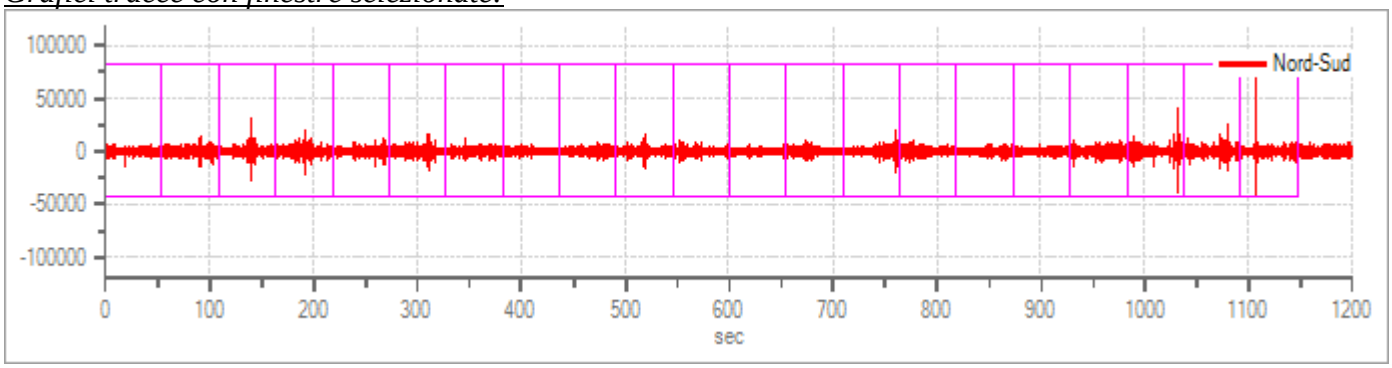
Finestre selezionate

Dati riepilogativi:
Numero totale finestre selezionate: 21
Numero finestre incluse nel calcolo: 21
Dimensione temporale finestre: 54,613 s
Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento: 10,00 %
Coefficiente di banda: 40,00

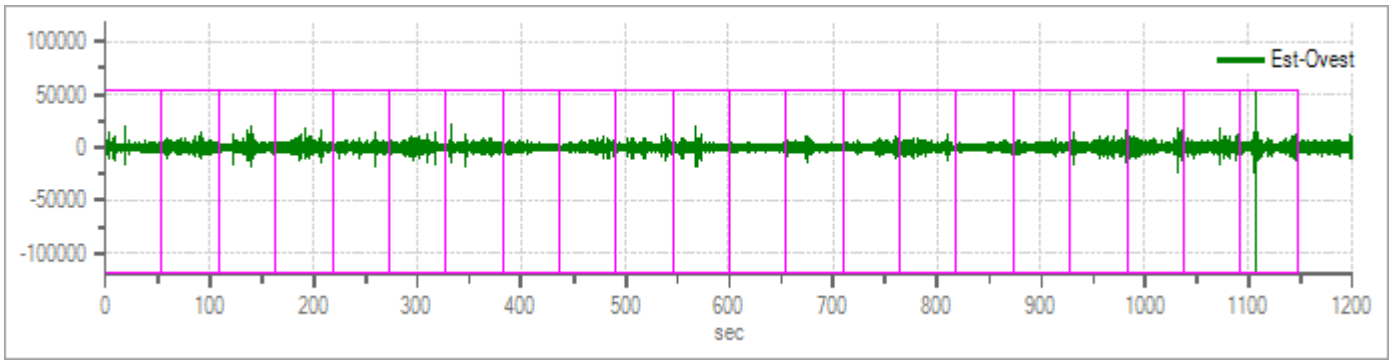
Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	54,613	Inclusa
2	54,613	109,227	Inclusa
3	109,227	163,84	Inclusa
4	163,84	218,453	Inclusa
5	218,453	273,067	Inclusa
6	273,067	327,68	Inclusa
7	327,68	382,293	Inclusa
8	382,293	436,907	Inclusa
9	436,907	491,52	Inclusa
10	491,52	546,133	Inclusa
11	546,133	600,747	Inclusa
12	600,747	655,36	Inclusa
13	655,36	709,973	Inclusa
14	709,973	764,587	Inclusa
15	764,587	819,2	Inclusa
16	819,2	873,813	Inclusa
17	873,813	928,427	Inclusa
18	928,427	983,04	Inclusa
19	983,04	1037,653	Inclusa
20	1037,653	1092,267	Inclusa
21	1092,267	1146,88	Inclusa

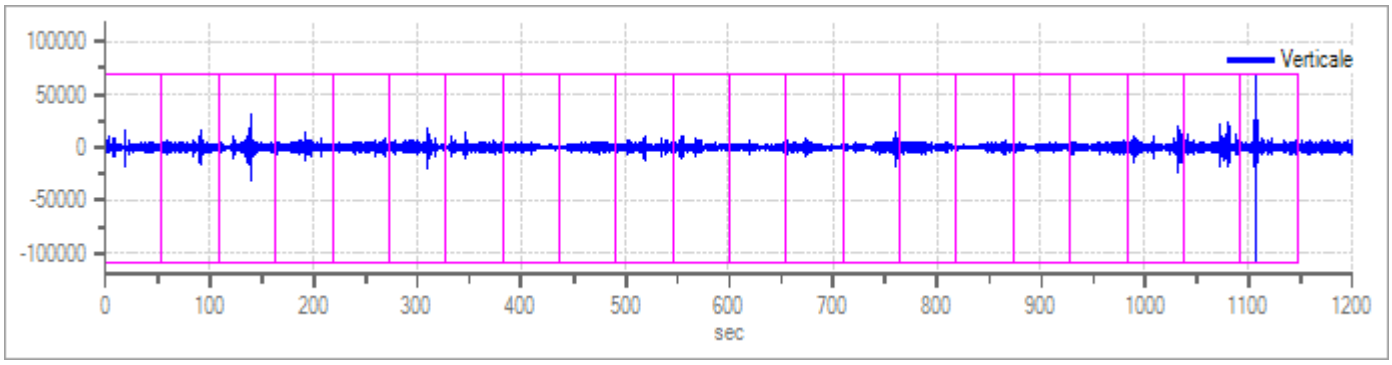
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

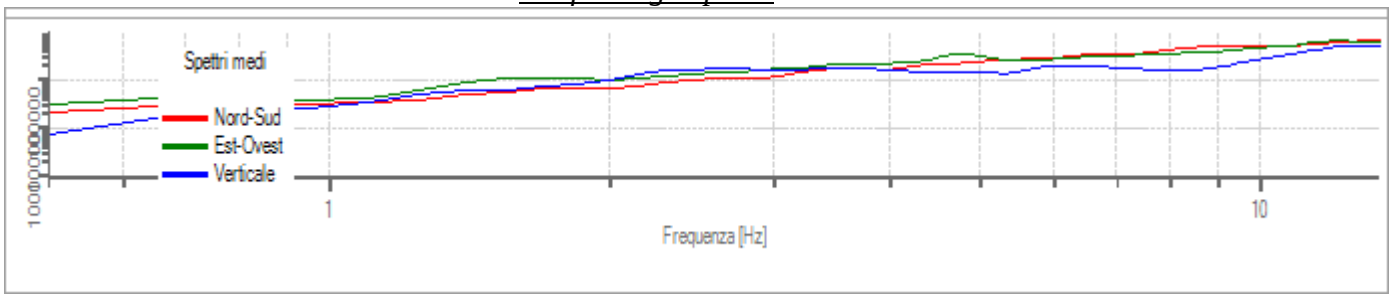


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

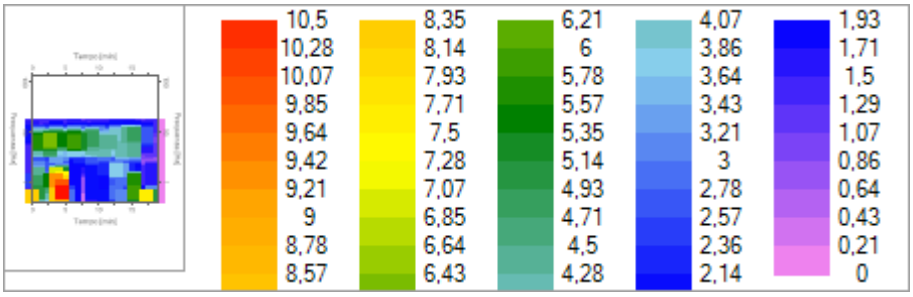


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

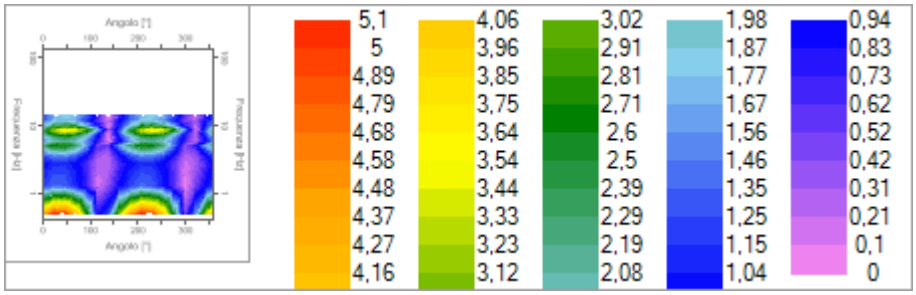
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

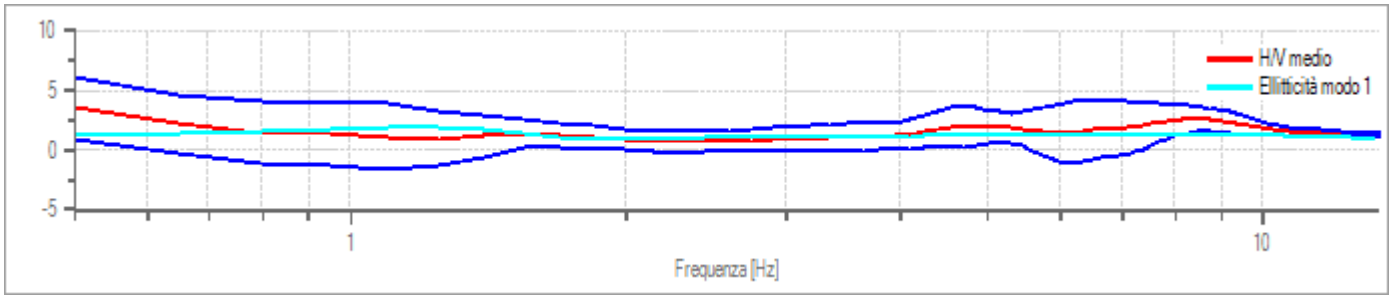
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	13,40 Hz
Frequenza minima:	0,50 Hz
Passo frequenze:	0,15 Hz
Tipo lisciamento::	Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento:	10,00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 0,50 Hz ±0,73 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intevallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 > 0.5H$ $\sigma_A(f) < 3 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 < 0.5H$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

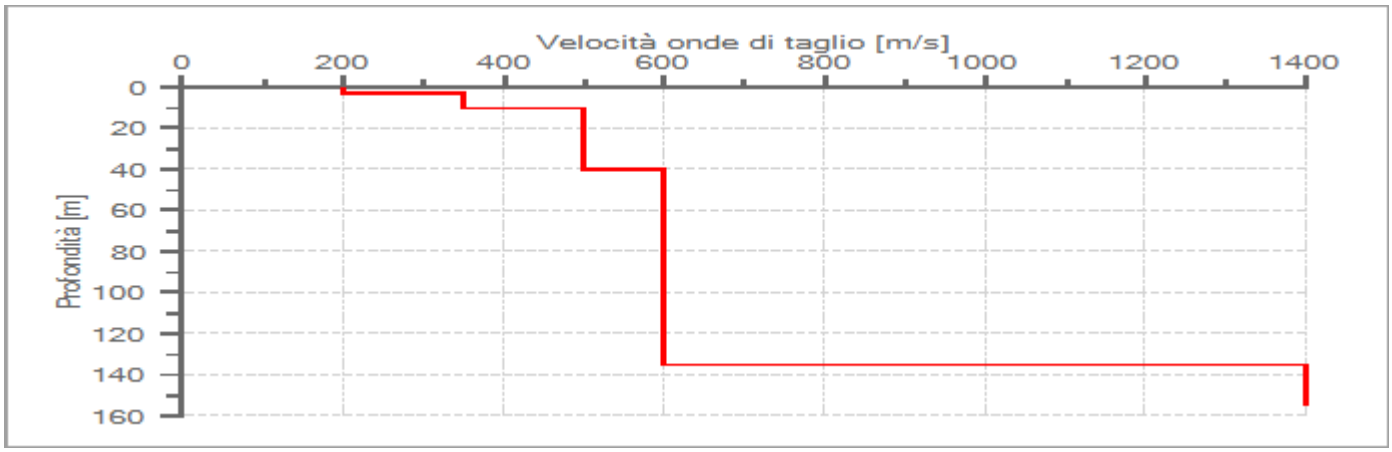
Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati: 5
Frequenza del picco dell'ellitticità: 1,10 Hz
Valore di disadattamento: -1,00
Valore Vs30: 400,00 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m^3]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	3	17	0,4	200
2	3	7	16	0,35	350
3	10	30	19	0,25	500
4	40	95	19	0,25	600
5	135	20	23	0,2	1400



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

9 - MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO III, FATTORI DI AMPLIFICAZIONE

Il politecnico di Milano ha elaborato 2 diversi modelli per l'area centrale della conca ternana, a seconda della profondità del contatto tra l'unità dei "limi e limi argillosi fluvio-lacustri superficiali", stante una mancanza di dati certi sulla loro posizione. Tuttavia l'elemento che più modifica il fattore di amplificazione, in termini di risultato finale, è soprattutto lo spessore dei terreni più superficiali, in particolare i riporti antropici.

Comunque rispetto al moto di imput (in nero nei grafici alla pag. seguente) gli accelerogrammi della colonna M1 o M2 mostrano dei picchi più elevati del moto di imput; inoltre a favore di cautela nella elaborazione era stata considerata una potenza dei riporti di 7 m, a favore di cautela.

In questo caso infatti gli Fa sono elevati e variano tra 1.62 (periodo 0.1-0.5 s) e 1.81 (periodo 0.1-2.5 s). Come visibile nella tabella di pag. 34, al variare dello spessore del riporto gli Fa variano sensibilmente. Nel caso di riporti di 3 m, ad esempio, diminuiscono tra 1.2 (periodo 0.1-0.5 s) e 1.7 (periodo 0.1-2.5 s).

Va detto che l'incertezza del modello del Politecnico di Milano circa l'esatta posizione del bedrock è stata in parte superata dalle indagini eseguite recentemente; la misura H/V eseguita per la Variante al PA di villa Bosco ha confermato la presenza di un bedrock a oltre 120 m di profondità.

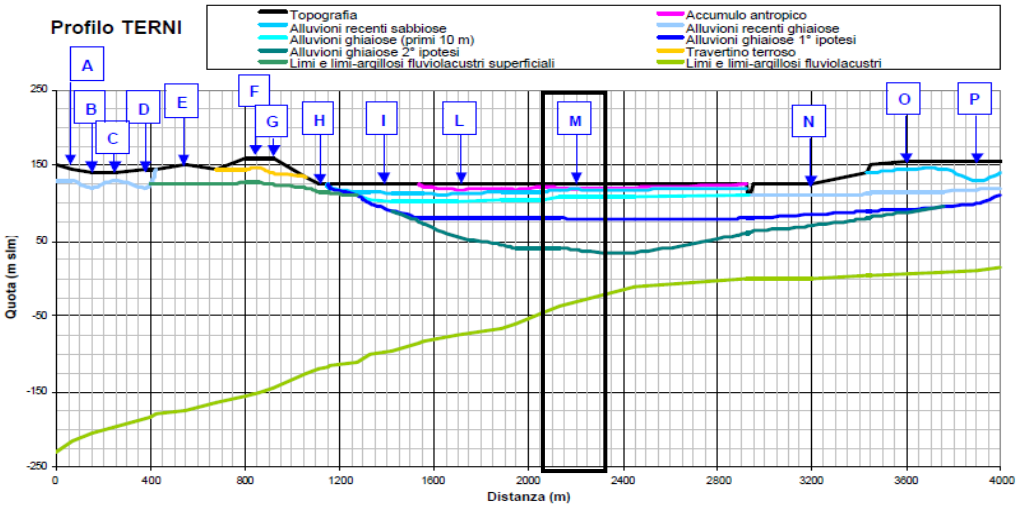


Figura 5 – Rappresentazione schematica della sezione analizzata.

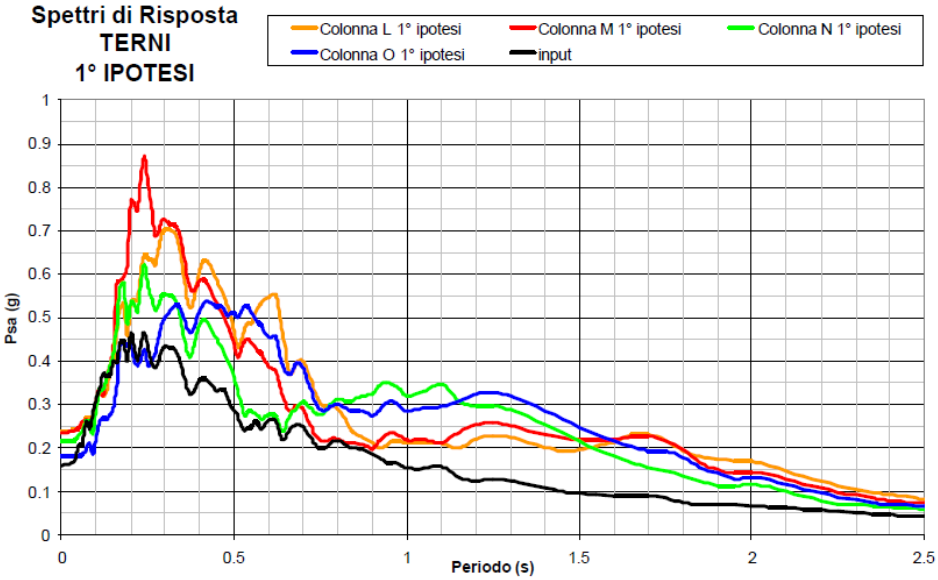


Figura 8 – Spettri di risposta in pseudoaccelerazione ottenute effettuando l'analisi per le verticali L, M, N ed O con la 1° ipotesi di profondità del contatto depositi alluvionali - limi argillosi (ipotesi più superficiale).

Qui sopra è riportato lo spettro di risposta per l'ipotesi più superficiale del bedrock (a -125 m ovvero a circa -5 m slm) che corrisponde alla situazione sismostratigrafica ricostruita per l'area in Variante.

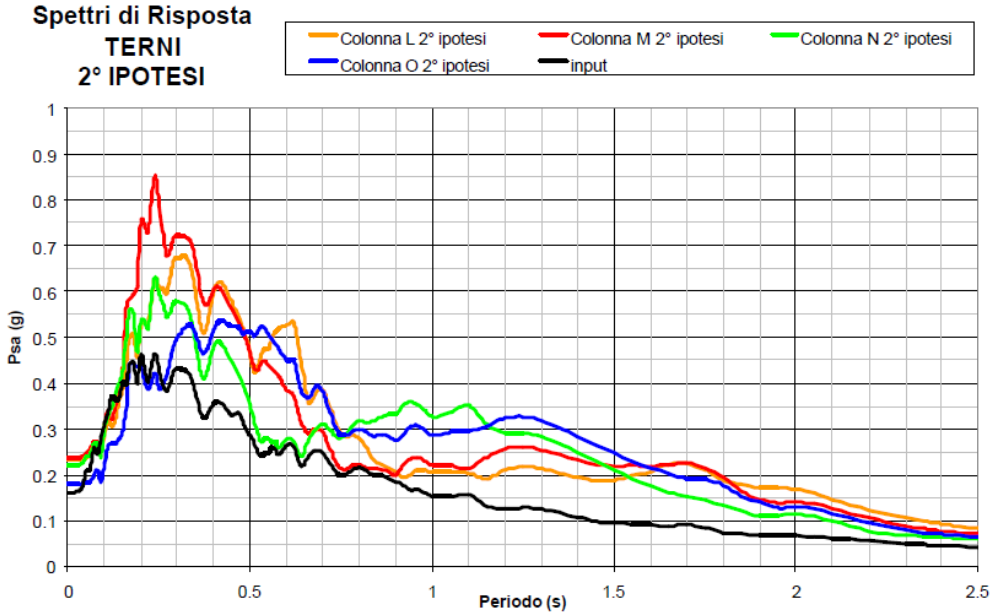


Figura 9 – Spettri di risposta in pseudoaccelerazione ottenute effettuando l'analisi per le verticali L, M, N ed O con la 2° ipotesi di profondità del contatto depositi alluvionali - limi argillosi (ipotesi più profonda).

Qui sopra invece è riportato lo spettro di risposta per l'ipotesi più profonda del bedrock (ovvero a circa -230 m slm) che corrisponderebbe ad una situazione sismostratigrafica valida per l'area occidentale della pianura ternana e narnese.

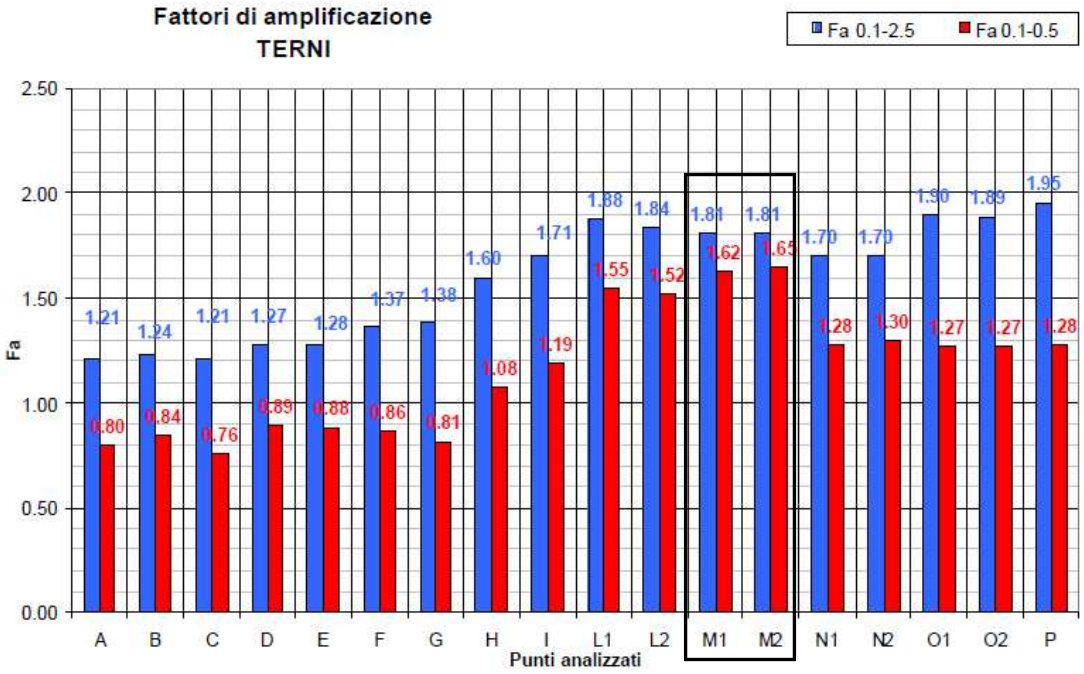


Figura 10 – Valori del coefficiente di amplificazione (Fa) calcolato considerando l'intervallo 0.1-2.5 s e l'intervallo 0.1-0.5 s (i numeri 1 e 2 posti di seguito alla lettera della verticale di analisi indicano il tipo di ipotesi adottata).

Valori di Fa (settore centrale – verticale M) 1° ipotesi				
Periodo	*Spessore in m degli accumuli antropici*			
	0	*3*	*5*	*7*
0.1-0.5 s	**1.10**	**1.20**	**1.33**	**1.62**
0.1-2.5 s	**1.67**	**1.69**	**1.73**	**1.81**

Tabella 10 – Tabella riassuntiva dei dati ottenuti facendo variare lo spessore dei materiali antropici lungo la verticale M (1° ipotesi) del settore centrale dell'area investigata.

Valori di Fa (settore centrale – verticale M) 2° ipotesi				
Periodo	*Spessore in m degli accumuli antropici*			
	0	*3*	*5*	*7*
0.1-0.5 s	**1.18**	**1.26**	**1.40**	**1.65**
0.1-2.5 s	**1.67**	**1.70**	**1.74**	**1.81**

Tabella 11 – Tabella riassuntiva dei dati ottenuti facendo variare lo spessore dei materiali antropici lungo la verticale M (2° ipotesi) del settore centrale dell'area investigata.

Come è possibile osservare qui sopra gli Fa sia nel caso di ipotesi del bedrock superficiale sia nel caso di bedrock profondo non variano molto a parità di spessore di accumulo antropico. Nel caso in esame gli spessori di quest'ultimi sono assai variabili, ma possono essere cautelativamente considerati pari a 7 m, specialmente per le aree corrispondenti agli accumuli storici di scorie di altoforno denominate Fiori 1 e Fiori 2, **pertanto gli Fa di riferimento sono 1,62** (periodo 0.1-0.5 s) **e 1,81** (periodo 0.1-2.5 s). per completezza si riportano anche i parametri geotecnici utilizzati dal Politecnico nelle elaborazione con il programma Shake91.

Per quanto riguarda i parametri geotecnici dei materiali presenti nell'area si sono consultate sia le indagini effettuate, sia le banche dati formulate in occasione di precedenti ed analoghi studi nell'area dell'Alta Valle Tiberina, con cui si sono riscontrate alcune analogie geologiche e litologiche.

I valori dei parametri geotecnici reperiti ed utilizzati nell'analisi sono riportati in Tabella 2, dove sono forniti i valori del peso di volume (γ), della velocità delle onde S (Vs), del modulo di taglio (G), del coefficiente di smorzamento interno (ξ) e del coefficiente di Poisson (ν) per i materiali considerati nell'analisi.

Litotipo	**γ (kN/m^3)**	**Vs (m/s)**	**G (MPa)**	**ξ**	**ν**
Accumulo antropico	19.0	200	77	0.028	0.40
Alluvioni recenti sabbiose	19.5	350	243	0.026	0.42
Alluvioni recenti ghiaiose	19.0	400	310	0.010	0.38
Alluvioni terrazzate ghiaiose superficiali	20.0	400	326	0.010	0.39
Alluvioni terrazzate ghiaiose	20.0	600	734	0.010	0.46
Travertino terroso	19.0	400	310	0.020	0.40
FVL limo-argilloso superficiale	19.5	400	318	0.026	0.40
FVL limo-argilloso	20.5	550	632	0.019	0.46

Tabella 2 – Tabella dei parametri geotecnici per i depositi.

Il substrato roccioso su cui poggiano i depositi sopra citati si colloca a profondità variabile tra i 15 m s.l.m. (nel settore sud orientale) fino a –230 m s.l.m. (nel settore nord occidentale).

I dati di profondità sono stati ottenuti direttamente solo dal sondaggio S40 (situato in Corso Cornelio in destra orografica del Fiume Nera) che ha intercettato il substrato roccioso a 135 m di profondità (circa – 5 m s.l.m.) e dal sondaggio S50 (situato in sinistra orografica del Fiume Nera) che ha raggiunto la roccia a circa 120 m di profondità (a 10 m s.l.m.).

L'andamento del substrato roccioso è stato ricostruito mediante estrapolazione dei dati derivanti dalla campagna geoelettrica condotta dall'Idrotecno nel 1974, utilizzando il sondaggio S40 come taratura del dato di resistività.

Il substrato roccioso è rappresentato dai calcari marnosi della Formazione della Scaglia Rossa a cui, da dati di bibliografia, sono stati attribuiti i parametri riportati in Tabella 3:

Litotipo	**γ (kN/m^3)**	**Vs (m/s)**	**Vp (m/s)**	**ξ**
Scaglia Rossa	23.5	1400	3000	0.005

Tabella 3 – Tabella dei parametri per il substrato roccioso

In Tabella 4 e nelle Figure 3 e 4 sono riportati, sempre per ogni litotipo, gli andamenti dei valori di rigidezza (G normalizzato al modulo di taglio iniziale G0) e dei coefficienti di smorzamento interno (ξ) in relazione alla deformazione tangenziale (γ).

LITOTIPO	*PARAMETRO*	*PUNTI DELLE CURVE*				
Accumuli antropici	*γ (%)*	*0.0001*	*0.0011*	*0.0125*	*0.0961*	*1.32*
	G/G0	**0.999**	**0.990**	**0.809**	**0.314**	**0.060**
	ξ (%)	**2.792**	**2.806**	**4.213**	**12.247**	**21.199**
Alluvioni recenti e terrazzate ghiaiose	*γ (%)*	*0.0001*	*0.001*	*0.01*	*0.1*	*1.0*
	G/G0	**0.996**	**0.962**	**0.754**	**0.331**	**0.048**
	ξ (%)	**0.949**	**1.498**	**3.894**	**10.793**	**17.001**
Alluvioni recenti sabbiose e FVL limo-argilloso superficiale	*γ (%)*	*0.0001*	*0.001*	*0.01*	*0.1*	*1.0*
	G/G0	**1.000**	**0.970**	**0.750**	**0.170**	**0.015**
	ξ (%)	**2.600**	**2.700**	**4.500**	**16.000**	**22.000**
Travertino terroso	*γ (%)*	*0.0001*	*0.001*	*0.01*	*0.1*	*1.0*
	G/G0	**1.000**	**0.980**	**0.900**	**0.550**	**0.200**
	ξ (%)	**2.000**	**2.000**	**3.000**	**12.500**	**22.500**
FVL limo-argilloso	*γ (%)*	*0.0001*	*0.0012*	*0.0137*	*0.0992*	*1.14*
	G/G0	**0.999**	**0.990**	**0.809**	**0.365**	**0.090**
	ξ (%)	**1.856**	**1.883**	**3.045**	**9.643**	**19.69**

Tabella 4 – Tabella dei valori di rigidezza (G normalizzato al modulo di taglio iniziale G0) e dei coefficienti di smorzamento interno (ξ %) in relazione alla deformazione tangenziale (γ %).

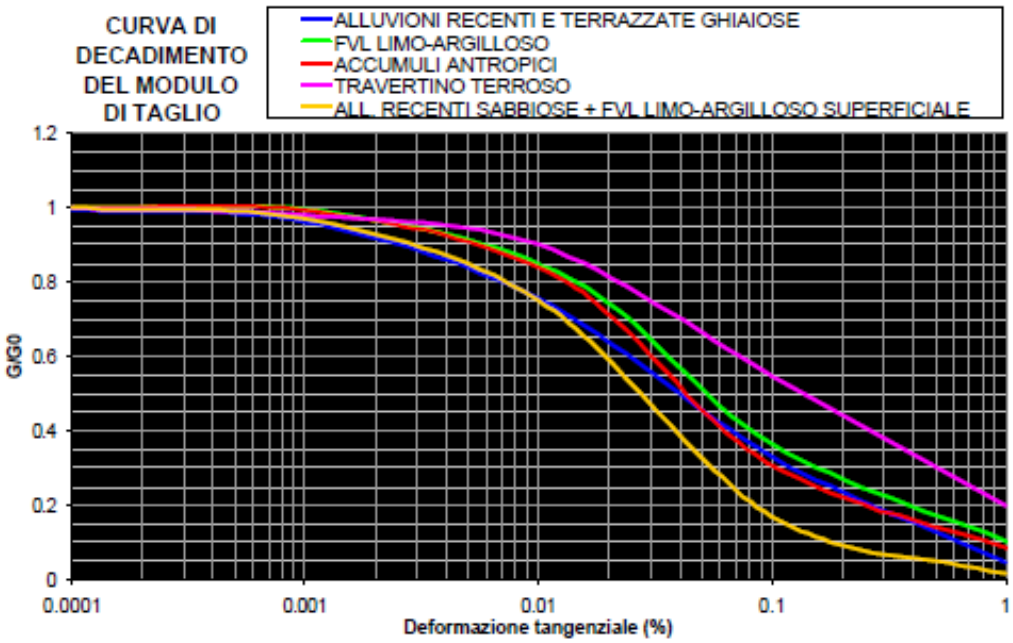


Figura 3 – Grafico della curva di decadimento del modulo di taglio (G normalizzato al modulo di taglio iniziale G0) in relazione alla deformazione tangenziale (%).

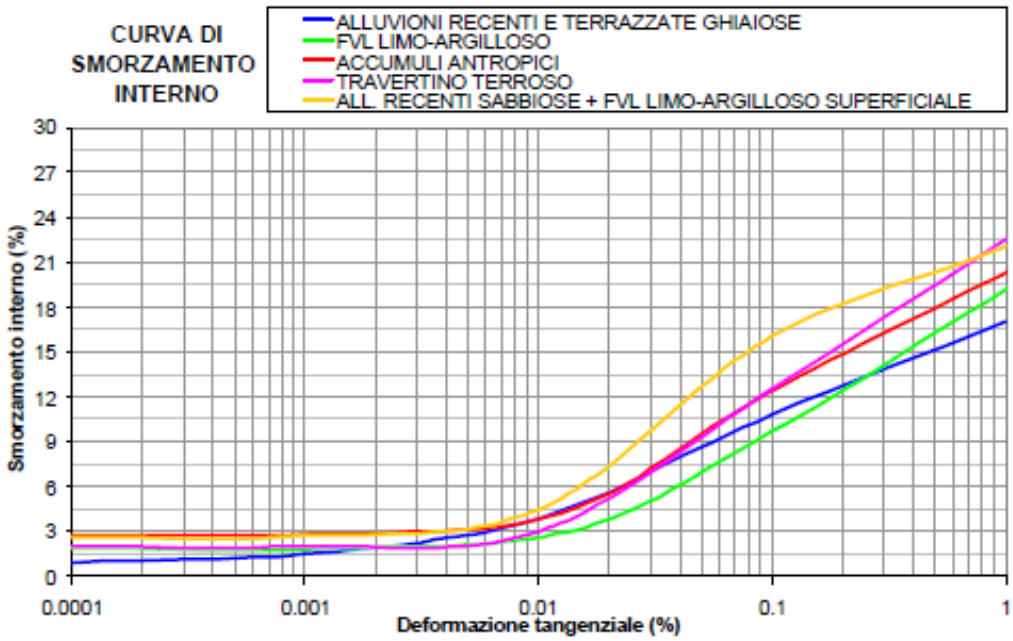


Figura 4 – Grafico dei coefficienti di smorzamento interno (ξ %) in relazione alla deformazione tangenziale (%).

10 - CONCLUSIONI

Dalla situazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica riscontrata, sopra ampiamente commentata, l'area relativa alla Variante in zona Fiori, vede un'idoneità geologica confermata a medio-lungo termine, con alcune prescrizioni specifiche così come sotto elencate in punti essenziali:

0 – L'area in questione è priva di elementi ostativi, non sono presenti elementi di rischio idraulico e di dissesti geomorfologici, essendo posta la zona nella porzione centro settentrionale della città dove non sono presenti corsi d'acqua natuali e potenziali fasce di esondabilità. La zona è peraltro esterna ad aree vincolate (vincolo ambientale, vincolo idrogeologico).

1 – L'assetto stratigrafico e la natura dei terreni indica la presenza di una successione di sedimenti alluvionali fino a circa 15 m, a cui seguono i termini ascrivibili al ciclo plio-pleistocenico Tiberino costituite qui essenzialmente da argille e limi sabbiosi alternati a potenti orizzonti ghiaioso-conglomeratici, fino a circa -120/-130 m di profondità, alla quale si assiste al contatto con il bedrock roccioso (Scaglia rossa).

2 – Il carotaggio di riferimento è l'S40 (sondaggio 101 degli studi sulla vulnerabilità dell'acquifero ternano) eseguito negli anni '60 presso la ex Upim, in Corso Cornelio Tacito, utilizzato anche dal Politecnico di Milano per gli studi di microzonazione sismica della città di Terni nel 2002 sul transetto che attraversa la città da SE a NW come stratigrafia di taratura di posizione del bedrock. La posizione del substrato roccioso a questa quota è stata confermata anche da una recente misura HVSR eseguita per la Variante al PA di Villa Bosco, la quale è ripotata nel testo e conferma la profondità di -125 m.

3 – Gli approfondimenti di Microzonazione sismica, eseguite ai sensi della DGR 377/2010, hanno visto un Livello I, livello II, mentre per il livello III si sono riproposti gli Fa ottenuti dagli Studi di Microzonazione della Regione Umbria e Politecnico di Milano nel post sisma di Narni del 15/12/2000, ritenendoli per il caso di studio ancora validi, visto il solo aspetto di potenziale amplificazione derivante da effetti litostratigrafici.

4 - Il livello I è costituito dalle cartografie di analisi in coda al testo; esse mettono in evidenza una classificazione in prospettiva sismica (MOPS) di "zona stabile di fondovalle alluvionale suscettibile di amplificazione sismica". Non sono presenti ulteriori elementi geomorfologici o di natura idraulica.

5 - Il livello II sfrutta dati stratigrafici e sismostratigrafici derivanti dai carotaggi sia esistenti sia nuove indagini eseguite sul finire del 2012 per il progetto di realizzazione della passarella ciclo - pedonale del PIT; sono quindi disponibili 5 carotaggi continui con prove SPT spinti a profondità comprese tra 20 e 39 m, 5 MASW, 8 campioni sottoposti ad analisi di laboratorio ed una down-hole sul carotaggio S4 più profondo.

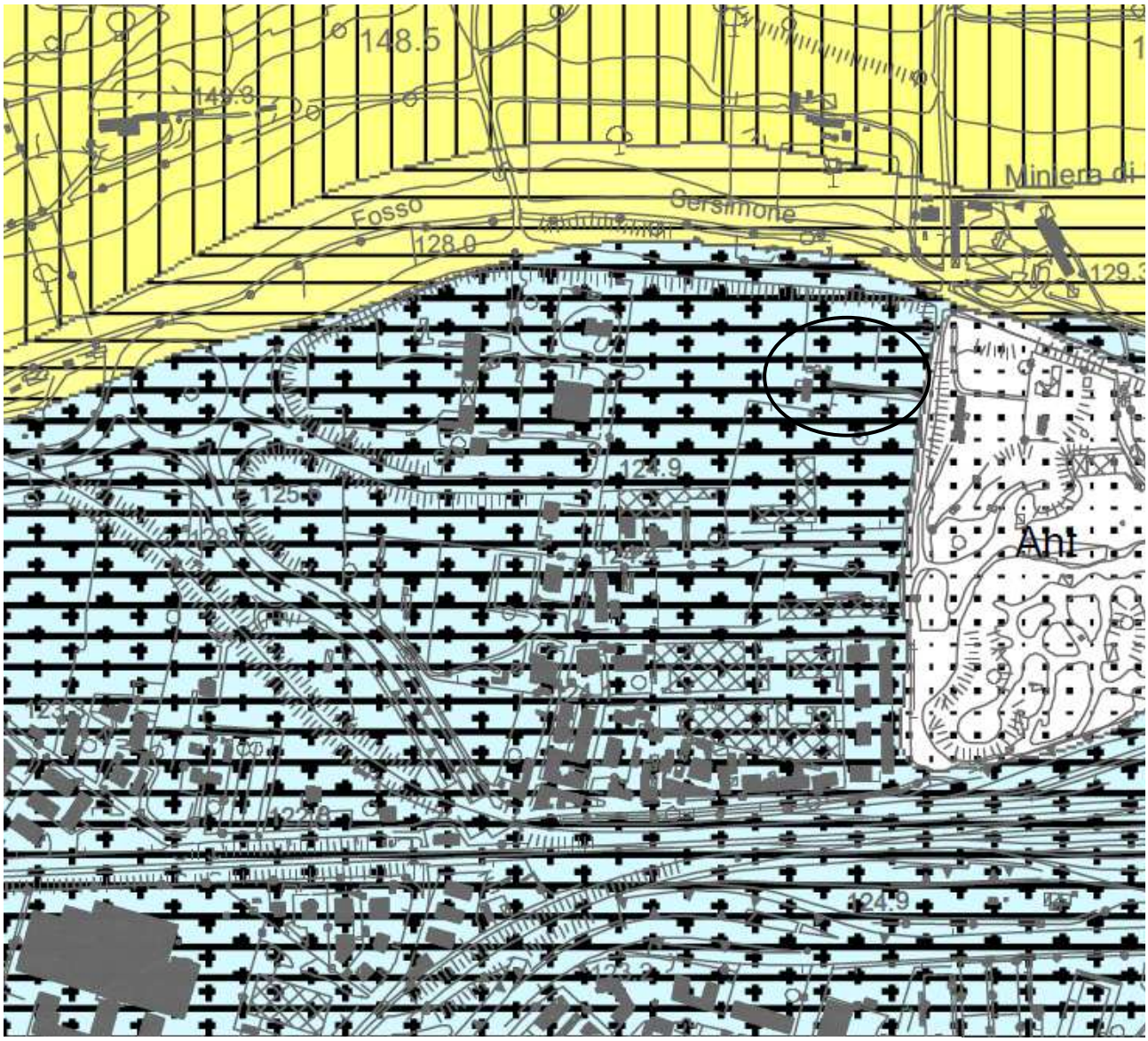
6 - Il livello III (e relativa la modellazione del Politecnico di Milano), indicano che i fattori di Amplificazione dipendono in gran parte dalla presenza di riporti storici e dal loro spessore, su sedimenti alluvionali. Per spessori di riporti valutati in 7 m, **gli Fa sono compresi tra 1.62 (periodo 0.1-0.5 s) e 1.81 (0.1-2.5 s)**. **Per spessori di 3 m, essi scendono a valori di 1.26 e 1.7 per analogo periodo**.

il Funzionario Tecnico
Dott. Geol. Paolo Paccara

ALLEGATI ALLA RELAZIONE:

- **Cartografie geotematiche del Livello I** (Estratti tavole di zooning urbanistico, tavola dei vincoli sovraordinati, carta geologica, idrogeologica, inventario fenomeni franosi, carta delle zone di suscettibilità sismica, carta di idoneità geologico-abientale alla destinazione urbanistica)

CARTA GEOLOGICA



Alluvioni:

aA Limi sabbiosi e limi argillosi con inglobati depositi lentiformi e nastriformi dighiaie e ghiaie sabbiose sciolte o debolmente cementate, talora a stratificazione incrociata, con intercalazioni di lenti di sabbie bruno-giallastre e di argille grigie

aB (aA) Depositi alluvionali in rapporto con la morfologia e la dinamica attuale (Olocene)

ale (aA) Depositi alluvionali non in rapporto con la dinamica attuale ma in continuità morfologica con aA (Pleistocene-Olocene)

(ale) Depositi alluvionali non in rapporto con la morfologia nè la dinamica attuale (Pleistocene)

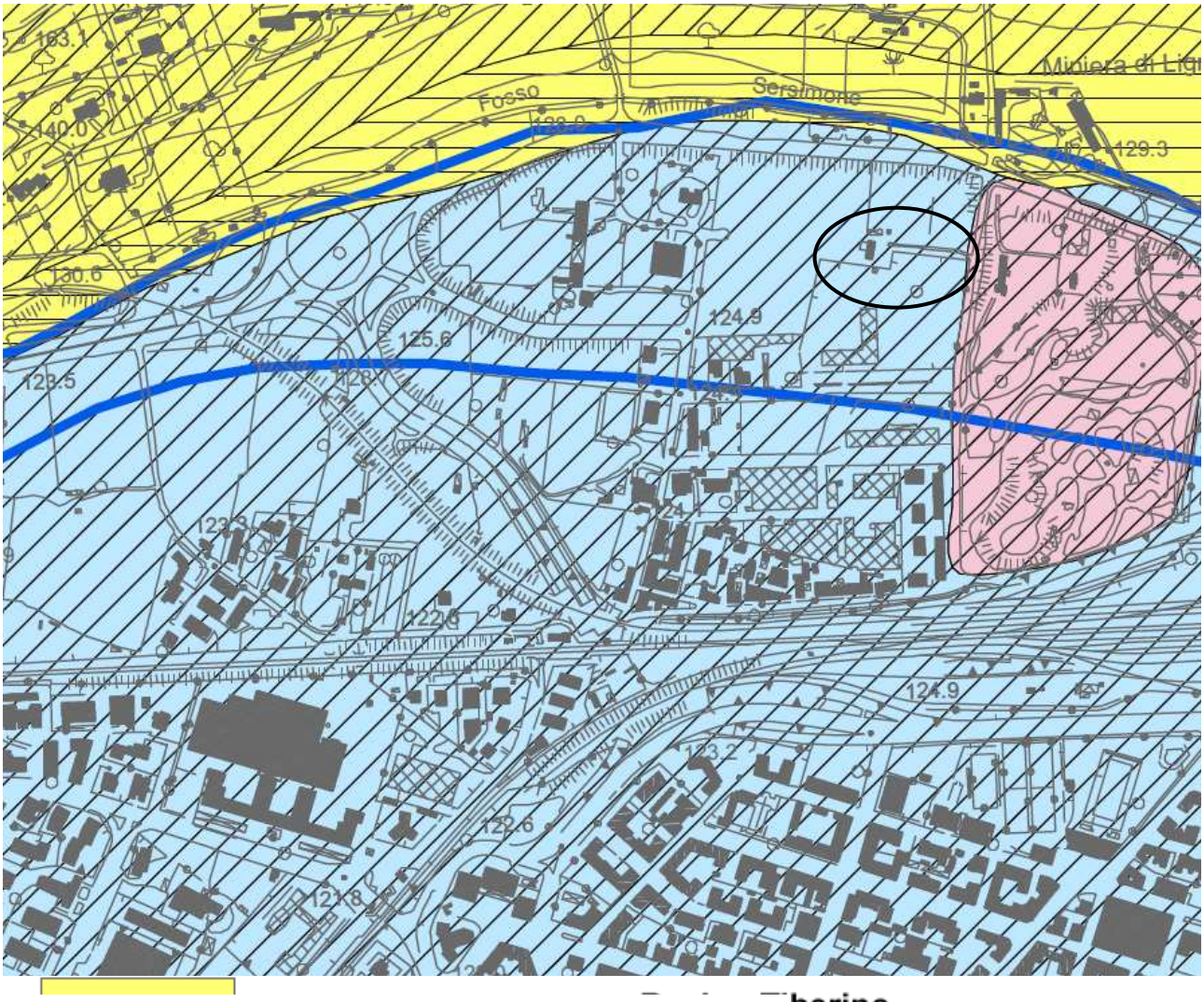
Depositi Fluvio-Lacustri del Bacino Tiberino

ACP **TRAVERTINI, SABBIE E LIMI TRAVERTINOSI**
Limi calcareo-travertinosi, sabbie limose fini sottilmente laminate, associate a travertino fitotermale e fitoclastico, subordinatamente a strati di calcare litoide; è presente malaco fauna dulcicola terrestre
(Pleistocene inf-Pleistocene medio?)

CGS **GHIAIE, GHIAIE SABBIOSE E CONGLOMERATI**
Ghiaie e conglomerati in matrice sabbiosa, conglomerati poco coerenti a clasti calcarei da poco a ben evoluti, localmente con evidenti embriciature; possono essere presenti livelli di sabbie limose o argille.
(Pleistocene inf-Pleistocene medio)

SMI **SMIg** **ARGILLE ED ARGILLE SABBIOSE**
Argille ed argille siltose grigie e marroni chiaro, sabbie argillose giallastre o avana, a luo ghi conpatine di alterazione e di ossidi ferrosi, laminate o sottilmente stratificate, alterna te a livelli sabbiosi con strutture trattive (SMI);
Localmente sono presenti potenti corpi ghiaioso-conglomeratici a matrice sabbiosa (SMIg)
(Pliocene sup?-Pleistocene inf.)

CARTA IDROGEOLOGICA



PERMEABILITA' DELLE LITOLOGIE AFFIORANTI

Litologie aventi permeabilità alta

Litologie aventi permeabilità media

Litologie aventi permeabilità bassa

COMPLESSI IDROGEOLOGICI

Alluvionale

Bacino Tiberino

ELEMENTI IDROGEOLOGICI

Captazioni ad uso idropotabile

Captazioni ad uso non idropotabile

120 Isopieze in quote assolute

330 Isopieze in quote assolute nelle formazioni carbonatiche

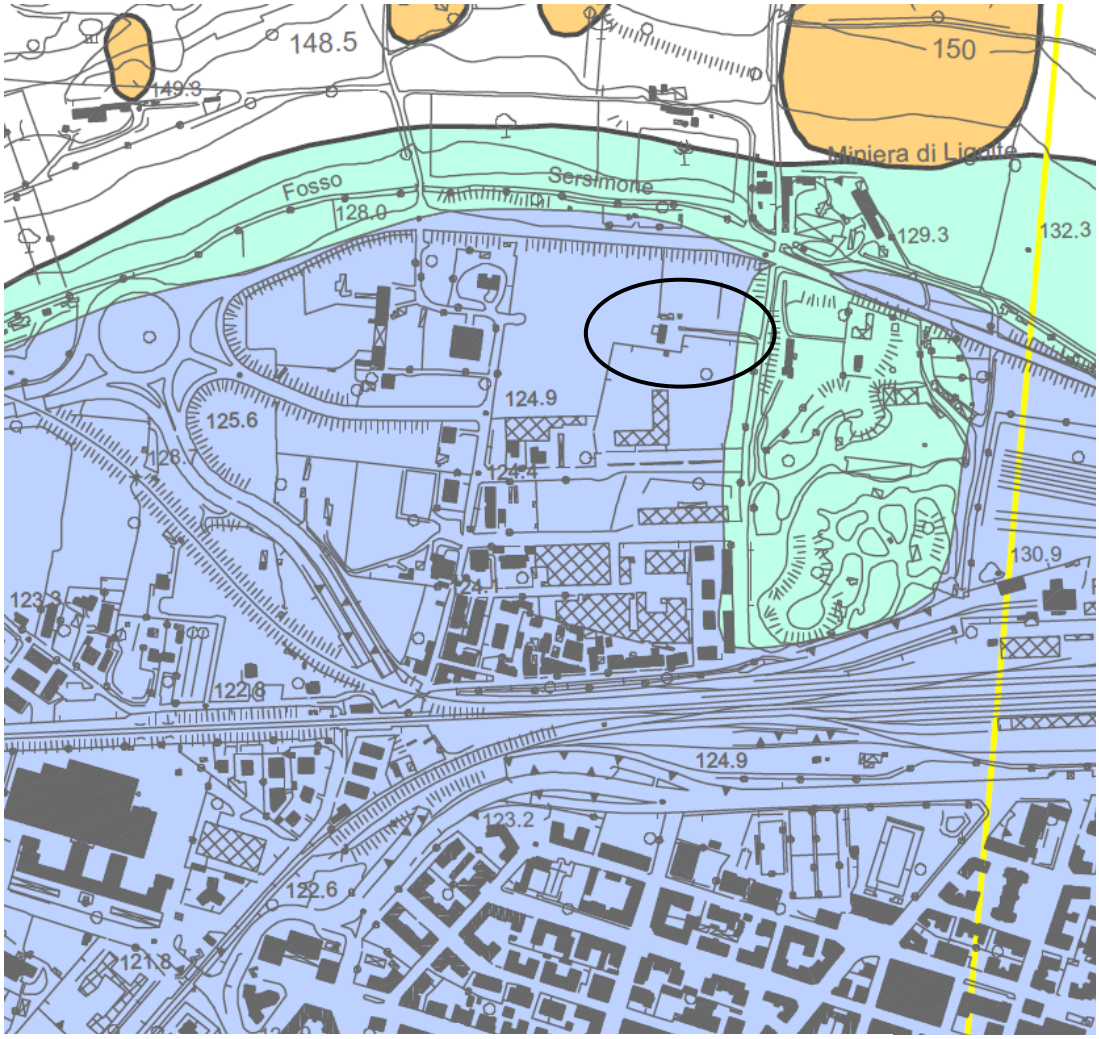
Direzioni principali di flusso delle falde nelle formazioni continentali

Direzioni principali di flusso delle falde nelle formazioni continentali

Certa

Probabile

CARTA DELLE ZONA SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA

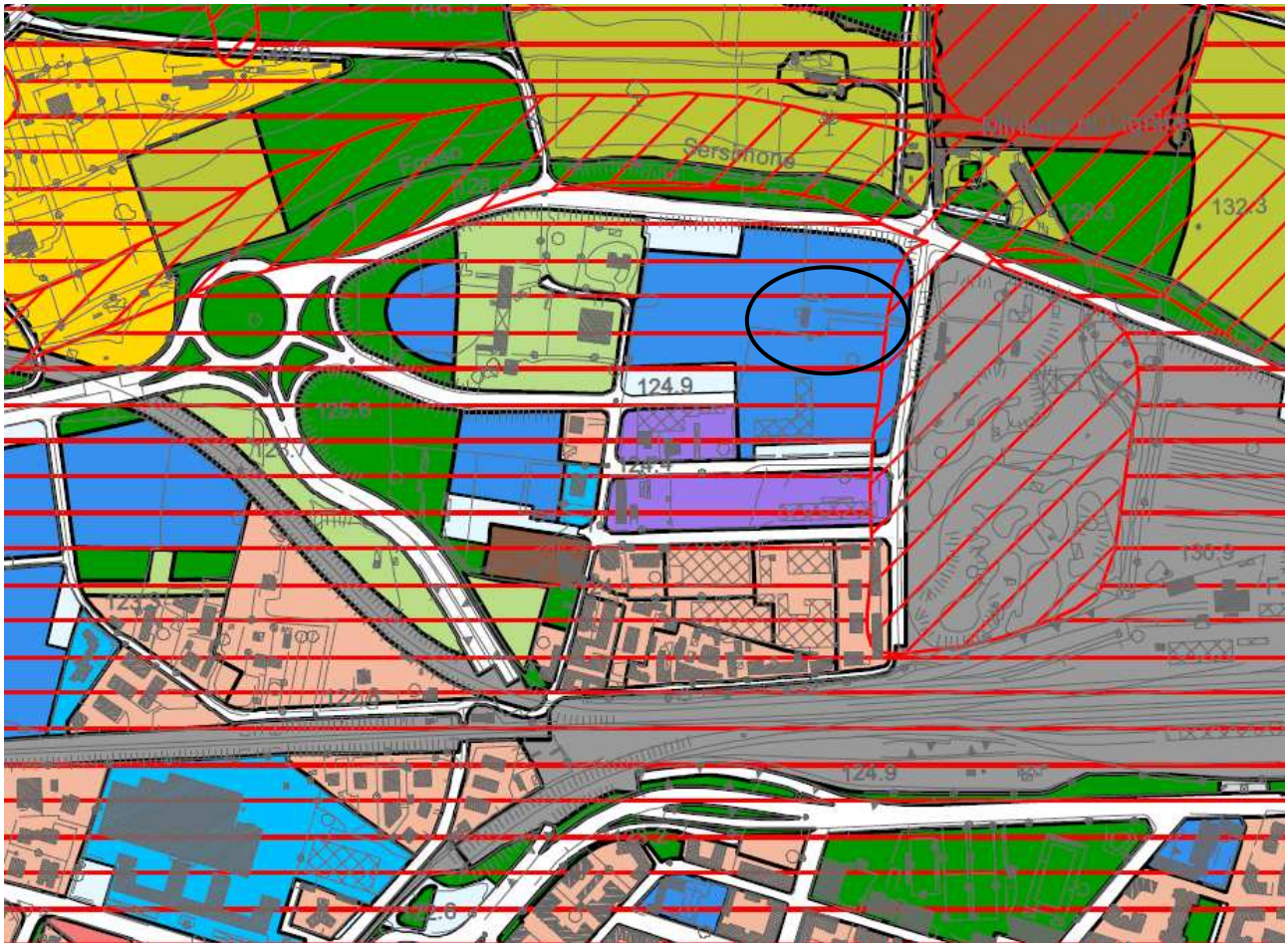


LEGENDA

TIPOLOGIA DELLE SITUAZIONI

	1	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi
	2	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti
	3	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana
	7	Zona di fondovalle
	8	Zona pedemontana di falda di detrito e cono di deiezione
	9	Zona di contatto tar litotipi con caratteristiche fisico-mec caniche molto diverse
Sezione 2		Traccia della sezione interpretativa

CARTA DI IDONEITÀ GEOLOGICO – AMBIENTALE ALLA DESTINAZIONE URBANISTICA SCALA 1:5.000



LEGENDA

CLASSE A: ZONA EDIFICABILE
Aree nelle quali sono assenti elementi morfogenetici di dissesto e/o di erosione; le caratteristiche morfologiche dei versanti e le proprietà litotecniche dei terreni sono tali da non ingenerare situazioni di instabilità diffusa.
Aree individuate nella carta inventario dei fenomeni franosi del PAI quali dissesti di tipo inattivo o presunto.
Aree individuate a rischio di inondazione nel PAI, Fascia C del fiume Nera.

CLASSE B: ZONA AD EDIFICABILITA' CONDIZIONATA
Aree nelle quali sono presenti elementi morfogenetici di dissesto (movimenti franosi quiescenti) o fenomeni di erosione accentuata e di ruscellamento diffuso.
Aree con caratteristiche morfologiche dei versanti e proprietà litotecniche dei terreni tali da favorire situazioni locali di instabilità.
Aree individuate a rischio elevato di inondazione nel PAI, Fascia B del fiume Nera.
Fascia circumlacuale del lago di Piediluco, zone A1 e A2 del PS3