

*REGIONE LOMBARDIA
PROVINCIA DI MILANO
COMUNE DI CORBETTA*

***PIANO ATTUATIVO A DESTINAZIONE
COMMERCIALE/TERZIARIO
VIA SIMONE DA CORBETTA 89/91***

RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA - SISMICA

GIUGNO 2017

COMMITTENTE:

**STRADE 2020 srl
Via De Agostini 62
20012 Cuggiono (MI)**



***Studio di Geologia
Dott. Alberto Trivioli
Geologo***

***Strada Farini, 5 - 43121 Parma
Tel: 0521/232421 - Fax: 0521/230760 - E-mail: geoltriv@tin.it***

in collaborazione con:

Ambiente e Territorio S.r.l.



INDICE

1 – PREMESSA	2
2 - LOCALIZZAZIONE, MORFOLOGIA, GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA E SISMICITA' GENERALE DELL'AREA.....	6
2.1 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	6
2.2 - MORFOLOGIA.....	6
2.3 - GEOLOGIA.....	8
2.3 – IDROGEOLOGIA.....	9
2.4 - SISMICITA'.....	11
2.5 - COMPONENTE GEOLOGICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO.....	18
3 - DESCRIZIONE DEI TERRENI INTERESSATI DALL'INTERVENTO.....	20
3.1 - METODOLOGIE DELLE PROVE IN SITO	21
3.2 - STRATIGRAFIA DEI TERRENI DI FONDAZIONE.....	26
3.3 - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE.....	28
3.4 - MICROZONAZIONE SISMICA, STIMA DELLE VS30 E VALUTAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE.....	30
3.5 - CONSIDERAZIONI IN ORDINE ALLA STABILITÀ' DEL SITO NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE.....	44
3.6 – FREQUENZA FONDAMENTALE DEI TERRENI.....	47
4 - STIMA DEL VALORE DI PROGETTO DELLA RESISTENZA DEL TERRENO (Rd) PER LE VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) (NTC 2008).....	48
5 - CEDIMENTI.....	57
6 - CONCLUSIONI.....	59

ALLEGATI:

1. UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE
2. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE
3. SISMICA ATTIVA (MASW)
4. SISMICA PASSIVA (MICROTREMORI H/V)

1 – PREMESSA

La presente relazione geologica, geotecnica e sismica, per conto della della Soc. STRADE 2020 Srl, concerne i risultati delle indagini geognostiche, lo studio geologico-sismico, la stima dei parametri geotecnici e della capacità portante dei terreni di fondazione interessati dal progetto del PIANO ATTUATIVO A DESTINAZIONE COMMERCIALE/TERZIARIO in via Simone da Corbetta 89/91 in Comune di Corbetta(MI).

L'intervento in progetto prevede la demolizione degli attuali edifici e la realizzazione di edifici commerciali in quota con la viabilità circostante, e l'impiego di fondazioni dirette a plinto isolate.

La zona è edificata nelle aree limitrofe da edifici con volumetrie simili o superiori a quelle delle strutture in progetto e che esercitano carichi statici confrontabili. Per addivenire ad una maggiore conoscenza dei luoghi (in particolare per creare la modellazione geotecnica e sismica del sito), è stata eseguita una campagna geognostica in situ, effettuata nel mese di maggio 2017, mediante prove penetrometriche dinamiche, per la stima dei parametri geomeccanici, mediante prospezioni geofisiche del tipo sismica attiva (MASW), per la stima della velocità media delle onde sismiche di taglio Vs, e del tipo sismica passiva, consistenti in misure di rumore sismico ambientale (Microtremori), per la determinazione della frequenza fondamentale dei terreni.

I dati sono stati integrati con quelli derivanti dalla letteratura e dalla cartografia tematica ufficiale esistenti.

Le considerazioni di cui al presente elaborato ed in particolare le considerazioni in merito agli aspetti relativi alla capacità portante e cedimenti dei terreni di fondazione sono riferite alla quota dell'attuale piano di calpestio, a partire dal quale sono state effettuate le relative indagini geognostiche.

In fase d'esecuzione degli scavi per la realizzazione dei corpi fondazionali si prescrive di verificare, mediante supervisione geologica, le considerazioni di natura geologico-geotecnica assunte in questo elaborato.

Il presente elaborato fornisce una schematizzazione del terreno di fondazione di tipo litologico-stratigrafico e sismico e delle sue caratteristiche geotecniche per consentire ai progettisti delle strutture di dimensionare le opere di fondazione.

Il territorio oggetto di intervento ricade nel Comune di Corbetta classificato come sismicità in Zona 4, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (n. 3274 – 20 marzo 2003 – G.U. n. 105 dell'8-5-2003 e alla Delibera della Giunta Regionale Lombardia 11/07/2014 n.X/2129 – Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia) “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.

L'indagine geologico-geotecnica-sismica, nelle sue fasi di attuazione, è stata eseguita con particolare attenzione alle prescrizioni previste dalle norme specifiche vigenti in materia di opere di fondazione “D.M. 11 marzo 1988”, Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce.... e s.m.i e “NTC 2008”.

Da indicazioni ricevute dalla committenza, la classe d'uso delle strutture in progetto rientra nella classe III, caratteristica di “costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi” con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, in presenza di azioni sismiche.

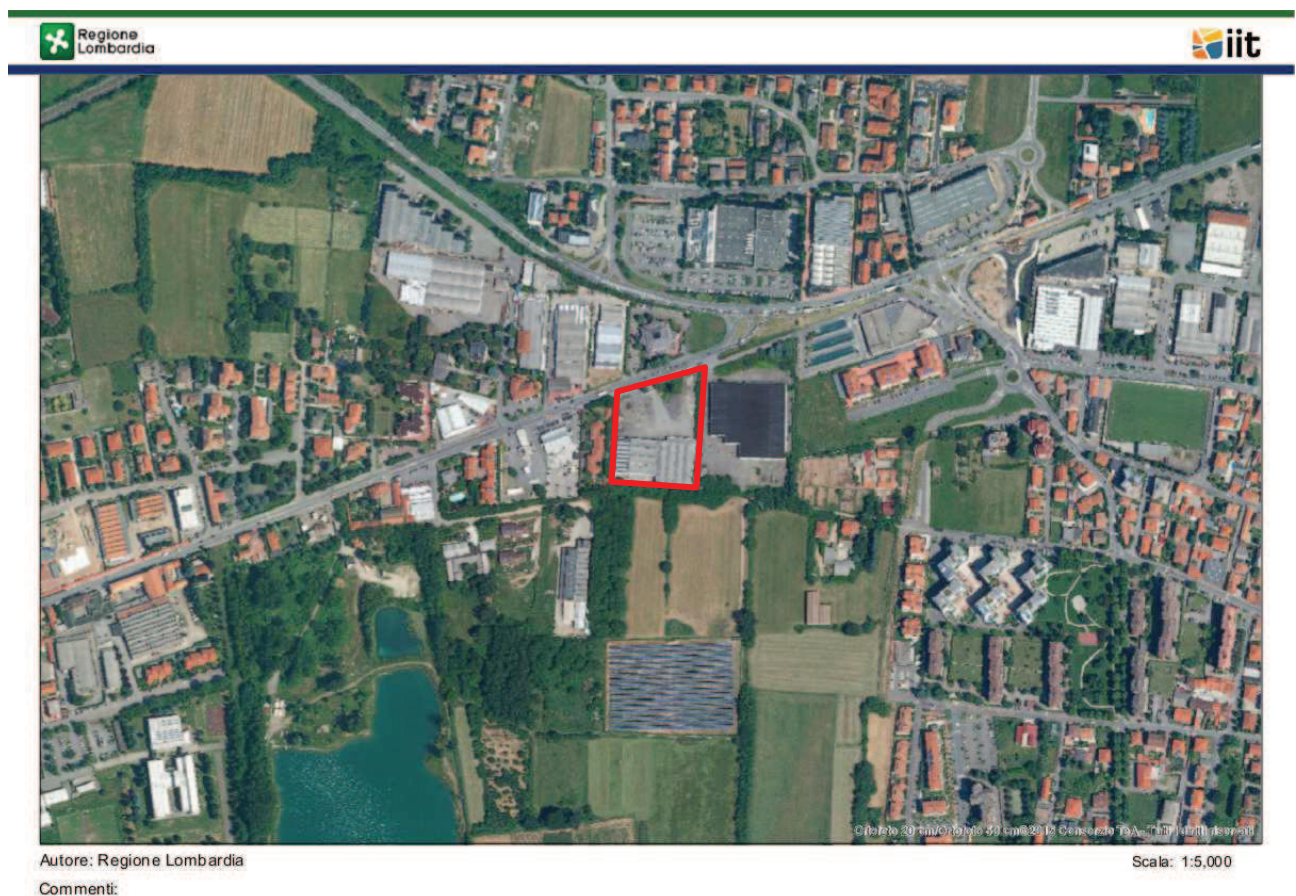


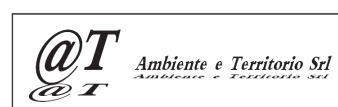
IMMAGINE AEREA DELL'AREA D'INTERVENTO

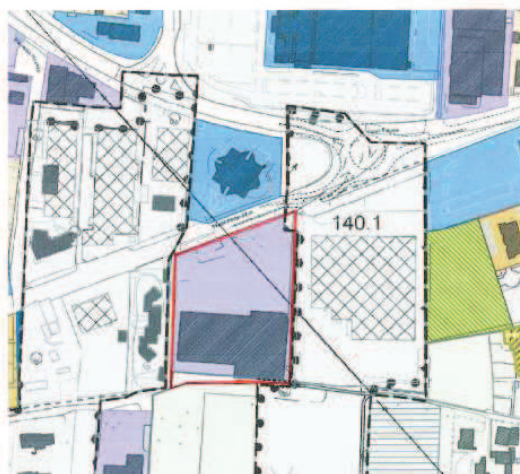
Studio di geologia

Dott. Geol. Alberto Trivioli

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it

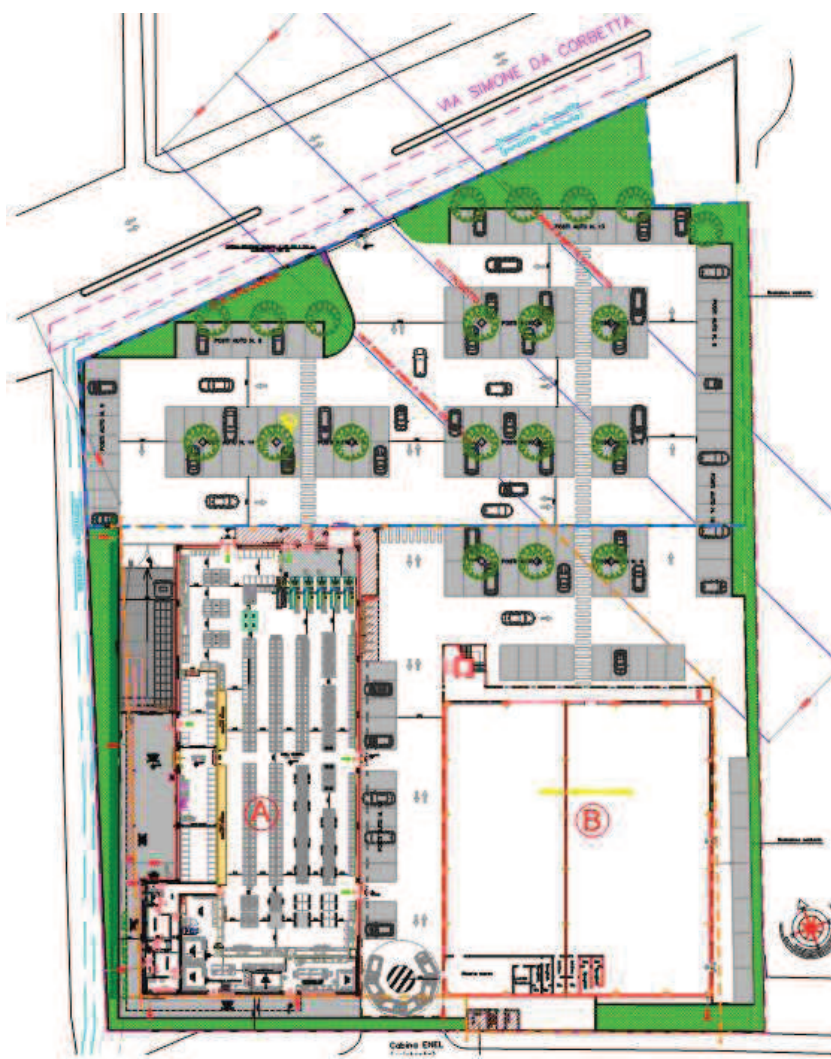




ESTRATTO P.G.T.



ESTRATTO MAPPA



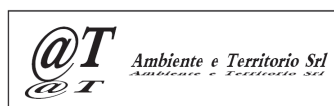
Lay-out stato di progetto

Studio di geologia

Dott. Geol. Alberto Trivioli

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it



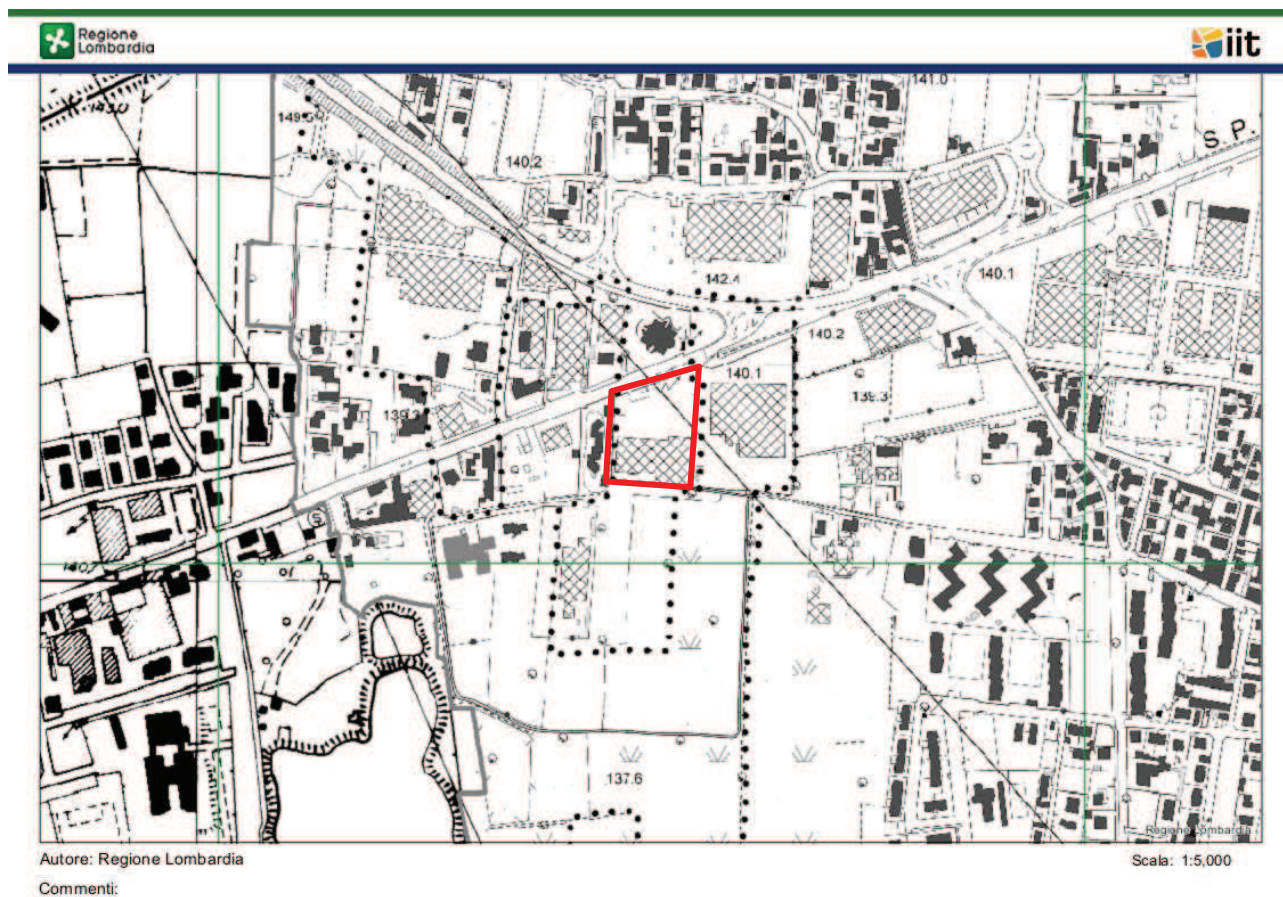
2 - LOCALIZZAZIONE, MORFOLOGIA, GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA E SISMICITA' GENERALE DELL'AREA

2.1 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area in oggetto, avente una superficie complessiva di 11.000 mq, circa è ubicata lungo la via Simone da Corbetta nel settore ovest del comune di Corbetta all'interno di un'area fortemente urbanizzata.

2.2 - MORFOLOGIA

L'area in oggetto è situata nella media pianura Milanese ad una quota di circa 139-140 m s.l.m. in zona pianeggiante. La morfologia del territorio è tipicamente pianeggiante ed è caratterizzata dall'assenza di salti morfologici degni di nota. L'area in oggetto si inserisce in un contesto densamente urbanizzato ed i terreni in questione presentano un grado di erodibilità superficiale potenziale basso o quasi assente.



Stralcio Carta Tecnica Regionale Elemento A6A2 – Dettaglio area in oggetto



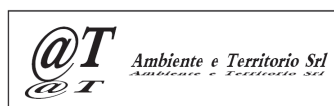
Area in esame

Studio di geologia

Dott. Geol. Alberto Trivioli

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it



2.3 - GEOLOGIA

Dal punto di vista geologico, consultando la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, l'area in oggetto è interessata da sedimenti di età pleistocenica in facies alluvionale caratterizzati da alternanze di strati di spessore da decimetrici a metrici, costituiti per lo più da alternanze di sabbie, sabbie limose con ghiaia e ghiaie, ascrivibili alle fasi di deposizione della conoide alluvionale del Fiume Ticino. I depositi quaternari in oggetto sono noti in letteratura geologica come "Fluvioglaciale e Fluviale Wurm" (Pleistocene sup.).



Alluvioni ghiaiose, sabbiose, limose limitate al fondo dei solchi vallivi secondari e non ricollegabili agli apparati morenici **PLUVIALE WÜRM**.
Alluvioni fluvio-glaciali ghiaioso-ciottolose (Terrazzi superiori del Ticino) e fluviali prevalentemente sabbioso-limose (a valle del limite settentrionale dei fontanili), con debole strato di alterazione brunastro. **WÜRM**.

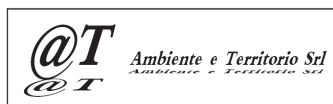
Stralcio della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000) Foglio 44 – "Novara"

Studio di geologia

Dott. Geol. Alberto Trivioli

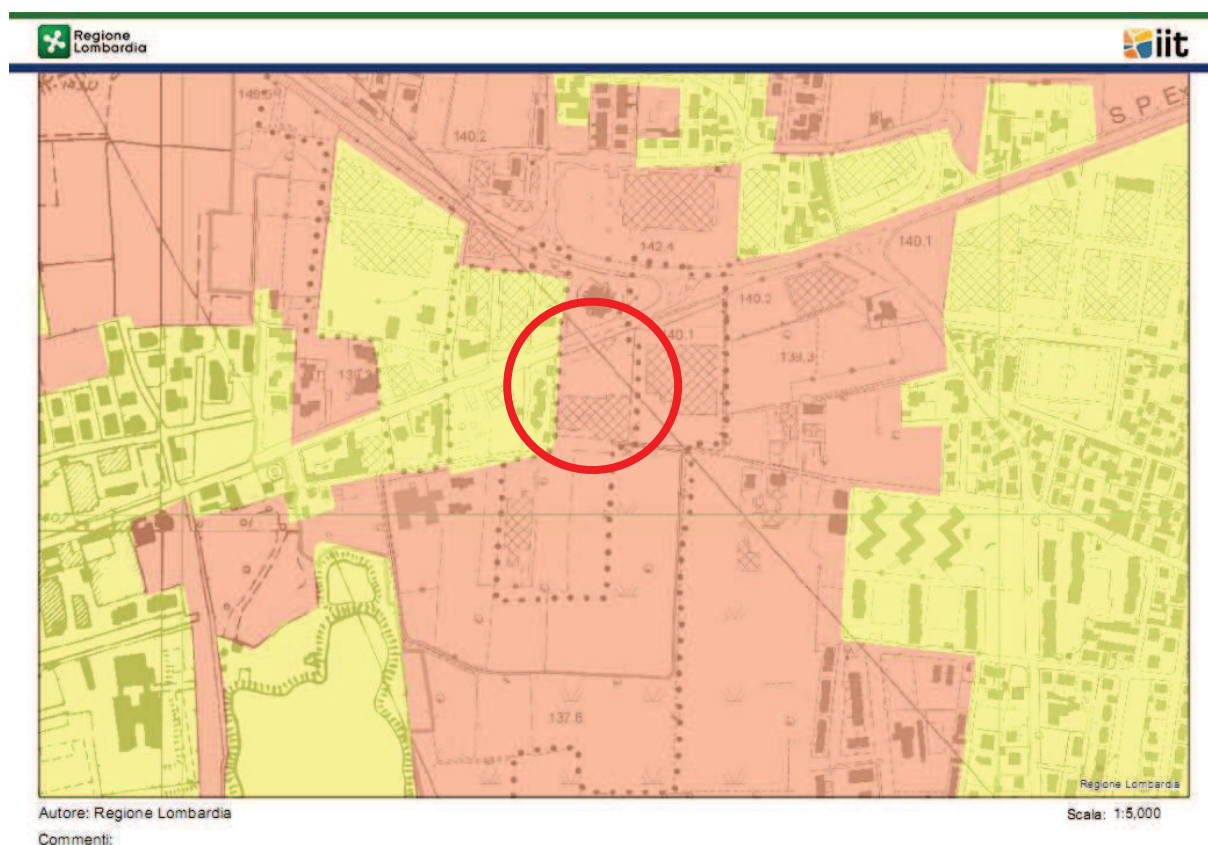
Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it



Questa unità geologica costituisce il livello principale della Pianura Padana.

Si tratta di alluvioni fluviali pleistoceniche, prevalentemente composte da terreni a granulometria medio grossolana, quali sabbie e ghiaie; ad essi sono talvolta associati anche sedimenti fini, relativamente ad aree ristrette e localizzate con bassa energia idraulica (aree palustri).



S2PLN3 : sabbie poco gradate con limo

2.3 – IDROGEOLOGIA

La struttura idrogeologica dell'area è costituita da depositi alluvionali in cui le frazioni limose e argillose risultano particolarmente scarse. Questi sedimenti con spessore di alcune decine di metri, costituiscono in generale la parte superiore dell'acquifero freatico.

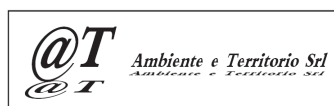
Dallo studio geologico del P.G.T., alla superficie si distinguono le seguenti unità:

Studio di geologia

Dott. Geol. Alberto Trivioli

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it



1) Acquifero costituito prevalentemente da ghiaie e sabbie del Pleistocene superiore (Fluvioglaciale e Fluviale Wurm) che formano i terreni affioranti nel territorio comunale; tale acquifero si sviluppa in profondità con spessori variabili tra i 20 e 5 metri circa decrescendo progressivamente da nord verso sud ed è sede della falda freatica superficiale con soggiacenze per lo più comprese tra i 3 e 6 m nella zona d'interesse.

2) Acquifero costituito dalle stesse unità del Pleistocene superiore (Fluvioglaciale e Fluviale Wurm), ma caratterizzato dal generale aumento delle litologie fini (sabbie, limi e orizzonti argillosi), che si estende in profondità con spessori variabili tra 70 e 80 m; tale acquifero è sede di una falda semiconfinata.

3) Acquifero costituito prevalentemente da ghiaie, sabbie, limi e argille del Pleistocene medio inferiore (Fluvioglaciale e Fluviale Riss e Mindell) organizzato da alternanze tra litologie fini impermeabili o semimpermeabili e litologie grossolane sedi di falde a tratti confinate.

Il regime della falda è normalmente definito da due fasi di piena (tardo-primaverile e autunnale) e da due fasi di magra (estiva e invernale).

Le oscillazioni della falda sono influenzate oltre che da fenomeni naturali (disgelo, precipitazioni piovose e infiltrazioni) anche dall'andamento irriguo e soprattutto dal minore o maggiore quantitativo di acque emunte dai pozzi per uso civile e industriale.

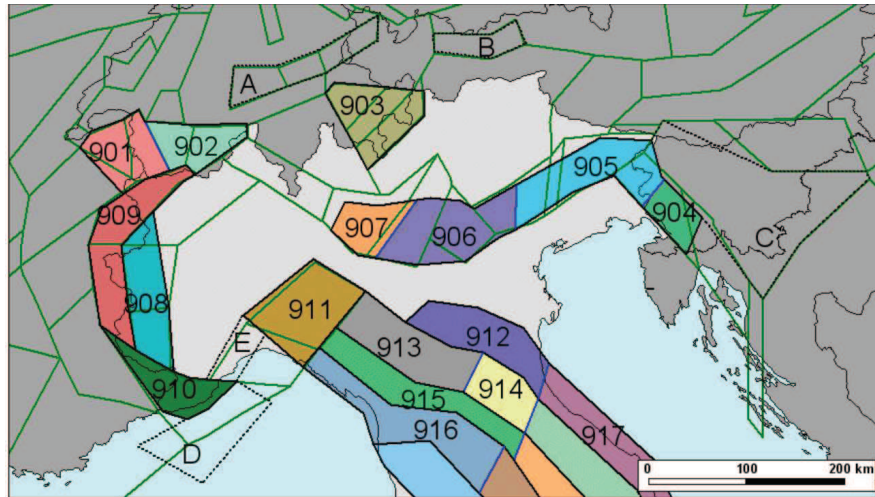
L'andamento generale del livello della falda tradizionale evidenzia linee di flusso con direzione N-S.

2.4 - SISMICITA'

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha rimappato il territorio nazionale in zone sismogenetiche, tale zonazione viene definita ufficialmente ZS9 (Meletti e Valensise, 2004). Rispetto alle zonazioni precedenti, le zone sorgente sono state disegnate più vincolate rispetto alle sorgenti sismogenetiche e alla sismicità storica e strumentale e le aree circostanti sono state cautelate attraverso i normali effetti di propagazione della pericolosità sismica al di fuori delle zone sorgenti. La ZS9 può essere utilizzata in congiunzione con il nuovo catalogo CPTI2, e fornisce, inoltre, una stima della “profondità efficace”, ovvero dell'intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti in ogni zona sorgente, utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione determinate su base regionale, e fornisce, per ogni zona, un meccanismo di fagliazione prevalente.

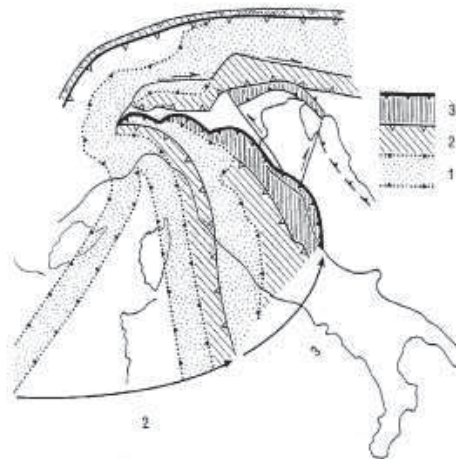
La zonazione è costituita da 42 zone-sorgente, identificate da un numero che va da 901 a 936, che presentano limiti di colorazione nera e blu; i limiti neri definiscono limiti il cui tracciamento dipende esclusivamente da informazioni tettoniche o geologico-strutturali, il colore blu definisce, invece, suddivisioni di zone con uno stesso stile di formativo ma con differenti caratteristiche della sismicità, come la distribuzione spaziale degli eventi o la massima magnitudo rilasciata.

Il territorio in oggetto si trova al di fuori del gruppo di zonazioni sismogenetiche comprese tra la ZS 911 e la ZS 923 rappresentanti l'Appennino settentrionale e centrale ed il gruppo di zonazioni comprese tra la ZS 904 e la ZS 907; più in dettaglio ci troviamo a nord della zona sismogenetica 911 ed a ovest della zonazione sismogenetica 907.



Zonizzazione sismogenetica ZS9 per il nord Italia

In dipendenza della presenza di estesi fronti di accavallamento nel sottosuolo della pianura padana e delle zone limitrofe, geodinamicamente attivi, e della spessa copertura alluvionale si genera un'attività sismica medio-bassa. Le strutture sismogenetiche attive sepolte, che sono identificabili in faglie che interessano soprattutto il substrato terziario (External Thrust Front e Pedepenninic Thrust Front), sono responsabili dei principali fenomeni tellurici.



Tappe dell'accrescimento tettonico delle Alpi Calcaree Meridionali e dell'Appennino dall'Oligocene al Pleistocene (Castellarin et al., 1992, modif.): 1 - presunto fronte delle catene nel pre-Oligocene; 2 - fronte delle catene nel Miocene medio; 3 - fronte delle catene nel Plio-Pleistocene

Studio di geologia

Dott. Geol. Alberto Trivioli

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it



RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA-SISMICA

L'area appartiene ad una zona che storicamente è stata interessata da pochissimi eventi sismici. Nella seguente tabella sono riportati i principali terremoti storici (fino al 2006) per un raggio di 40 Km con centro dall'area in oggetto (lat. 45.470 long. 8.905).

Interrogazione effettuata sui seguenti parametri:

Area circolare con centro C (45.470, 8.905) e raggio 40 km
a partire dal 217/01/01 fino al 2002/12/31

N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Np	Imx	Io	TI	Lat	Lon	TL	Maw	Daw	TW	Mas	Das	TS	Msp	Dap	ZS9	TZ	Ncft	Nnt	Ncpt
121	DI	1996	11	26				Monza	CFTI	2	75	75		45.58	9.27	A	5.37	0.30		5.10	0.45		5.27	0.42	907	A	168	281	121
1245	CP	1895	11	2	6	30		SOMMA LOMBARDO	POS85			55		45.667	8.75		4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19				2057	1245

Numero di record estratti: 2

Codice CPTI04	descrizione	contenuto
N	numero d'ordine del record	
Tr	tipo di record	DI: parametri calcolati da dati di base macrosismici; CP: parametri adottati da cataloghi parametrici
Anno	tempo origine: anno	
Me	tempo origine: mese	
Gi	tempo origine: giorno	
Or	tempo origine: ora	
Mi	tempo origine: minuto	
Se	tempo origine: secondo	
AE	denominazione dell'area dei massimi effetti	
Rt	codice dell'elaborato di riferimento	vedi tabella 1
Np	numero dei dati puntuali di intensità disponibili	
Imx	intensità massima x 10 (scala MCS)	
Io	intensità epicentrale x 10 (scala MCS)	
TI	codice di determinazione di Io	M: valore assegnato manualmente
Lat	localizzazione epicentrale: latitudine in gradi sessagesimali-decimali	
Lon	localizzazione epicentrale: longitudine in gradi sessagesimali-decimali	
TL	codice di localizzazione	A: localizzazione macrosismica automatica M: localizzazione macrosismica manuale S: localizzazione strumentale
--		
--		

Maw	Magnitudo momento	
Daw	Errore associato alla stima di Maw	
TW	codice di determinazione di Maw	O: valore osservato
Mas	Magnitudo calcolata sulle onde di superficie	fino al 1980 coincide con Ma di CPTI99
Das	Errore associato alla stima di Mas	fino al 1980 coincide con Da di CPTI99
TS	Codice di determinazione delle magnitudo per la zona etnea	En: valore per il calcolo del quale è stata usata la relazione Io/Mm di Azzaro e Barbano (1997)
Msp	Magnitudo da utilizzare in combinazione con la relazione di attenuazione di Sabetta e Pugliese (1996)	per Ms>5.5: Msp=Ms per Ms≤5.5: Msp=(Ms+0.584)/1.079
Dsp	Errore associato alla stima di Msp	
ZS9	Zona sorgente di ZS9 cui l'evento è assegnato	
TZ	Codice di assegnazione alla zona sorgente	G: assegnazione geografica A: assegnazione ponderata cautelativa
Ncft	Numero progressivo dei record nel catalogo CFTI2	
Nnt	Numero d'ordine dei record nel catalogo NT4.1.1	
Ncpt	Numero d'ordine dei record nel catalogo CPTI99	

Estratto dal "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani" (Gruppo di lavoro CPTI, 2004), terremoti con epicentro compreso in un raggio di 40 Km dall'area d'intervento.

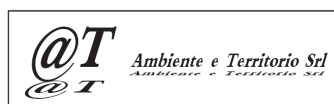
Nella seguente tabella sono riportati i principali terremoti attuali (2009-2017) per un raggio di 40 Km con centro dall'area in oggetto.

Studio di geologia

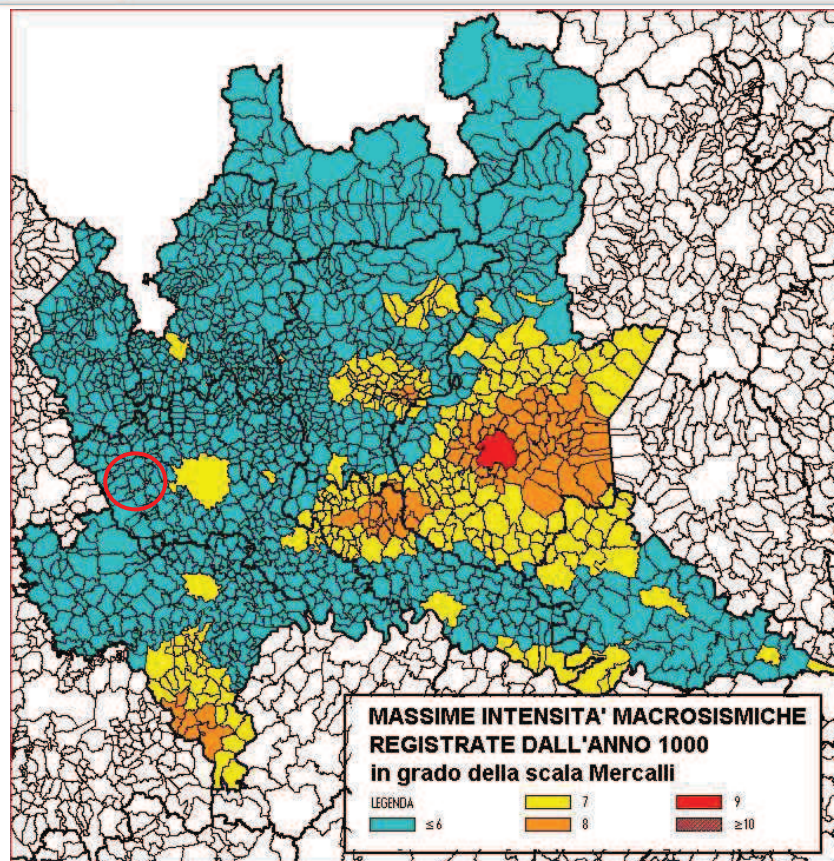
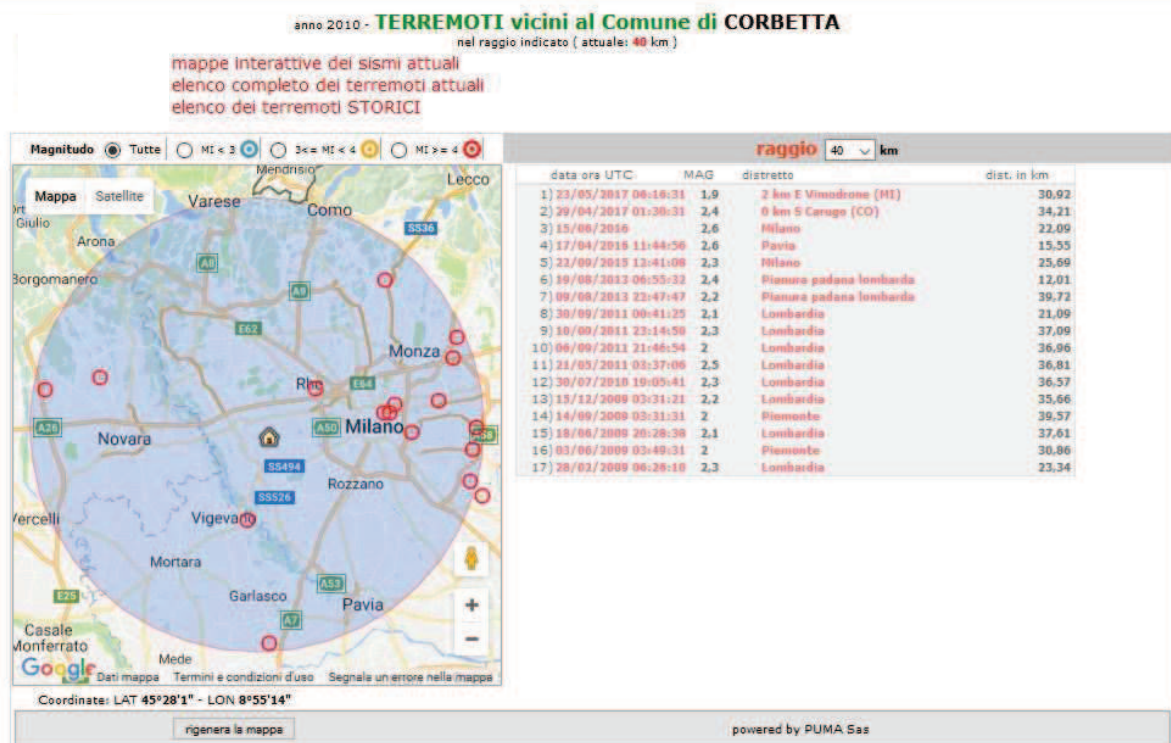
Dott. Geol. Alberto Trivioli

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it



RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA-SISMICA



Carta della regione Lombardia delle “Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti dell'ING” (Molin et al., 1996)

Studio di geologia

Dott. Geol. Alberto Trivioli

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it



A conferma di quanto riportato in precedenza si riporta la carta delle “Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti dell'INGV” (Molin et al., 1996) nella quale, per il territorio in oggetto viene indicato un terremoto minore o uguale al VI grado MCS.

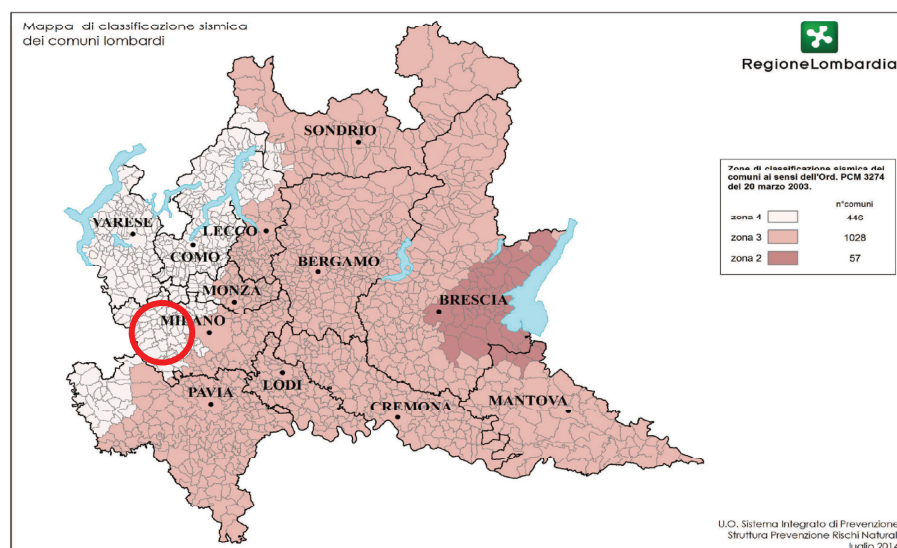
Nell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", pubblicata sul Supplemento Ordinario n. 72 alla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell' 8 maggio 2003 e in base alla Delibera della Giunta Regionale Lombardia 11/07/2014 n.X/2129 – Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia il Comune di **Corbetta** viene classificato in zona 4.

Nella figura seguente viene riportata la nuova classificazione sismica della Regione Lombardia.

Bollettino Ufficiale



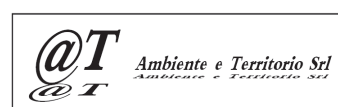
Serie Circolari n. 29 - Merccoledì 10 luglio 2014



***Riclassificazione sismica del territorio Lombardo in base Delibera della Giunta Regionale
Lombardia 11/07/2014 n.X/2129 –
Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia***

Studio di geologia**Dott. Geol. Alberto Trivioli**

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it

Nelle norme tecniche allegate all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 ogni zona sismica è contrassegnata da un diverso valore del parametro a_g (accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A).

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a_g/g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Nelle classificazioni definite dai decreti emessi fino al 1984 la sismicità era definita attraverso il grado di sismicità S, nella classificazione proposta dal Gruppo di Lavoro del 1998 vennero invece proposte tre categorie sismiche (prima, seconda e terza) ed una categoria per i comuni Non Classificati, la nuova classificazione (*Ordinanza del PCM n.3274/2003*) prevede invece la suddivisione in quattro zone numerate da 1 a 4. Nello schema seguente si riporta la corrispondenza tra le diverse classificazioni.

Decreti fino al 1984	GdL 1998	Classificazione 2003
S = 12	Prima categoria	Zona 1
S = 9	Seconda categoria	Zona 2
S = 6	Terza categoria	Zona 3
Non classificato	Non classificato	Zona 4

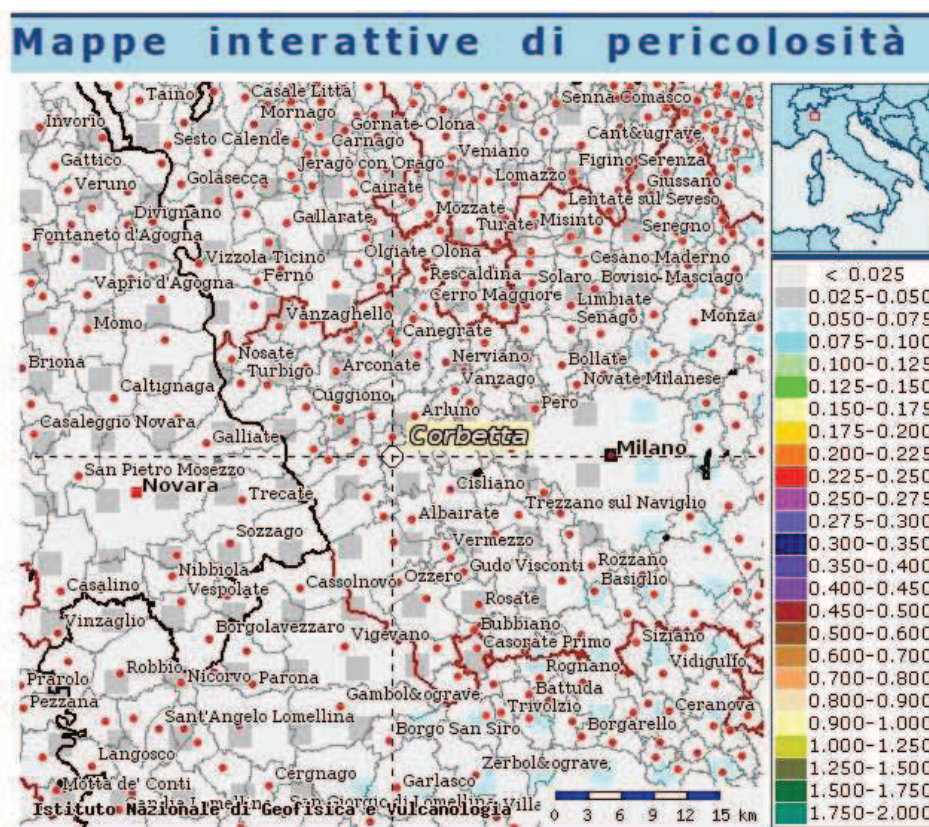
Con Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 14/01/08 sono state approvate le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (G.U. n°29 del 04/02/08); le “Nuove norme tecniche per le costruzioni” sono in vigore, a partire dal 5 marzo 2008, contestualmente alla norma transitoria che, fino al 30 giugno 2009 (Art 20 L.31 del 28 febbraio 2008), dà la possibilità di operare – in alternativa – con le norme tecniche precedenti, a parte le eccezioni di esclusiva competenza statale, di cui agli elenchi A e B dell'allegato 1 al decreto 21 ottobre 2003 del Capo del DPC.

“Art.20. – (Regime transitorio per l'operatività della revisione delle norme tecniche per le costruzioni). –1. Il termine di cui al comma 2-bis dell'articolo 5 del decreto-legge 28

maggio 2004, n.136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n.186, già prorogato il 31 dicembre 2007, ai sensi dell'articolo 3, comma 4-bis, del decreto-legge 28 dicembre 2006, n.300, convertito, con modificazioni, dalla legge 26 febbraio 2007, n.17, è differito al 30 giugno 2009.

La mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, riportata nella figura seguente ed elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, approvata con Ordinanza n.3519 del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 Aprile 2006, è diventata la mappa di riferimento prevista dall'Ordinanza n.3274 del 2003, All.1.

In tale cartografia il comune di **Corbetta** ricade in una zona con accelerazione massima al suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat .A) compresa tra 0.025 e 0.050 g.



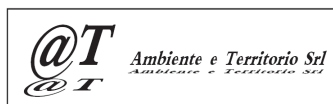
Estratto da "Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale" riferimento Ordinanza del 20 marzo 2003 n.3274 All.1. espressa in termini di accelerazione massima al suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat .A .All.2.3.1)

Studio di geologia

Dott. Geol. Alberto Trivioli

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it



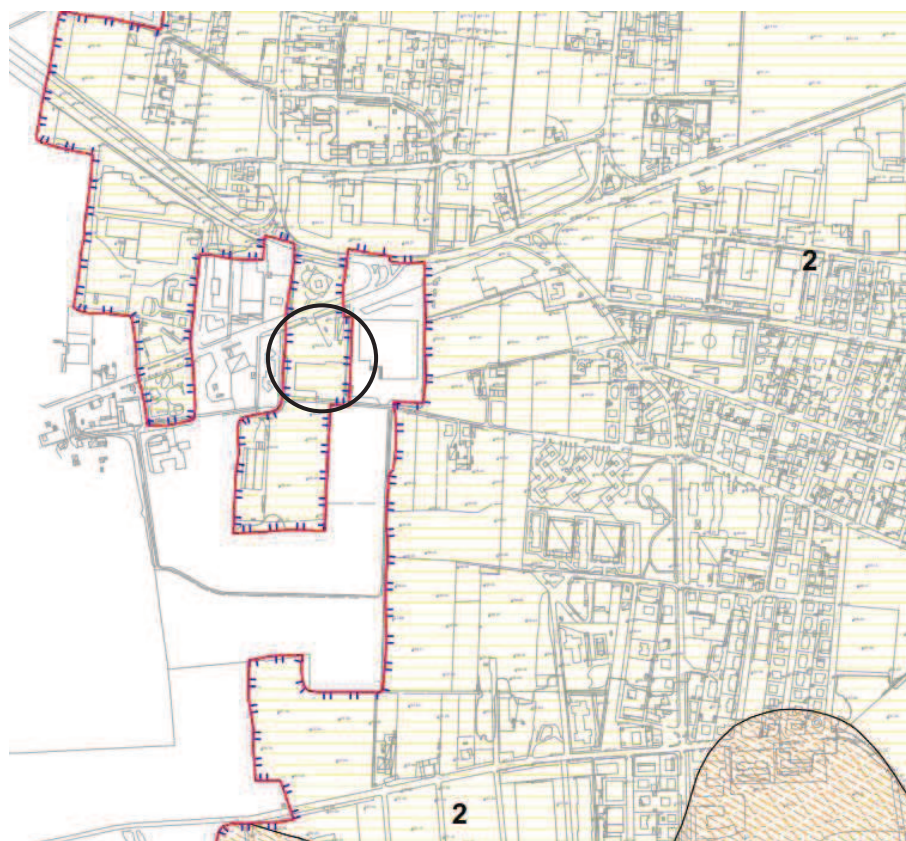
2.5 - COMPONENTE GEOLOGICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Sono di seguito riportate le caratteristiche geologico-sismiche del sito d'intervento, dedotte dallo Studio Geologico Idrogeologico Sismico comunale di Corbetta redatto ai sensi della L.R. 12/2005.

Secondo quanto riportato dal documento di PGT, redatto dal Dott. Geol. Marco Parmigiani, l'area oggetto d'intervento edificatorio ricade nelle seguenti classi di fattibilità geologica e scenari di pericolosità sismica:

- Classe di Fattibilità geologica e Tipo di limitazione alla fattibilità geologica:

Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni



CLASSI DI FATTIBILITA' GEOLOGICA - D.G.R. 9/2616/11



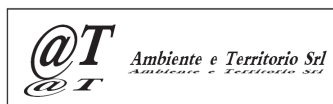
Classe 2 - Aree pianeggianti del livello fondamentale della pianura

Studio di geologia

Dott. Geol. Alberto Trivioli

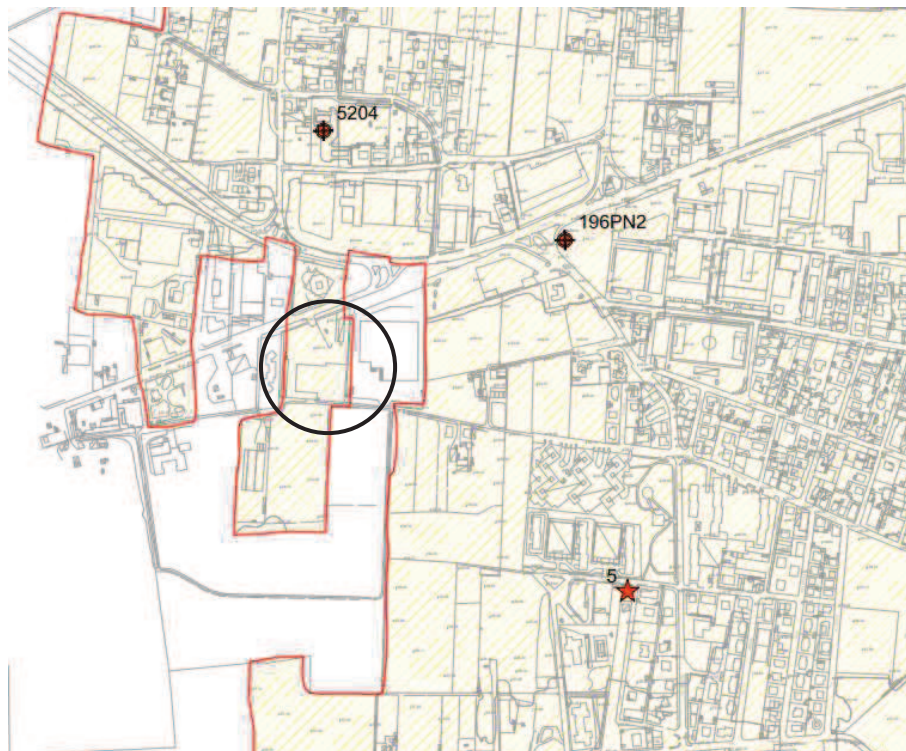
Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it



La classe 2 di fattibilità geologica comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le costruzioni, di cui alla normativa nazionale.

- Scenario di Pericolosità sismica locale: Z2a



AREE DI AMPLIFICAZIONE SISMICA LOCALE

CLASS. SISMICA O.P.C.M. 3519/06 D.G.R. X/2129/14	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (PSL) D.G.R. 9/2616/11 All. 5		EFFETTI	LIVELLO DI APPROFONDIMENTO DELLA PROCEDURA DI VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO (PREVISTO DAI CRITERI REGIONALI)
ZONA 4		Z2a Zona con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti	Cedimenti	3° LIVELLO per edifici strategici e rilevanti

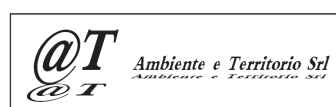
In base a quanto riportato all'interno della Tavola 6.3 nord della "Carta della Pericolosità Sismica Locale", allegata allo studio geologico del PGT comunale, l'intera area comunale rientra nello scenario di pericolosità sismica locale Z2a – Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti.

Studio di geologia

Dott. Geol. Alberto Trivioli

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it

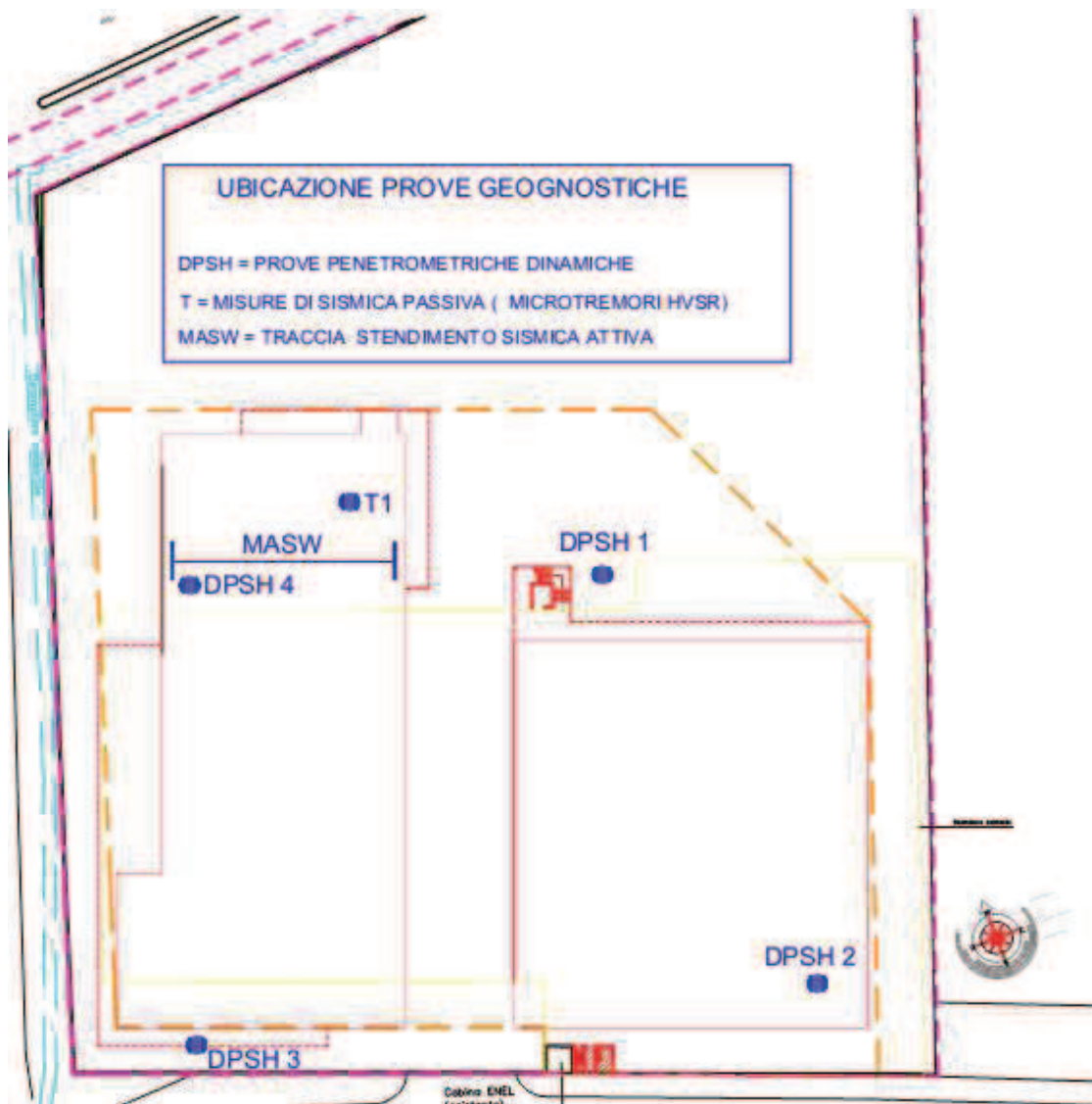


3 - DESCRIZIONE DEI TERRENI INTERESSATI DALL'INTERVENTO

Al fine di approfondire il grado di conoscenza del terreno di fondazione e quindi di costruire uno schema stratigrafico dell'area oggetto d'intervento, si è fatto riferimento alla preindicate indagini geognostiche in sito con metodologia diretta ed indiretta (geofisica).

Sono state eseguite:

- n° 4 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- n° 1 prospezione di sismica passiva H/V (Microtremori).
- n° 1 prospezione di sismica attiva (MASW, lunghezza 24 m).

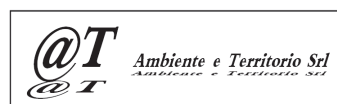


Studio di geologia

Dott. Geol. Alberto Trivioli

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it



3.1 - METODOLOGIE DELLE PROVE IN SITOPROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH)

Le prove penetrometriche (Dynamic Probing) del tipo DPH sono state effettuate mediante penetrometro con caratteristiche tecniche principali che rientrano nello standard previsto dalle "Raccomandazioni ISSMFE".

La prova penetrometrica consiste nell'infissione nel terreno di una punta conica di dimensioni standard, mediante battitura a mezzo di dispositivo a percussione costituito da un maglio fatto cadere liberamente da un'altezza costante.

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

Il campo di applicazione di questa prova è ampio, essendo praticamente eseguibile in tutti i tipi di terreno, sia coesivo che granulare, ed è raccomandato in presenza di ghiaie e sabbie, trattandosi di terreni dove diventa difficile e spesso impossibile l'impiego di prove penetrometriche di tipo statico.



Esecuzione delle prove penetrometriche DPSH



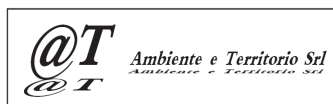
Esecuzione delle prove penetrometriche DPSH

Studio di geologia

Dott. Geol. Alberto Trivioli

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it



SISMICA ATTIVA (MASW)

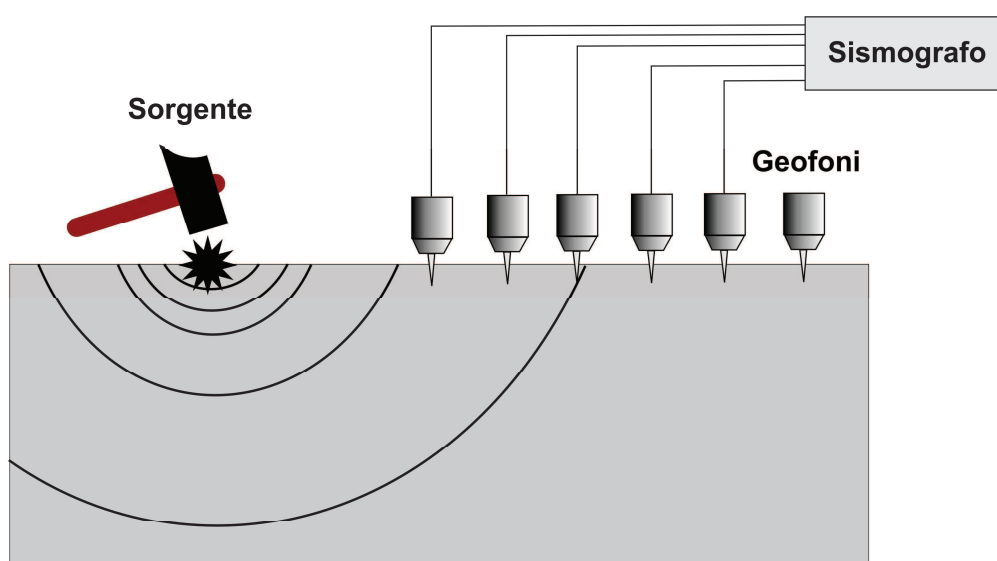
Le prove MASW sono molto utili per ricavare il parametro Vs30, richiesto dalla nuova normativa sismica, in maniera decisamente affidabile.

Questo tipo di indagine mira a ricostruire la curva di dispersione della velocità di fase delle onde di superficie generate in sede di energizzazione.

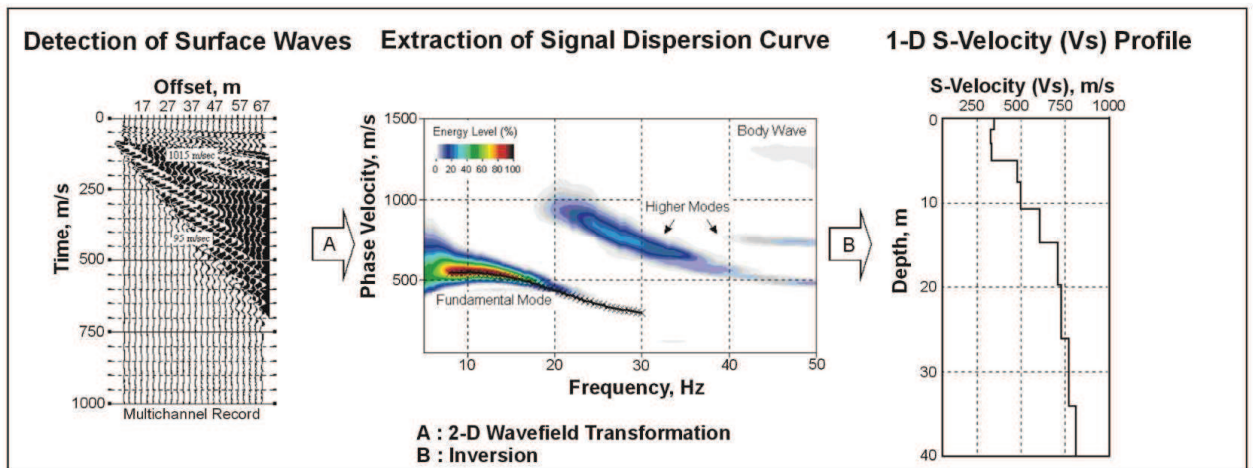
Tramite le prove MASW vengono misurate le velocità sismiche delle onde superficiali a diverse frequenze. La variazione di velocità a diverse frequenze (dispersione) è imputabile prevalentemente alla stratificazione delle velocità delle onde S i cui valori sono ricavabili da una procedura di inversione numerica.

La procedura MASW prevede tre stadi distinti:

1. acquisizione dei dati di campagna: registrazione di linea sismica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999) di lunghezza e distanza intergeofonica variabile utile a definire il profilo verticale della VS (velocità di propagazione delle onde di taglio)



2. estrazione della curva di dispersione;
3. inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità.



Esecuzione di misura di sismica attiva MASW

SISMICA PASSIVA

La sismica passiva si basa sulla misura dei microtremori che sono sempre presenti sulla superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine) e artificiali (attività antropiche).

Lo strumento utilizzato per tali misurazioni è il tromografo “Tromino”, si tratta di un sismografo di dimensioni molto contenute che contiene tre sensori elettrodinamici ortogonali (velocimetri), un ampio range frequenziale (0,1 – 256 Hz) e il sistema GPS integrato.

Il metodo di indagine utilizzato è quello a stazione singola dei rapporti spettrali (HVSr).

METODO HVSr

Il metodo HVSr consiste nello studio del rapporto spettrale tra la componente orizzontale del rumore e quella verticale (H/V spectrum). Il valore di tale rapporto è direttamente correlato con la frequenza di risonanza determinata dal passaggio tra due strati con una differenza significativa del contrasto di impedenza (velocità delle onde e densità del materiale). Considerando due strati con differente impedenza acustica, la frequenza di risonanza è legata allo spessore e alla velocità delle onde di taglio Vs del primo strato dalla seguente relazione:

$$f_r = V_{s1} / 4 h$$

V_{s1} = velocità delle onde S del primo strato

h = spessore primo strato

L' HVSR è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli. Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo HVSR può essere in linea di principio usato come strumento stratigrafico.



Tromografo Digitale "Tromino"

3.2 - STRATIGRAFIA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Al fine di approfondire il grado di conoscenza del terreno di fondazione e quindi di costruire uno schema stratigrafico dell'area oggetto d'intervento, si è fatto riferimento alla preindicata indagine geognostica "in situ"; le prove penetrometriche dinamiche eseguite con punta conica sono state spinte alla profondità di 9 metri dal p.c.

Dal punto di vista stratigrafico, come si può notare dal confronto dei diagrammi relativi ai numeri dei colpi necessari all'avanzamento della punta conica, il terreno di fondazione nei primi 9 metri di profondità (quota di terreno direttamente indagata), oltre alla presenza in superficie di un terreno di riporto con spessori per lo più inferiori a 1 m, è caratterizzato, nei primi 5-6 m di profondità, da terre a granulometria media (sabbie e sabbie con limo debolmente ghiaiose), con geometria lenticolare, da sciolte a poco addensate, e, tra 6 e 8 m da

terre a granulometria da media a grossolana (sabbie con ghiaia e ghiaie con sabbia) da poco addensate ad moderatamente addensate. Più in profondità sono presenti ghiaie con sabbia da addensate a molto addensate.

Le caratteristiche peculiari (strutture stratali ed interstratali) di questi sedimenti indicano i processi dinamici delle correnti fluviali (aumento e diminuzione delle correnti trattive durante le fasi di piena fluviale) quali responsabili delle strutture sedimentarie prima menzionate. La modellazione geologica del sito dei primi metri in corrispondenza del futuro edificio è la seguente:

MODELLO GEOLOGICO		
Strato	Profondità strato da p.c. [m]	Litologia
A	0,00m ÷ 1,00m	Terreno di riporto antropico.
B	1,00m ÷ 5,50m	Alternanze di sabbie e sabbie con limo debolmente ghiaiose da sciolte a poco addensate.
C	5,50m ÷ 7,00m	Alternanze di sabbie con ghiaia e ghiaie con sabbia da poco addensate a moderatamente addensate.
D	7,00m ÷ 9,00m	Alternanze di ghiaie con sabbia da addensate a molto addensate..
SOGGIACENZA MEDIA FALDA: 3 ÷ 6 m circa dal p.c.		

Per quanto concerne l'andamento della stratigrafia in profondità si è fatto riferimento alle stratigrafie di pozzi idrici presenti in zone limitrofe a quelle dell'intervento da dove si evince che i terreni granulari (sabbie e ghiaie) si estendono in profondità per alcune decine di metri con intercalati sottili livelli fini coesivi-semicoesivi (argille e limi).

3.3 - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Per mezzo delle prove geognostiche effettuate in sito si è provveduto alla caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione.

Si è ritenuto opportuno utilizzare i risultati provenienti dalle correlazioni della prova dinamica con la prova penetrometrica statica CPT, essendo disponibili per quest'ultima numerosi dati per risalire alle caratteristiche di resistenza al taglio dei terreni; per fare ciò si è correlata preliminarmente la resistenza dinamica alla punta Q_d (calcolata con la classica "formula degli olandesi" dai dati derivanti dalla prova DPSH), alla Q_c (resistenza statica alla punta per la prova CPT), essendo valida per i terreni granulari e semigranulari l'equazione

$$Q_d/Q_c = 0,75 \div 1$$

e per quei fini coesivi e semicoesivi

$$Q_d/Q_c = 1 \div 1.2$$

Questo metodo è solitamente raccomandato da più Autori, in quanto consente di prescindere dalle caratteristiche delle attrezzature di prova impiegate.

In particolare dall'elaborazione dei valori di Q_c si possono estrapolare, tra gli altri, i valori di resistenza al taglio in condizioni non drenate (C_u), essendo $C_u = Q_c/15 \div 25$ ($15 \div 25 =$ coeff. adimensionale del carico limite riferito alla prova penetrometrica statica), e la determinazione del parametro di resistenza al taglio ϕ (angolo d'attrito interno efficace ϕ'), per mezzo della correlazione $Q_c-\phi'$ proposta da Begemann (1974) e Meyerhof (1974).

Per quanto concerne la stima del modulo elastico, questo può essere determinato da Q_c secondo l'equazione generale: $E = C_1 \times Q_c$.

Per mezzo delle prove geognostiche effettuate in sito e sulla base delle conoscenze dei luoghi si è provveduto alla caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni di appoggio delle strutture fondazionali.

La modellazione geotecnica del sito interessata dai futuri carichi statici è la seguente:

QUADRO GEOTECNICO-GEOMECCANICO SCHEMATICO

Litologia Prevalente	Spessori (m)	Comportamento geomeccanico	Cu (Kg/cm ²)	C' (Kg/cm ²)	φ (°)	E (Mpa)	γ (T/m ³)	K (m/s)	μ
Terreno di riporto	1	*	*	*	*	*	*	*	*
Sabbie e limi	4,5	Semigranulare	-	0,00÷0,05	15÷25	15÷25	1,95	10 ⁻⁴	0,25÷0,35
Sabbie e ghiaie	1,5	Granulare	-	0,00÷0,05	20÷30	30÷40	1,95	10 ⁻³	0,25÷0,35
Ghiaie e sabbie	2	Granulare	-	0,00÷0,05	30÷35	50÷75	1,95	10 ⁻³	0,25÷0,35

(*) tali materiali poiché saranno completamente asportati e/o by-passati dalle strutture di fondazione, non sono d'interesse per quanto attiene alle caratteristiche geomeccaniche.

3.4 - MICROZONAZIONE SISMICA, STIMA DELLE VS30 E VALUTAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE

La recente D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616 “Aggiornamento dei ‘Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12’, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374”, riporta la metodologia per la valutazione dell’amplificazione sismica locale, in adempimento a quanto previsto dal D.M. 14.01.2008.

Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento (1°-2°-3°) con grado di dettaglio crescente: i primi due sono obbligatori in fase di pianificazione (con le opportune differenze in funzione della zona sismica di appartenenza), mentre il terzo è obbligatorio in fase di progettazione quando richiesto a seconda delle casistiche degli scenari di pericolosità sismica locale (PSL).

Di seguito vengono sintetizzati gli adempimenti e le tempistiche in funzione della zona sismica di appartenenza.

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1° livello fase pianificatoria	2° livello fase pianificatoria	3° livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzata e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2.
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

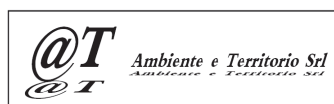
PSL = Pericolosità Sismica Locale

Studio di geologia

Dott. Geol. Alberto Trivioli

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it



Per quanto concerne il 1° livello d'approfondimento, in base a quanto riportato all'interno della Tavola 6.3 nord della "Carta della Pericolosità Sismica Locale", allegata allo studio geologico del PGT comunale, l'intera area comunale rientra nello scenario di pericolosità sismica locale Z2a – Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti.

AREE DI AMPLIFICAZIONE SISMICA LOCALE

CLASS. SISMICA O.P.C.M. 3519/06 D.G.R. X/2129/14	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (PSL) D.G.R. 9/2616/11 All. 5		EFFETTI	LIVELLO DI APPROFONDIMENTO DELLA PROCEDURA DI VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO (PREVISTO DAI CRITERI REGIONALI)
ZONA 4		Z2a	Cedimenti	3° LIVELLO per edifici strategici e rilevanti
		Zona con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti		

Poiché l'edificio oggetto d'intervento edificatorio ricade in Zona Sismica 4, ma non rientra nell'elenco degli edifici strategici e rilevanti, si può concludere che per l'intervento in oggetto non siano richiesti ulteriori approfondimenti sismici oltre il 1° livello.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto è necessaria pertanto la classificazione dei terreni compresi tra il piano di imposta delle future fondazioni ed un substrato rigido di riferimento (bedrock): la classificazione può essere basata sulla stima, nei primi 30 m di profondità dal piano di posa delle fondazioni dei valori:

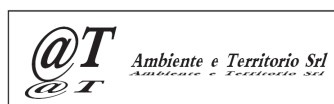
- della velocità media delle onde sismiche di taglio V_s ;
- di N_{spt} ;
- di C_u .
- o mediante descrizione litostratigrafica.

Studio di geologia

Dott. Geol. Alberto Trivioli

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it



I parametri della Vs sono stati determinati integrando i dati ricavati da una prova di sismica attiva (MASW) eseguita direttamente sull'area avente lunghezza pari a 24 m e passo fra i geofoni pari a 2 m.

CORBETTA (MI) – EUROSPIN – MISURA DI SISMICA ATTIVA – SASW/MASW

Inizio registrazione: 30/05/17 12:29:45 Fine registrazione: 30/05/17 12:43:17

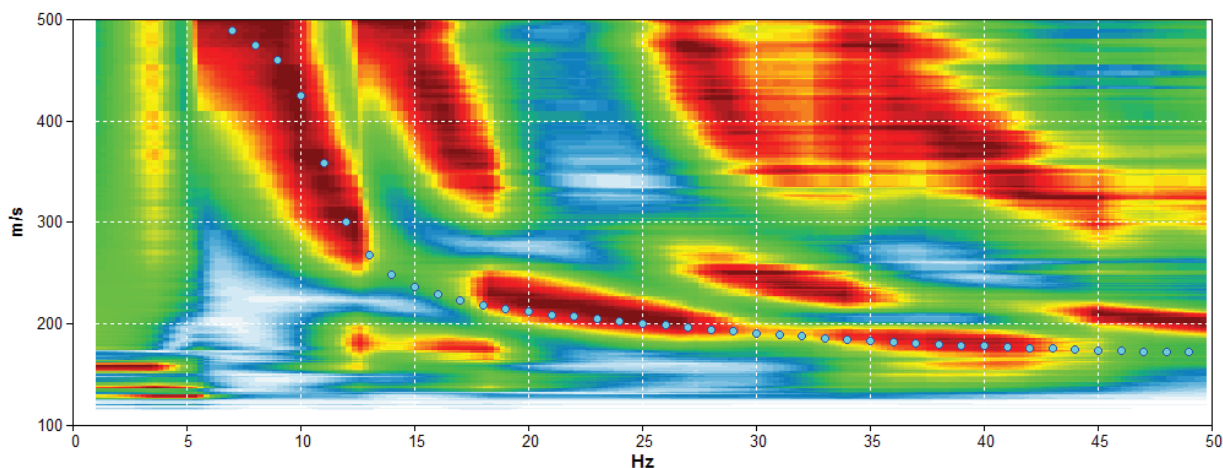
Durata registrazione: 0h04'28".

Freq. campionamento: 512 Hz

Nomi canali: B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ; B7 ; B8 ;
B9 ; B10 ; B11 ; B12

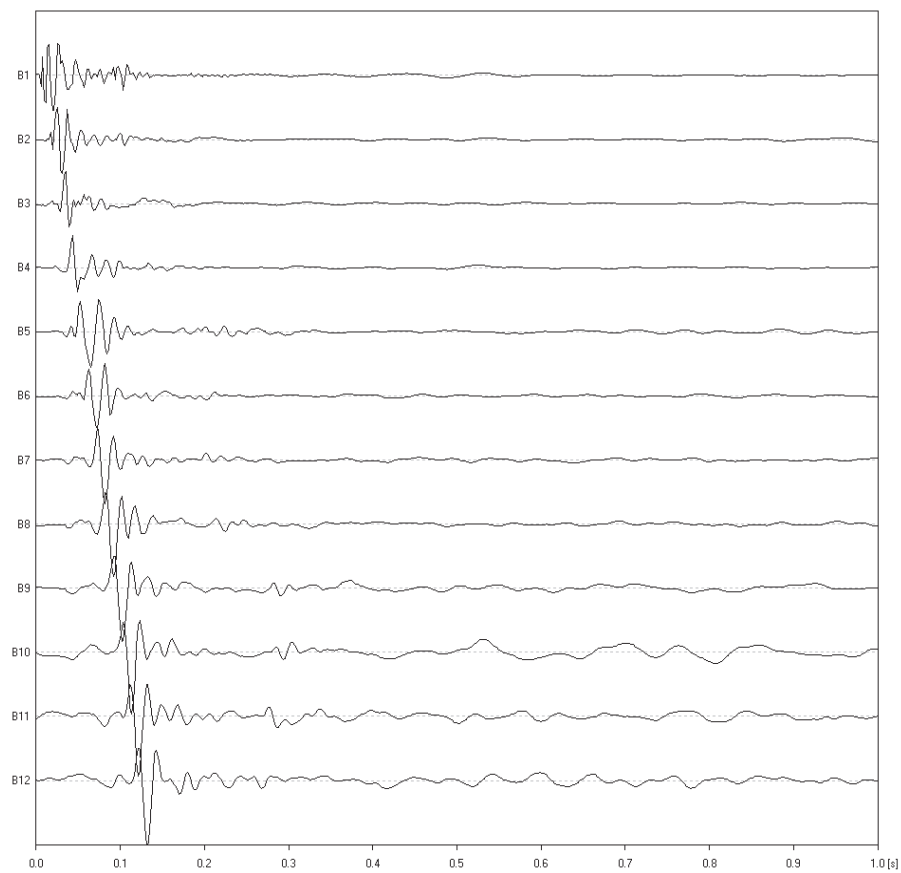
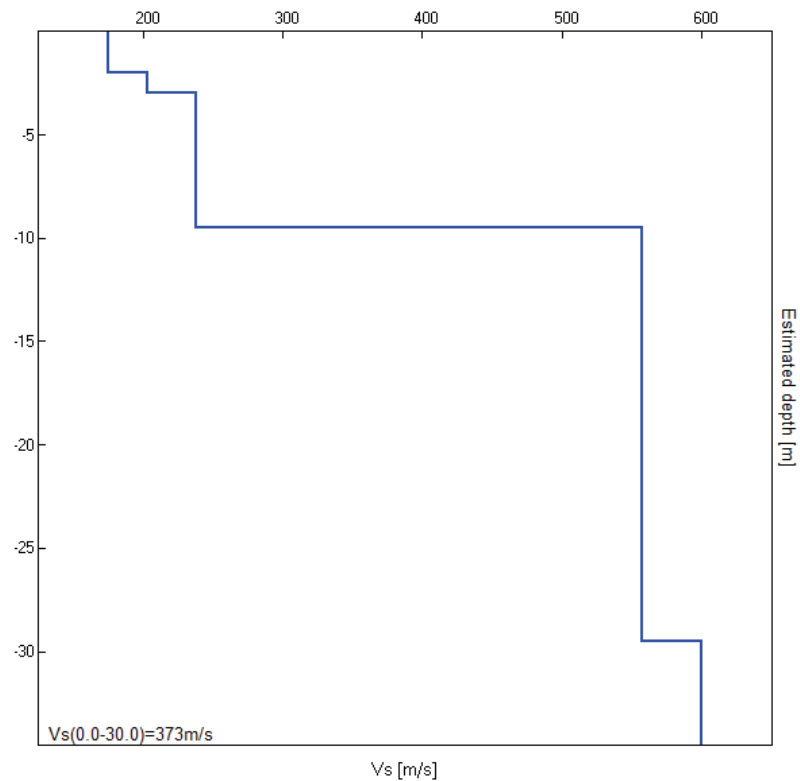
Array geometry (x): 0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 14.0 16.0 18.0 20.0 22.0 24.0 m.

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.00	2.00	175	0.42
3.00	1.00	203	0.42
9.50	6.50	238	0.42
29.50	20.00	557	0.42
inf.	inf.	600	0.42

$V_s(0.0-30.0)=373\text{m/s}$

RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA-SISMICA**Studio di geologia****Dott. Geol. Alberto Trivioli**

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it

Nelle NTC 2008 per valutare l'effetto della risposta sismica locale si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento così come riportato nella tabella seguente.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Estratto dalle NTC 2008 (tabella 3.2 – Categorie di sottosuolo)

Il valore di V_{s30} ricavato a partire dal p.c. è pari a 373 m/s ed è compreso nell'intervallo che definisce la CATEGORIA DI SOTTOSUOLO “B”.

VITA DELLA STRUTTURA

Trattandosi di un'”opera ordinaria” l’opera in progetto ha una **vita nominale**, intesa come il numero di anni nel quale l’opera, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, pari a 50 anni.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Vita nominale dei diversi tipi di opere (NTC 2008)

La **classe d'uso** la struttura in progetto rientra nella classe III, caratteristica di “Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi” con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, in presenza di azioni sismiche.

Classe I:	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
Classe II:	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in <i>Classe d'uso III</i> o in <i>Classe d'uso IV</i> , reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
Classe III:	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in <i>Classe d'uso IV</i> . Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
Classe IV:	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Classi d'uso (NTC 2008)

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento detto *vita di riferimento* V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U .

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0.7	1.0	1.5	2.0

Valori del coefficiente d'uso C_U (NTC 08)

Per la struttura in progetto la vita di riferimento V_R risulta pari a 75 anni.

CARATTERISTICHE SISMICHE DEL TERRENO

Topografia: T1 (superficie pianeggiante)

Categoria di suolo di fondazione: B

STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature

rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella tabella sottostante.

Stati Limite	P_{VR}: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

Qualora la protezione nei confronti degli stati limite di esercizio sia di prioritaria importanza, i valori di PVR forniti in tabella devono essere ridotti in funzione del grado di protezione che si vuole raggiungere.

Ai fini della definizione dell'Azione Sismica di progetto occorre valutare gli effetti che le condizioni stratigrafiche locali hanno sulla Risposta Sismica Locale.

Per la determinazione dell'azione sismica occorre considerare anche il contributo derivante dalla morfologia superficiale. Per condizioni topografiche complesse occorre predisporre specifiche analisi di Risposta Sismica Locale; nel caso in cui la topografia non presenti particolare complessità, è possibile adottare la seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Trattandosi di zona pianeggiante, l'area in esame ricade nella categoria T1, a cui non è attribuibile alcun fenomeno di amplificazione sismica legato alle condizioni topografiche.

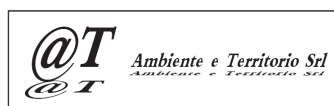
Dal punto di vista progettuale, lo spettro di risposta elastico in accelerazione riveste particolare importanza nella definizione delle Azioni Sismiche da adottare.

Studio di geologia

Dott. Geol. Alberto Trivioli

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it



RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA-SISMICA

Di seguito vengono riportati gli Spettri in accelerazione orizzontale e verticale relativi agli stati limite per l'area di trasformazione, caratterizzati, come precedentemente osservato, da probabilità di superamento differenti nel periodo di riferimento VR.

Nel caso specifico, tali spettri si riferiscono a costruzioni con Classe dell'edificio III (Coefficiente $C_u = 1.5$) e Vita nominale $VN > 50$ anni.

Via: n°:

Comune: Cap:

Provincia:

WGS84 (°)

Latitudine: Longitudine:

Isole:

(1)* Coordinate WGS84 (°)

Latitudine: Longitudine:

(1)* Coordinate ED50 (°)

Latitudine: Longitudine:

Classe dell'edificio

III. Affollamento significativo...

$C_u = 1.5$

Vita nominale:

(Opere provvisorie ≤ 10 , Opere ordinarie ≥ 50 , Grandi opere ≥ 100)

Interpolazione:

☒ Visualizza vertici della maglia di appartenenza

(1)* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.

(2)* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_o	T_c [s]
Operatività (SLO)	45	0,019	2,526	0,171
Danno (SLD)	75	0,023	2,526	0,199
Salvaguardia vita (SLV)	712	0,044	2,694	0,298
Prevenzione collasso (SLC)	1462	0,052	2,765	0,317
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	75			

CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI

☐ Muri di sostegno ☐ Paratie

☒ Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m):

us (m):

Categoria sottosuolo:

Categoria topografica:

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss *	1,20	1,20	1,20	1,20
Amplificazione stratigrafica				
Cc *	1,57	1,52	1,40	1,38
Coeff. funz categoria				
St *	1,00	1,00	1,00	1,00
Amplificazione topografica				

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,005	0,006	0,011	0,013
kv	0,002	0,003	0,005	0,006
Amax [m/s²]	0,222	0,275	0,521	0,615
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

Studio di geologia

Dott. Geol. Alberto Trivioli

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

☐ Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variazioni dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Controllo sul reticolo

☐ Senza sistema al reticolo

☐ Interpretazione ai 3 nodi

☐ Interpretazione costante

Interpolazione

media ponderata

La "Ricerca per comune" utilizza la coordinate STAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le zone sismiche possono essere qualitativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_n [anni]

Coefficiente di uso della costruzione - q_s [unità]

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - T_n [anni]

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R [anni]

Stati limite di esercizio - SLE	$SLE - P_{WH} = 81\%$	$SLE - P_{WH} = 63\%$
Stati limite ultimi - SLU	$SLU - P_{WH} = 10\%$	$SLU - P_{WH} = 5\%$

Elaborazioni

Grafici parametrizzazione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametrizzazione

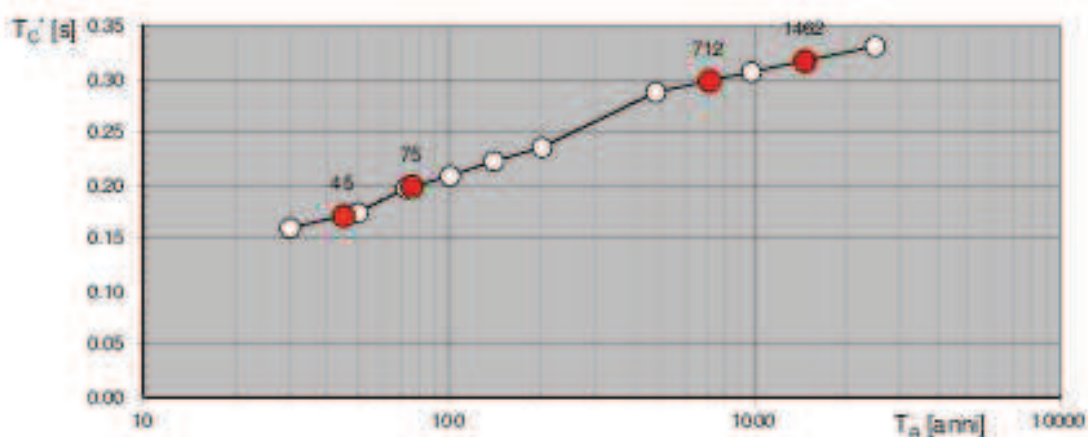
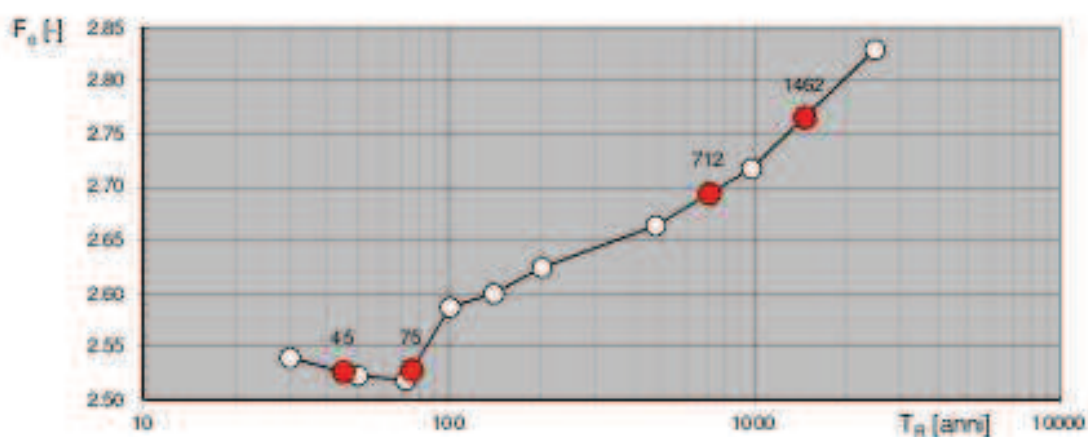
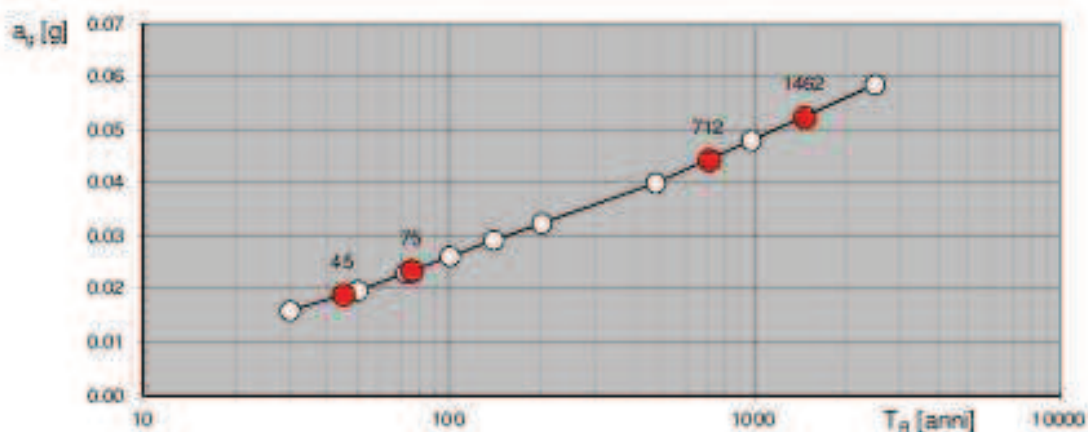
LEGENDA GRAFICO

--- [linea tratteggiata] --- Strategia per costruzioni ordinarie

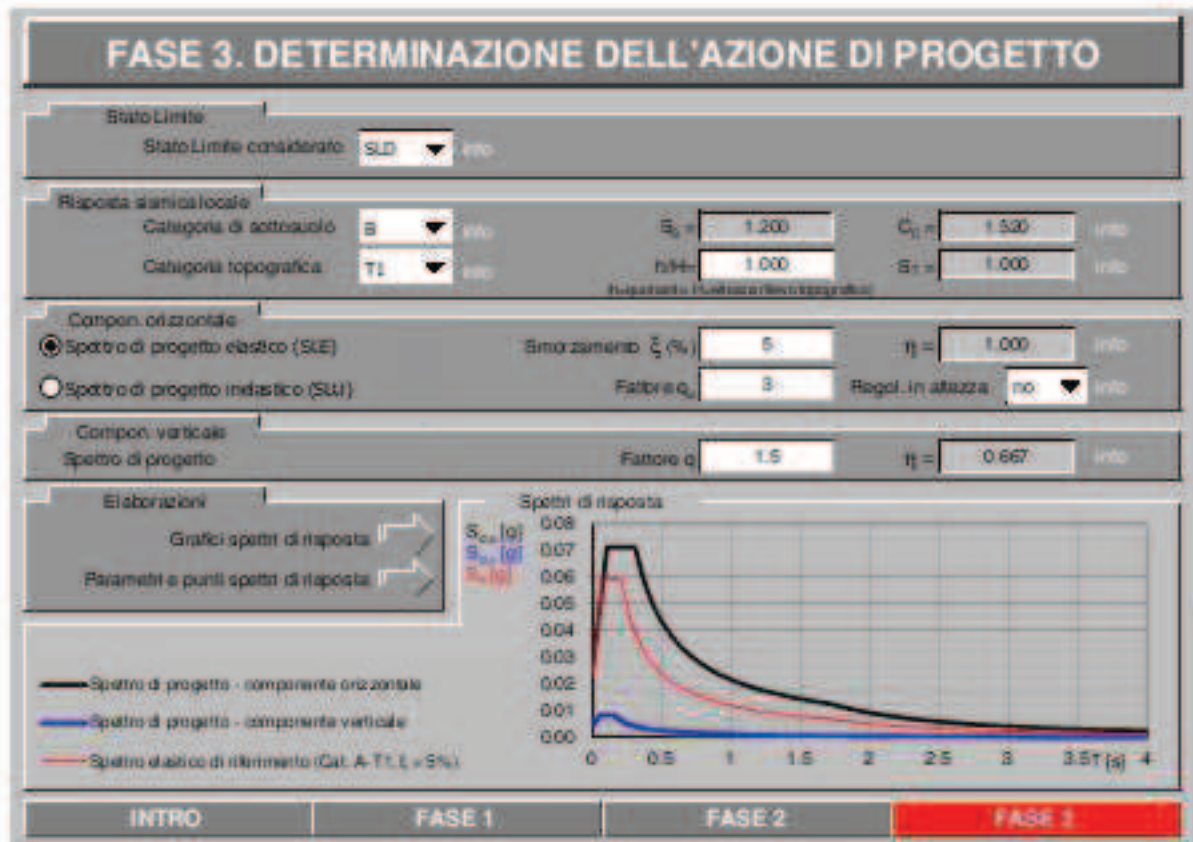
--- [linea tratteggiata] --- Strategia scelta

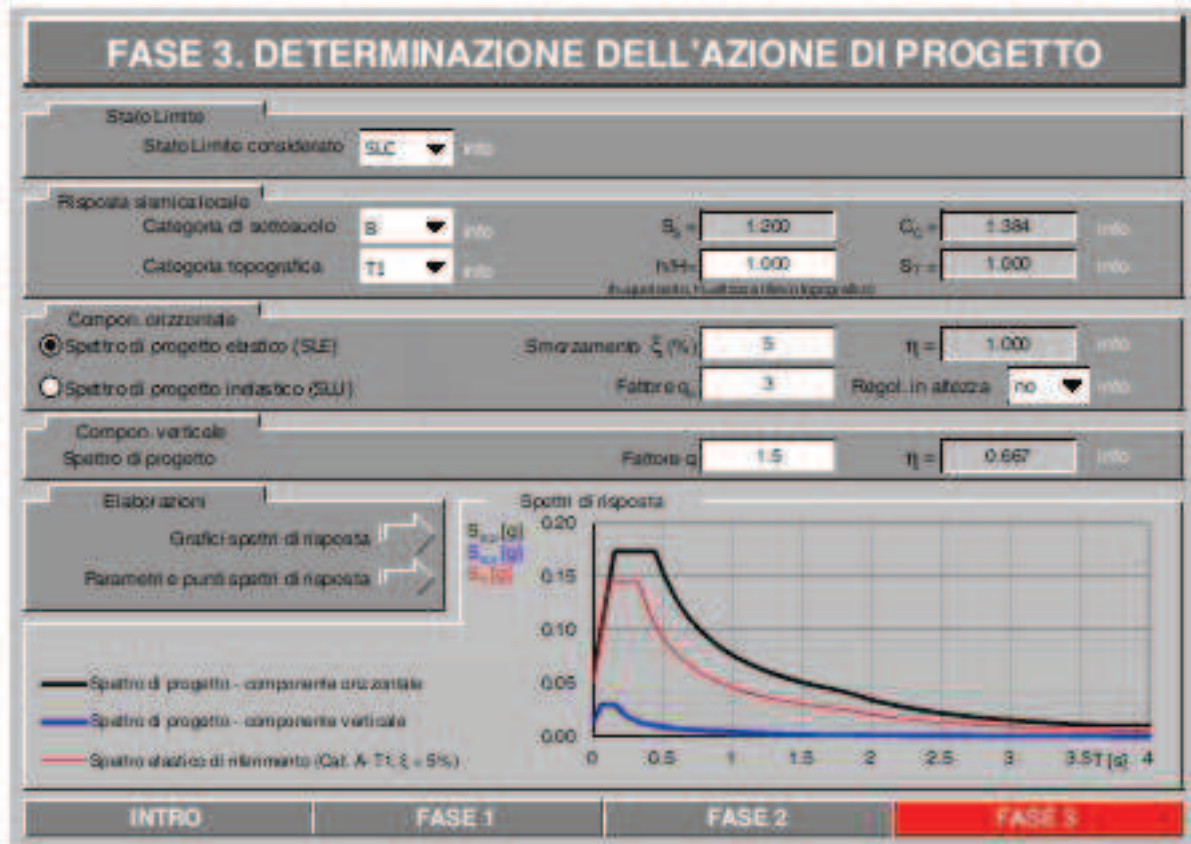
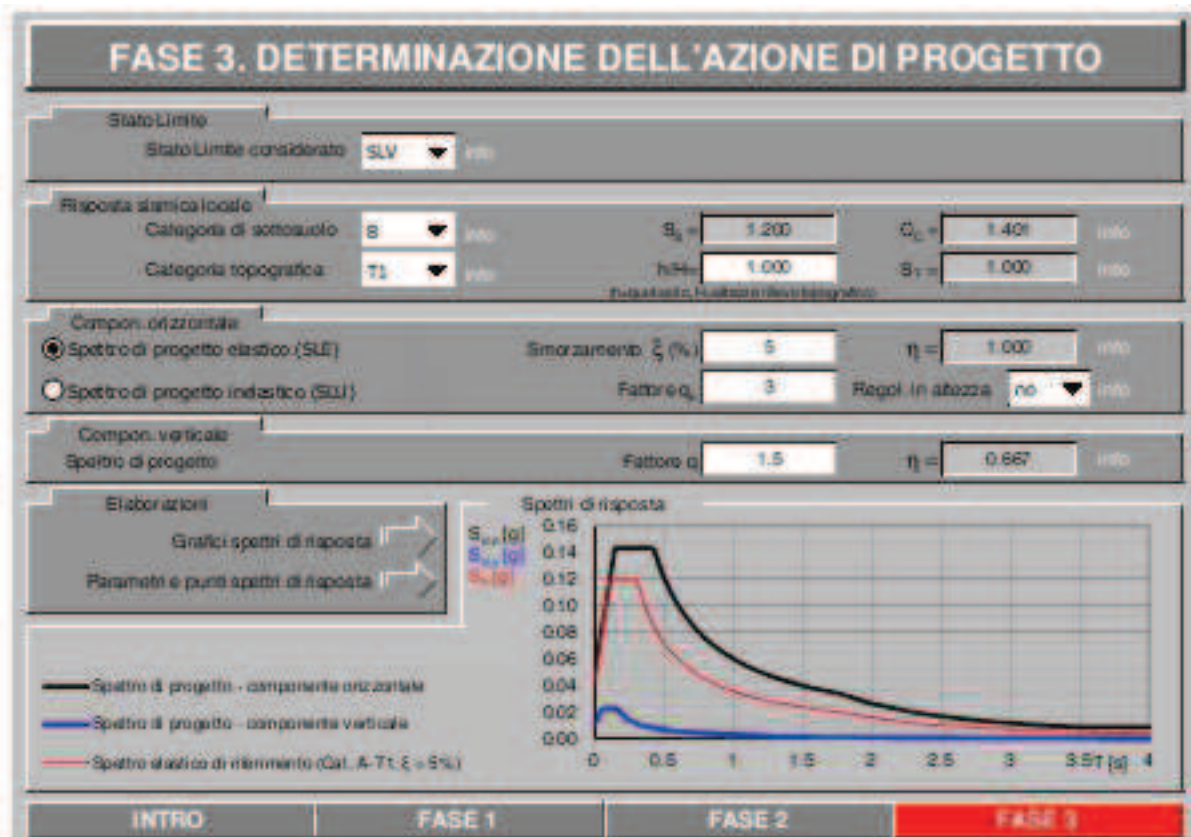
Strategia di progettazione

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Valori di progetto dei parametri a_g , F_a , T_C in funzione del periodo di ritorno T_R 

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.





3.5 - CONSIDERAZIONI IN ORDINE ALLA STABILITÀ' DEL SITO NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

La liquefazione è il processo per il quale si giunge all'annullamento della resistenza al taglio di terreni qualora sottoposti allo scuotimento di un terremoto.

Per liquefazione si intende l'annullamento di resistenza al taglio di terreni saturi sotto sollecitazioni di taglio cicliche o monotoniche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di un fluido viscoso. Il fenomeno, che si verifica in particolare nelle sabbie fini e nei limi in falda con densità da media a bassa e a granulometria piuttosto uniforme, avviene quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione di confinamento e conseguentemente la tensione efficace si riduce a zero.

In generale si può osservare che i depositi più facilmente liquefacibili sono i terreni recenti, i terreni di bonifica ed in generale i depositi non consolidati caratterizzati da:-
profondità dello strato potenzialmente liquefacibile < 15 m dal p.c.;

- falda molto superficiale (profondità inferiore ai 5 m dal p.c.);
- densità relativa $D_r < 60 \%$;
- diametro medio: $0,02 \text{ mm} < D_{50} < 2 \text{ mm}$;
- frazione dei fini (diametro < 0.005 mm) < 15%

Le condizioni scatenanti che riguardano le caratteristiche sismiche sono:

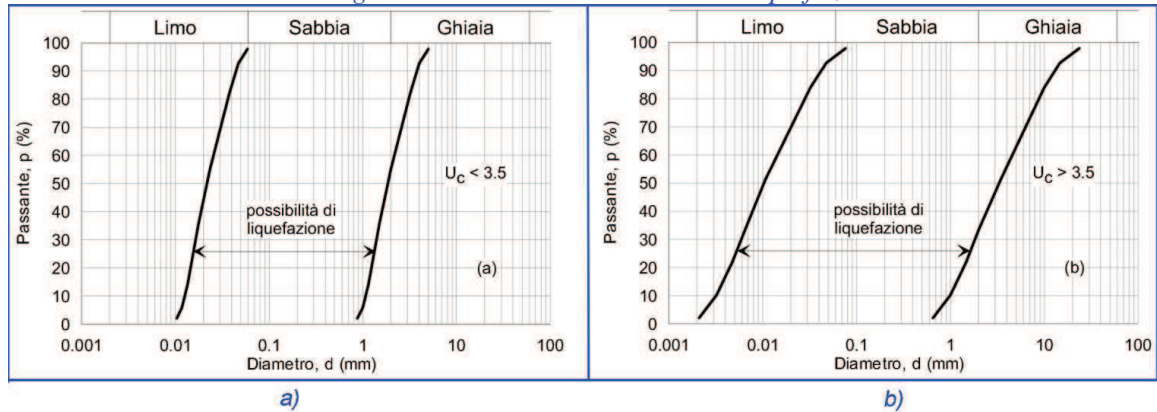
- magnitudo $M > 5.5$;
- $PGA > 0.15 \text{ g}$;
- durata > 15-20 sec.

E' noto i che i materiali più suscettibili a fenomeni di liquefazione in seguito a sollecitazioni sismiche sono quelli prettamente sabbiosi posti sotto falda a profondità relativamente basse.

Le conoscenze dei luoghi e le ricerche bibliografiche non hanno messo in evidenza precedenti casi di processi di liquefazione nella zona.

Per quanto concerne gli aspetti relativi alla stabilità del sito nei confronti del fenomeno della liquefazione si fa presente che la vigente normativa tecnica per le costruzioni (NTC08) precisa che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo $M < 5$;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni dirette superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata ($N_{160} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$, dove (N_{160})₆₀ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in a) della seguente immagine, nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$, ed in b) della medesima nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$ (b), dove $U_c = D_{60}/D_{10}$ con D_{60} diametro equivalente passante al 60% e D_{10} diametro equivalente passante al 10%.

Fasce granulometriche suscettibili alla liquefazione

L'accelerazione massima ($a_{gmax} = a_{gSsSt}$) attesa in superficie è pari a 0,053g, essendo l'accelerazione attesa per la zona dalla classificazione nazionale pari a 0.44g, il coefficiente d'amplificazione stratigrafica pari a 1,2 (Suolo B) e il coefficiente di amplificazione topografica pari a 1.

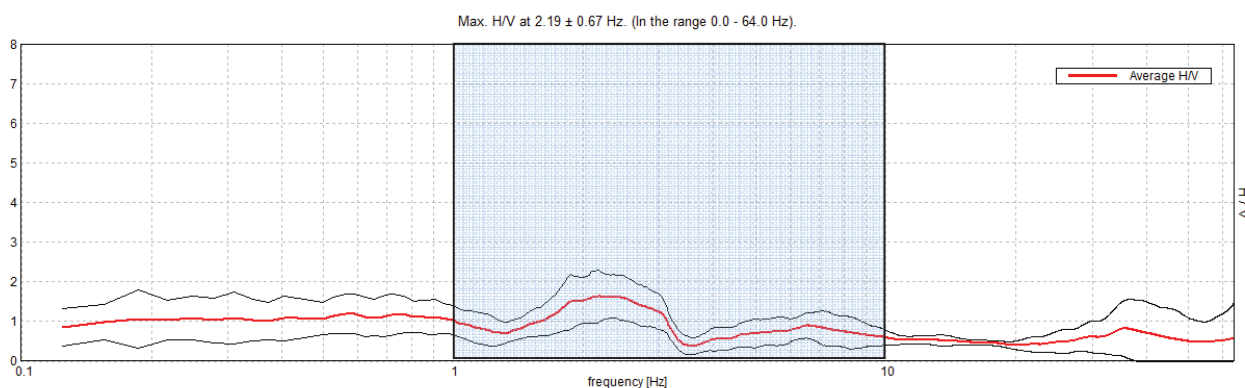
Nel sito oggetto di studio, essendo le accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g, in accordo alla normativa vigente la verifica alla liquefazione può essere omessa.

3.6 – FREQUENZA FONDAMENTALE DEI TERRENI

L'indagine sismica effettuata ha inoltre consentito la valutazione della frequenza fondamentale dei terreni indagati. Tale valutazione risulta di notevole importanza se si considera che in caso di eventi sismici la struttura subisce danni notevolmente maggiori se essa presenta dei modi di vibrare con frequenze prossime a quelle dei terreni.

Nakamura (1989) ha dimostrato che i massimi dei rapporti spettrali H/V consentono di individuare correttamente la frequenza e quindi il periodo fondamentale di risonanza per le onde S.

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



Il grafico HVSR non mostra picchi significativi all'interno del campo di frequenze di interesse ingegneristico ($1 \div 10$ Hz).

Sono pertanto da escludere, in via preliminare, fenomeni d'amplificazione sismica per effetti di doppia risonanza (frequenza naturale edificio = frequenza naturale terreni di fondazione).

**4 - STIMA DEL VALORE DI PROGETTO DELLA RESISTENZA DEL TERRENO (R_d)
PER LE VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) (NTC
2008)**

In base al contesto litostratigrafico esistente e sulla base dei parametri di resistenza dedotti dalle singole prove geognostiche, si riportano, qui di seguito, i criteri utilizzati per la determinazione della capacità portante ammissibile del terreno di fondazione dell'area.

La scelta dei parametri geotecnici per la verifica della stabilità del terreno di fondazione è stata fatta:

- 1) in base al tipo di problema geotecnico in questione;
- 2) sulla base della storia tensionale e della litologia del deposito in oggetto secondo i passaggi procedurali qui di seguito schematizzati:

tipo di problema geotecnico: "carico"
↓
condizioni critiche per la stabilità: "a breve scadenza"
↓
determinazione dei parametri di resistenza:
"Cu" (coesione non drenata) e " ϕ " (angolo d'attrito interno)

Per quanto concerne la verifica della stabilità del terreno di fondazione è essenziale stabilire innanzitutto le condizioni più critiche per la stessa e quindi operare una scelta opportuna dei parametri geotecnici da utilizzare.

Nei terreni coesivi e semicoesivi (limi ed argille) poco permeabili l'applicazione di carichi al terreno induce delle tensioni che generano sovrappressioni nei pori del mezzo sollecitato: le condizioni più critiche per la stabilità del terreno di fondazione sono quelle

iniziali; la verifica della stabilità dell'opera di fondazione va perciò effettuata in condizioni non drenate, cioè a breve termine, utilizzando la resistenza al taglio del terreno in termini di tensioni totali, vale a dire con $t_f = C_u$ ed assumendo come angolo d'attrito interno $\phi = 0$.

Nei terreni granulari (sabbie e ghiaie) l'applicazione di sovraccarichi non ingenera sovrappressioni interstiziali dei fluidi presenti, a causa dell'elevata permeabilità tipica di questi tipi di terreni: i parametri di resistenza impiegati per la verifica di stabilità sono quindi espressi in termini di tensioni efficaci, poichè fanno riferimento a condizioni drenate del terreno; di conseguenza si assumerà $\phi' \neq 0$ e coesione nulla $c = 0$.

Le considerazioni che seguono si basano su criteri teorici attualmente convalidati ed opportunamente applicati al caso in questione in base al presente contesto geologico-morfologico ed ipotizzando l'utilizzo di una fondazione diretta.

Pur rimandando al progettista calcolatore delle strutture ogni ipotesi progettuale, in base al contesto litostratigrafico esistente e sulla base dei parametri geotecnici di resistenza stimati nel presente lavoro, si riporta qui di seguito il criterio utilizzato per la stima di massima del valore di progetto della resistenza del terreno (R_d) impiegando una fondazione diretta a plinto isolata di larghezza pari a 3 m impostata a -2 dall'attuale p.c. con appoggio sui terreni granulari da sciolti a poco addensati.

La falda viene considerata, per motivi del tutto cautelativi, coincidente con il piano d'appoggio della fondazione.

La pressione di contatto limite ultima di un corpo di carico è quella pressione raggiunta per la quale non è più possibile alcuna forma di equilibrio del terreno.

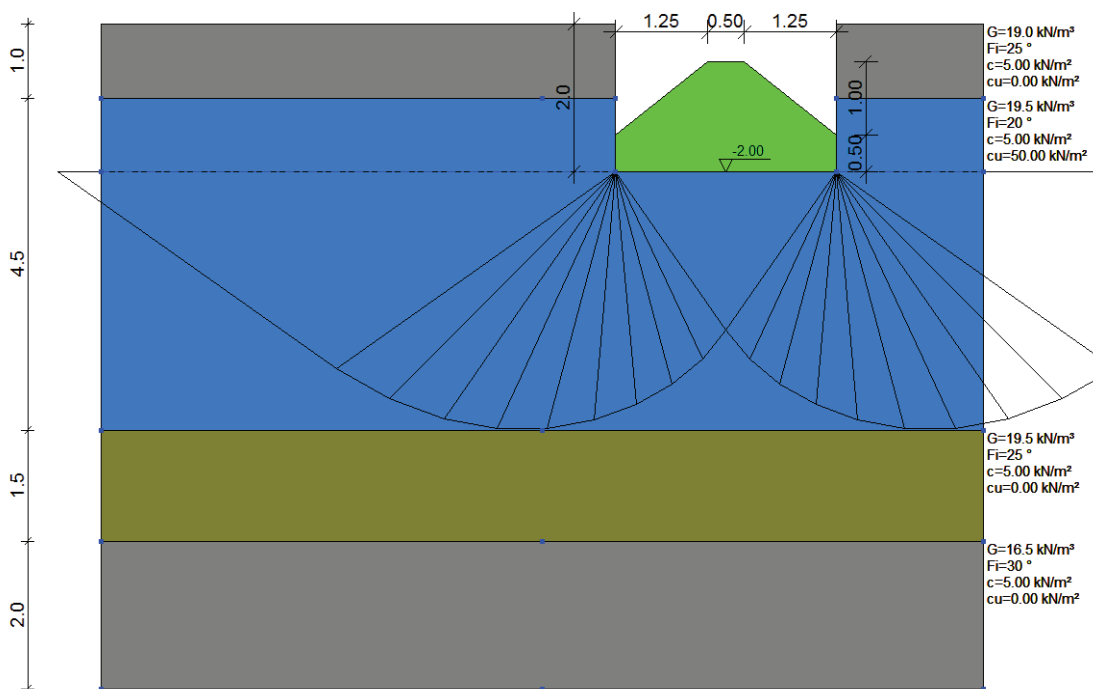
Per la stima del valore di progetto di massima della resistenza del terreno R_d di fondazione vengono utilizzati metodi noti in letteratura.

Si sono utilizzati valori caratteristici dei parametri geotecnici intesi come stima ragionata e cautelativa dei valori dei parametri nello stato limite considerato ed il modello geotecnico rappresentativo del volume significativo di terreno interessato dalle sollecitazioni.

Si sono pertanto eseguite le seguenti stime per la capacità portante del terreno (progettazione per le azioni sismiche) in condizioni a breve termine (non drenate) e a lungo termine (drenate) e considerando, per ragioni del tutto cautelative ma improbabili, la presenza della falda coincidente con il piano d'appoggio delle fondazioni.

Le stime di capacità portante per l'azione sismica agli SLU sono di seguito condotte per lo SLV in condizioni drenate per carico limite dell'insieme fondazione-terreno con l'approccio progettuale 2 (DA2) (combinazione unica STR-GEO) applicando un coefficiente globale $\gamma_r = 2,3$ (Capacità Portante).

B Larghezza fondazione (m)	L Lunghezza fondazione (m)	D Profondità di incastro (m)
3	3	2,0



CALCOLO PORTANZA FONDAZIONE A PLINTO 3X3 IN CONDIZIONI NON DRENATE

DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	3.0 m
Lunghezza fondazione	3.0 m
Profondità piano di posa	2.0 m
Altezza di incastro	1.5 m
Profondità falda	2.0

SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0.053
Effetto sismico secondo	NTC(C7.11.5.3.1)
Fattore di struttura [q]	3
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0.25
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0.0105
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0.0472

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	75.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45.0	0.19	2.53	0.17
S.L.D.	75.0	0.23	2.53	0.2
S.L.V.	712.0	0.43	2.69	0.3
S.L.C.	1462.0	0.51	2.77	0.32

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.228	0.2	0.0047	0.0023
S.L.D.	0.276	0.2	0.0056	0.0028
S.L.V.	0.516	0.2	0.0105	0.0053
S.L.C.	0.612	0.2	0.0125	0.0062

RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA-SISMICA

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito;

Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi;

Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff.

consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m³]	Gams [kN/m³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m²]	c Corr. [kN/m²]	cu [kN/m²]	Ey [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Ni	Cv [cmq/s]	Cs
1.0	19.0	22.0	25.0	25	5.0	5.0	0.0	35000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.5	19.5	22.0	20.0	20	5.0	5.0	50.0	20000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.5	19.5	22.0	25.0	25	5.0	5.0	0.0	35000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	16.5	22.0	30.0	30	5.0	5.0	0.0	50000.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.D.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Ca pacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult] 429.14 kN/m²

Resistenza di progetto [Rd] 186.58 kN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 17165.6 kN/m³

A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore [Ng]	0.0
Fattore forma [Sc]	1.2
Fattore profondità [Dc]	1.27
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite 429.14 kN/m²

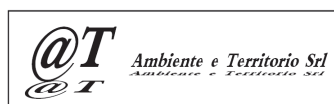
Resistenza di progetto 186.58 kN/m²

Studio di geologia

Dott. Geol. Alberto Trivioli

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it



Sisma

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore [Ng]	0.0
Fattore forma [Sc]	1.2
Fattore profondità [Dc]	1.27
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
Carico limite	429.14 kN/m ²
Resistenza di progetto	186.58 kN/m ²

CALCOLO PORTANZA FONDAZIONE A PLINTO 3X3 IN CONDIZIONI DRENATE**DATI GENERALI**

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	3.0 m
Lunghezza fondazione	3.0 m
Profondità piano di posa	2.0 m
Altezza di incastro	1.5 m
Profondità falda	2.0

SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0.053
Effetto sismico secondo	NTC(C7.11.5.3.1)
Fattore di struttura [q]	3
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0.25
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0.0105
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0.0472

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	75.0 [anni]

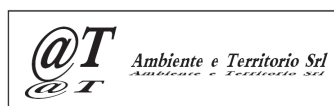
Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

Studio di geologia**Dott. Geol. Alberto Trivioli**

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it



RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA-SISMICA

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45.0	0.19	2.53	0.17
S.L.D.	75.0	0.23	2.53	0.2
S.L.V.	712.0	0.43	2.69	0.3
S.L.C.	1462.0	0.51	2.77	0.32

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.228	0.2	0.0047	0.0023
S.L.D.	0.276	0.2	0.0056	0.0028
S.L.V.	0.516	0.2	0.0105	0.0053
S.L.C.	0.612	0.2	0.0125	0.0062

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito;
 Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi;
 Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff.
 consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m ³]	Gams [kN/m ³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m ²]	c Corr. [kN/m ²]	cu [kN/m ²]	Ey [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Ni	Cv [cmq/s]	Cs
1.0	19.0	22.0	25.0	25	5.0	5.0	0.0	35000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.5	19.5	22.0	20.0	20	5.0	5.0	50.0	20000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.5	19.5	22.0	25.0	25	5.0	5.0	0.0	35000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	16.5	22.0	30.0	30	5.0	5.0	0.0	50000.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m ²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.D.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Ca pacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

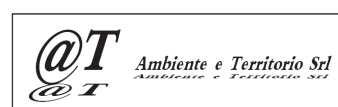
Autore: Brinch - Hansen 1970

Studio di geologia

Dott. Geol. Alberto Trivioli

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it



RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA-SISMICA

Carico limite [Qult]	563.64 kN/m ²
Resistenza di progetto[Rd]	245.06 kN/m ²
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	--

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)	
Costante di Winkler	22545.43 kN/m ³

A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	6.4
Fattore [Nc]	14.83
Fattore [Ng]	2.95
Fattore forma [Sc]	1.41
Fattore profondità [Dc]	1.27
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.34
Fattore profondità [Dq]	1.21
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.7
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	569.89 kN/m ²
Resistenza di progetto	247.78 kN/m ²

Sisma

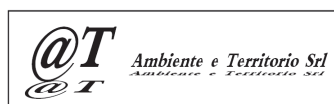
Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	6.4
Fattore [Nc]	14.83
Fattore [Ng]	2.95
Fattore forma [Sc]	1.41
Fattore profondità [Dc]	1.27
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.34
Fattore profondità [Dq]	1.21
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.7
Fattore profondità [Dg]	1.0

Studio di geologia**Dott. Geol. Alberto Trivioli**

Strada Farini, 5 - 43100 Parma

Tel: 0521/232421 Fax: 0521/230760 E-mail: geoltriv@tin.it



RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA-SISMICA

Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.83
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	563.64 kN/m ²
Resistenza di progetto	245.06 kN/m ²
=====	

Le simulazioni di cui sopra, per la stima della capacità portante, hanno fornito un valore minimo stimato di progetto R_d della resistenza del terreno (resistenza del sistema geotecnico) pari a circa 1,85 Kg/cm² in condizioni non drenate e pari a circa 2,45 Kg/cm² in condizioni drenate.

5 - CEDIMENTI

I cedimenti dei terreni di fondazione, com'è noto, risultano generalmente costituiti dai contributi dovuti a fenomeni immediati e di consolidazione; quelli di consolidazione si dilazionano nel tempo all'interno dei terreni fini coesivi, quelli immediati fanno sentire i loro effetti principalmente in presenza di terreni granulari, esaurendosi al termine dell'imposizione dei carichi e cioè nel momento in cui sono completate le opere d'arte.

Per quanto riguarda l'entità dei cedimenti delle strutture fondazionali si può affermare quanto segue:

facendo riferimento alla stratigrafia peculiare del sito, il bulbo di pressione indotto dalla fondazione a plinto coinvolgerà per lo più lo "strato" denominato "B";

MODELLO GEOLOGICO		
Strato	Profondità strato da p.c. [m]	Litologia
A	0,00m ÷ 1,00m	Terreno di riporto antropico.
B	1,00m ÷ 5,50m	Alternanze di sabbie e sabbie con limo debolmente ghiaiose da sciolte a poco addensate.
C	5,50m ÷ 7,00m	Alternanze di sabbie con ghiaia e ghiaie con sabbia da poco addensate a moderatamente addensate.
D	7,00m ÷ 9,00m	Alternanze di ghiaie con sabbia da addensate a molto addensate..
SOGGIACENZA MEDIA FALDA: 3 ÷ 6 m circa dal p.c.		

i terreni direttamente interessati dai carichi statici sono prevalentemente di tipo semigranulare a partire dalla quota di circa 1 m dal p.c.;

- i terreni di fondazione, a natura granulare, presentano valori dei moduli elastici nel complesso dell'ordine dei 20 MPa;

- le verifiche dei cedimenti nei confronti degli stati limite d'esercizio, in assenza di azioni sismiche, riguardano i cedimenti in regime statico; il concetto essenziale comporta che nelle verifiche il cedimento di progetto debba essere minore di una determinata soglia critica, pregiudizievole alla funzionalità della struttura.

Presupponendo di posare le strutture di fondazione a profondità di circa 2 m dall'attuale p.c., una stima dell'entità dei cedimenti massimi per i terreni semigranulari viene effettuata secondo la teoria dell'elasticità considerando il cedimento dei terreni sottostanti la fondazione per uno spessore pari alla larghezza della fondazione:

- un diagramma semplificato di carico di tipo rettangolare;
- moduli elastici desunti dalle prove in situ;
- l'applicazione della seguente formula generale: $S = [\sigma (1 - \mu^2) / E] \times H$.

in cui: σ = pressione unitaria d'esercizio

E = modulo elastico

μ = coefficiente di Poisson

H = larghezza fondazione

Considerando un modulo elastico medio per i depositi granulari presenti pari a 20 MPa e un coefficiente di Poisson pari a 0,3, si è stimato un cedimento massimo dell'ordine di circa 0,02 m (2 cm) per i terreni granulari (strato B), ciò considerando una pressione unitaria d'esercizio sui terreni pari a 1,5 Kg/cm².

Tale entità del cedimento, per lo più di tipo elastico-immediato, appare compatibile per strutture edificatorie di tipo isostatico come nel caso in oggetto.

6 - CONCLUSIONI

La presente relazione geologica-geotecnica e sismica ha riguardato i risultati delle indagini geognostiche, lo studio geologico-sismico, la stima dei parametri geotecnici e della capacità portante dei terreni di fondazione interessati dal progetto del PIANO ATTUATIVO A DESTINAZIONE COMMERCIALE/TERZIARIO in via Simone da Corbetta 89/91 in Comune di Corbetta(MI).

L'intervento in progetto prevede la demolizione degli attuali edifici e la realizzazione di edifici commerciali in quota con la viabilità circostante, e l'impiego di fondazioni dirette a plinto isolate.

Scopo del presente lavoro è quello di fornire un quadro generale geologico-morfologico-idrogeologico e sismico di tutta l'area interessata dal progetto e di caratterizzare dal punto di vista geotecnico e geomeccanico tutte le litologie presenti, per permettere ai progettisti delle strutture di poter operare le opportune scelte del caso.

Le considerazioni di cui al presente elaborato ed in particolare le considerazioni in merito agli aspetti relativi alla capacità portante e cedimenti dei terreni di fondazione, sono riferite alla quota dell'attuale piano campagna a partire dal quale sono state effettuate le relative indagini geognostiche.

I sopralluoghi effettuati non hanno messo in evidenza fenomeni di instabilità del terreno; ciò è confermato anche dalle condizioni strutturali dei manufatti presenti nelle

vicinanze che non mostrano lesioni o altri indizi di incompatibilità tra le strutture in elevazione e la portanza del terreno.

Per quanto concerne la stratigrafia di dettaglio dell'area, il terreno di fondazione nei primi 9 metri di profondità (quota di terreno direttamente indagata), oltre alla presenza in superficie di un terreno di riporto con spessori per lo più inferiori a 1 m, è caratterizzato, nei primi 5-6 m di profondità, da terre a granulometria media (sabbie e sabbie con limo debolmente ghiaiose), con geometria lenticolare, da sciolte a poco addensate, e, tra 6 e 8 m da terre a granulometria da media a grossolana (sabbie con ghiaia e ghiaie con sabbia) da poco addensate ad moderatamente addensate. Più in profondità sono presenti ghiaie con sabbia da addensate a molto addensate.

I terreni granulari in posto di cui sopra presentano caratteristiche geotecniche e geomeccaniche che rientrano nella media per depositi alluvionali di questo tipo, forniscono cioè sufficienti garanzie di capacità portante nei confronti dell'applicazione di carichi statici verticali uniformemente distribuiti; diventano tuttavia spingenti (instabili), soprattutto se saturi, in fase di scavo.

Nel caso che alla quota di imposta delle fondazioni si rinvenissero lenti di terreno scadenti dal punto di vista delle caratteristiche geomeccaniche, queste dovranno essere opportunamente bonificate. Le bonifiche ed eventuali riempimenti, per portare in quota i piani fondazionali, dovranno essere realizzati con calcestruzzo magro.

Per quanto concerne l'assetto idrogeologico, la falda freatica non dovrebbe interferire direttamente con le future opere fondazionali di tipo superficiali dirette ma con il bulbo di pressione indotto dalle fondazioni stesse.

Le simulazioni di cui sopra, per la stima della capacità portante, hanno fornito un valore minimo stimato di progetto R_d della resistenza del terreno (resistenza del sistema geotecnico) pari a circa $1,85 \text{ Kg/cm}^2$ in condizioni non drenate e pari a circa $2,45 \text{ Kg/cm}^2$ in condizioni drenate, avendo considerato un plinto a base quadrata con lato di 3 m, una profondità di posa a -2 m dal p.c. e nulle le spinte orizzontali.

Il valore di R_d (resistenza del sistema geotecnico) stimato nel presente lavoro e i cedimenti stimati inferiori a 2 cm circa sono indicativi e forniscono un riferimento dell'ordine di grandezza della capacità portante dei terreni di fondazione presenti sull'area.

Si prescrive di attestare le future fondazioni di tipo diretto a plinto ad una profondità non inferiore a circa - 2 m dall'attuale piano di calpestio; ciò permetterà di by-passare quelle litologie interessate dal gelo e dalle significative variazioni di umidità stagionali responsabili in primis dei fenomeni di rigonfiamento e ritiro.

Per quanto concerne i riempimenti e per realizzare i piazzali si prescrive la realizzazione di un rilevato con materiali idonei appartenenti ai gruppi e sottogruppi A-1 della classificazione stradale H.R.B.-A.A.S.H.T.O. (CNR 10006).

Il territorio oggetto di intervento ricade nel Comune di Corbetta classificato come sismicità in Zona 4, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (n. 3274 – 20 marzo 2003 – G.U. n. 105 dell'8-5-2003 e alla Delibera della Giunta Regionale Lombardia 11/07/2014 n.X/2129 – Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia) “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” .

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto, i terreni di fondazione presenti lungo la verticale dell'area d'intervento, da quanto si è potuto sino ad ora accertare nei primi 30 m di profondità, appartengono alla categoria “B”.

Le verifiche in ordine alla stabilità' del sito nei confronti della liquefazione, eseguite in accordo alla normativa vigente, hanno consentito di considerare i depositi presenti come non liquefacibili e non eccessivamente cedevoli in caso di sisma.

Allo stato attuale delle conoscenze si ritengono improbabili la presenza di zone interessate da potenziali fenomeni cosismici sull'area oggetto di studio.

L'analisi di microzonazione sismica non ha evidenziato, in via preliminare, la possibilità che si possano verificare fenomeni d'amplificazione sismica per effetti di doppia risonanza (frequenza naturale edificio = frequenza naturale terreni di fondazione).

La presente relazione ha preso in esame uno stato di fatto ed ha inteso evidenziare le problematiche tecniche che si potranno incontrare; tuttavia in corso d'opera si potranno

apportare adeguamenti progettuali ritenuti più idonei alla realtà geologico-morfologica che si andrà a rilevare nel dettaglio.

Quanto sopra rientra nei criteri generali stabiliti dalle norme in vigore, in particolare dal D.M. 11/3/88 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce...”, dove si sottolinea che le indagini in fase di progetto, per quanto possano essere estese e approfondite, non sono generalmente sufficienti a definire nei dettagli le reali situazioni geologiche e geomeccaniche e che quindi l’ipotesi progettuale va costantemente affinata in corso d’opera.

In fase d’esecuzione degli scavi e realizzazione dei corpi fondazionali è buona e consolidata prassi verificare, mediante supervisione geologica, le considerazioni di natura geologico-geotecnica assunte in questo elaborato.

Parma, giugno 2017

il geologo

Dott. Alberto Trivioli



ALLEGATO 1

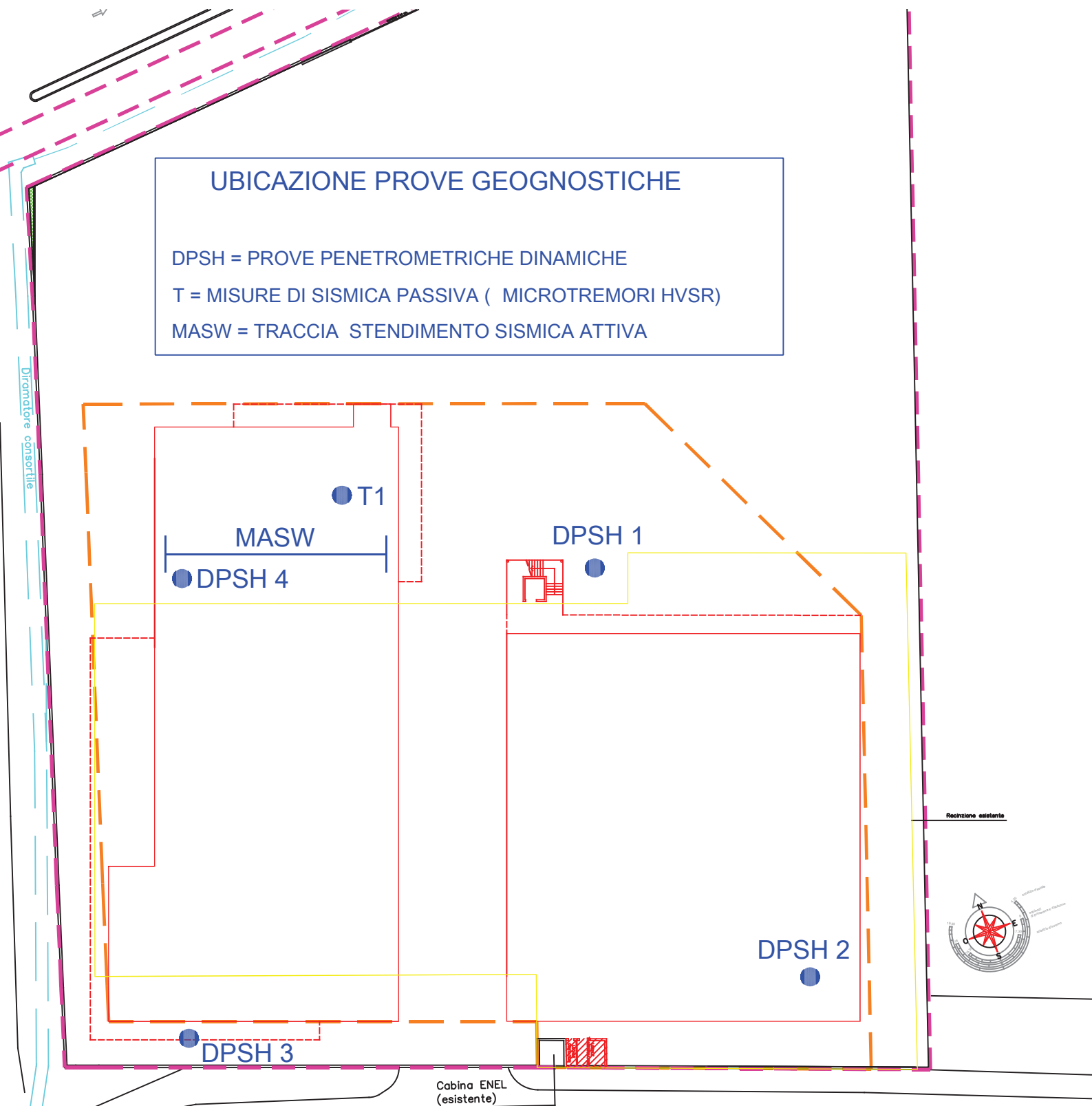
UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

UBICAZIONE PROVE GEOGNOSTICHE

DPSH = PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

T = MISURE DI SISMICA PASSIVA (MICROTREMMORI HVSR)

MASW = TRACCIA STENDIMENTO SISMICA ATTIVA



ALLEGATO 2

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA "DPSH" ("SCPT")
(dynamic probing super heavy)

Commitente: Strade 2020 Srl

Località: CORBETTA - Via Magentola

Quota inizio: P.c.

Profondità Falda: 5,20 m

Note: Procedura di riferimento "ISSMFE '88", "DIN 4094", "AGI '77"

Esecuzione prova: 30/05/2017



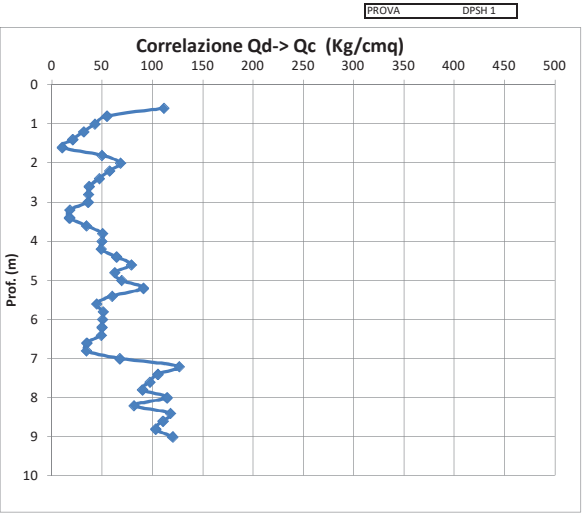
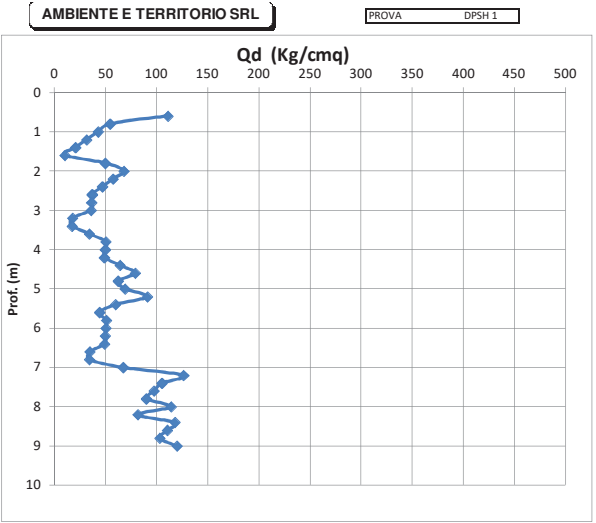
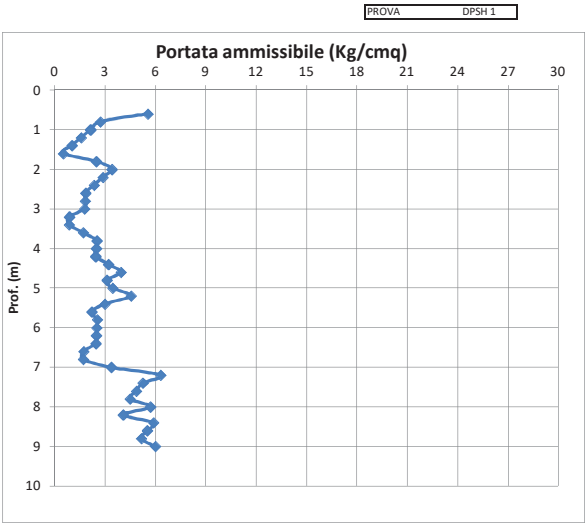
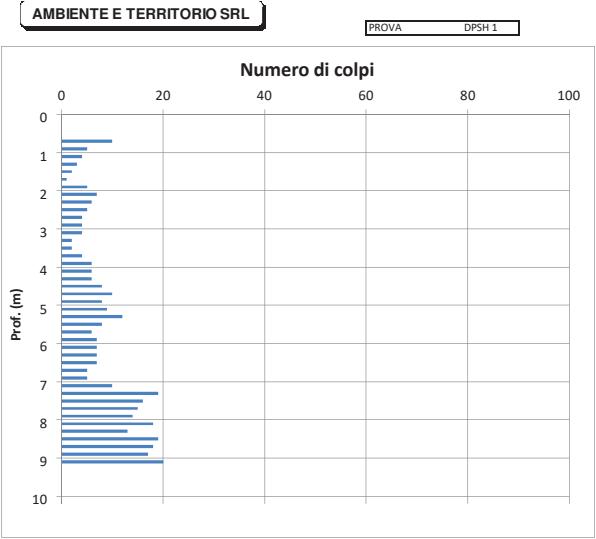
Ambiente e Territorio Srl

PROVA DPSH 1

LETTURE DI CAMPAGNA

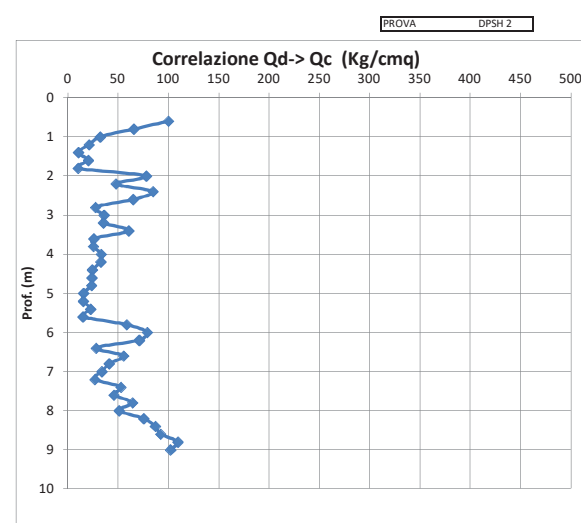
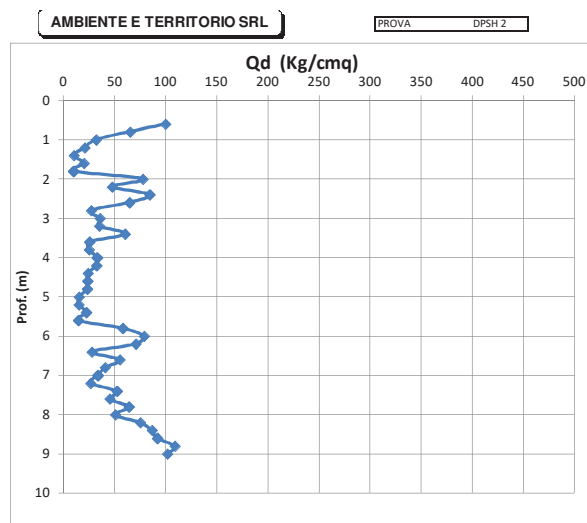
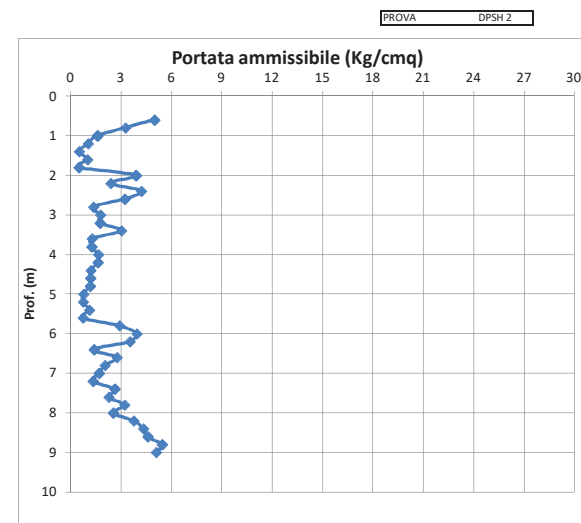
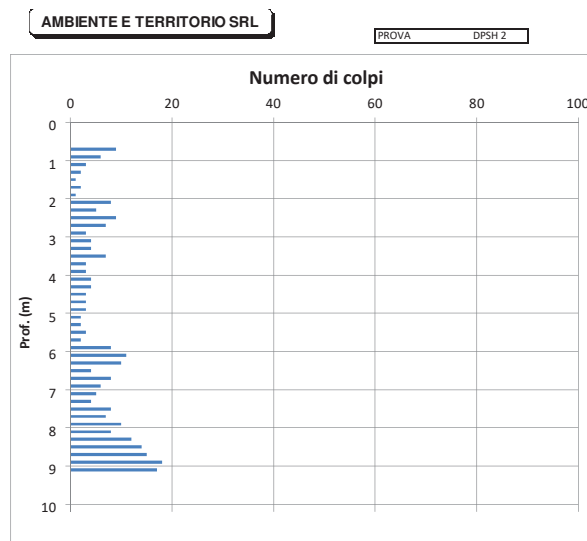
ELABORAZIONE DATI

Profondità	Np	qd	qamm	qd->qc	E
metri	numero di colpi	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	MPa
0					
0.2					
0.4					
0.6	10	110.9	5.55	110.9	111
0.8	5	54.4	2.72	54.4	54
1	4	42.6	2.13	42.6	43
1.2	3	31.4	1.57	31.4	31
1.4	2	20.5	1.03	20.5	21
1.6	1	10.1	0.50	10.1	10
1.8	5	49.5	2.47	49.5	49
2	7	68.0	3.40	68.0	68
2.2	6	57.3	2.86	57.3	57
2.4	5	46.9	2.35	46.9	47
2.6	4	36.9	1.84	36.9	37
2.8	4	36.3	1.81	36.3	36
3	4	35.7	1.78	35.7	36
3.2	2	17.6	0.88	17.6	18
3.4	2	17.3	0.86	17.3	17
3.6	4	34.0	1.70	34.0	34
3.8	6	50.3	2.51	50.3	50
4	6	49.5	2.48	49.5	50
4.2	6	48.8	2.44	48.8	49
4.4	8	64.1	3.20	64.1	64
4.6	10	78.9	3.95	78.9	79
4.8	8	62.2	3.11	62.2	62
5	9	69.0	3.45	69.0	69
5.2	12	90.8	4.54	90.8	91
5.4	8	59.7	2.99	59.7	60
5.6	6	44.2	2.21	44.2	44
5.8	7	50.9	2.54	50.9	51
6	7	50.2	2.51	50.2	50
6.2	7	49.5	2.48	49.5	50
6.4	7	48.9	2.45	48.9	49
6.6	5	34.5	1.72	34.5	34
6.8	5	34.1	1.70	34.1	34
7	10	67.3	3.36	67.3	67
7.2	19	126.3	6.31	126.3	126
7.4	16	105.1	5.25	105.1	105
7.6	15	97.3	4.87	97.3	97
7.8	14	89.8	4.49	89.8	90
8	18	114.1	5.71	114.1	114
8.2	13	81.5	4.07	81.5	81
8.4	19	117.7	5.89	117.7	118
8.6	18	110.3	5.51	110.3	110
8.8	17	103.0	5.15	103.0	103
9	20	119.8	5.99	119.8	120
9.2					
9.4					
9.6					
9.8					
10					



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA "DPSH" ("SCPT") (dynamic probing super heavy)	
Committente: Strade 2020 Srl	
Località: CORBETTA - Via Magentola	
Quota inizio: P.c.	
Profondità Falda: 5.30 m	
Note: Procedura di riferimento "ISSMFE '88", "DIN 4094", "AGI '77"	
Esecuzione prova: 30/05/2017	PROVA DPSH 2
LETTURE DI CAMPAGNA	
ELABORAZIONE DATI	

Profondità	Np	qd	qamm	qd->qc	E
metri	numero di colpi	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	MPa
0					
0.2					
0.4					
0.6	9	99.8	4.99	99.8	100
0.8	6	65.2	3.26	65.2	65
1	3	32.0	1.60	32.0	32
1.2	2	20.9	1.05	20.9	21
1.4	1	10.3	0.51	10.3	10
1.6	2	20.1	1.01	20.1	20
1.8	1	9.9	0.49	9.9	10
2	8	77.7	3.89	77.7	78
2.2	5	47.7	2.39	47.7	48
2.4	9	84.4	4.22	84.4	84
2.6	7	64.6	3.23	64.6	65
2.8	3	27.2	1.36	27.2	27
3	4	35.7	1.78	35.7	36
3.2	4	35.1	1.76	35.1	35
3.4	7	60.5	3.02	60.5	60
3.6	3	25.5	1.28	25.5	26
3.8	3	25.1	1.26	25.1	25
4	4	33.0	1.65	33.0	33
4.2	4	32.5	1.63	32.5	33
4.4	3	24.0	1.20	24.0	24
4.6	3	23.7	1.18	23.7	24
4.8	3	23.3	1.17	23.3	23
5	2	15.3	0.77	15.3	15
5.2	2	15.1	0.76	15.1	15
5.4	3	22.4	1.12	22.4	22
5.6	2	14.7	0.74	14.7	15
5.8	8	58.1	2.91	58.1	58
6	11	78.9	3.94	78.9	79
6.2	10	70.8	3.54	70.8	71
6.4	4	27.9	1.40	27.9	28
6.6	8	55.2	2.76	55.2	55
6.8	6	40.9	2.04	40.9	41
7	5	33.6	1.68	33.6	34
7.2	4	26.6	1.33	26.6	27
7.4	8	52.5	2.63	52.5	53
7.6	7	45.4	2.27	45.4	45
7.8	10	64.1	3.21	64.1	64
8	8	50.7	2.54	50.7	51
8.2	12	75.2	3.76	75.2	75
8.4	14	86.7	4.34	86.7	87
8.6	15	91.9	4.59	91.9	92
8.8	18	109.0	5.45	109.0	109
9	17	101.9	5.09	101.9	102
9.2					
9.4					
9.6					
9.8					
10					

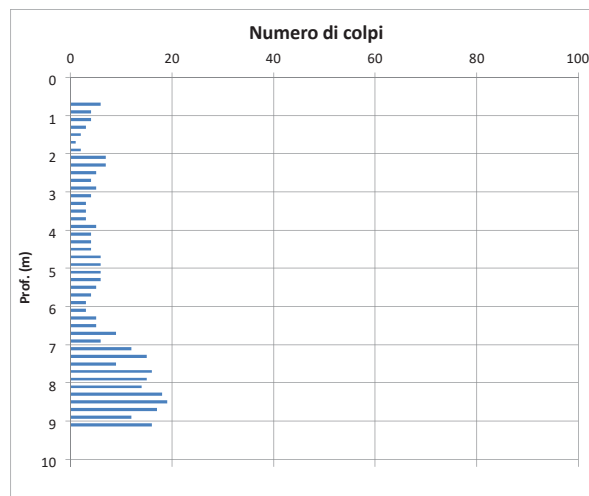


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA "DPSH" ("SCPT") (dynamic probing super heavy)	
Committente: Strade 2020 Srl	
Località: CORBETTA - Via Magentola	
Quota inizio: P.c.	
Profondità Falda: foro chiuso	
Note: Procedura di riferimento "ISSMFE '88", "DIN 4094", "AGI '77"	
Esecuzione prova: 30/05/2017	PROVA DPSH 3
LETTURE DI CAMPAGNA	
ELABORAZIONE DATI	

Profondità	Np	qd	qamm	qd->qc	E
metri	numero di colpi	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	MPa
0					
0.2					
0.4					
0.6	6	66.6	3.33	66.6	67
0.8	4	43.5	2.17	43.5	43
1	4	42.6	2.13	42.6	43
1.2	3	31.4	1.57	31.4	31
1.4	2	20.5	1.03	20.5	21
1.6	1	10.1	0.50	10.1	10
1.8	2	19.8	0.99	19.8	20
2	7	68.0	3.40	68.0	68
2.2	7	66.8	3.34	66.8	67
2.4	5	46.9	2.35	46.9	47
2.6	4	36.9	1.84	36.9	37
2.8	5	45.4	2.27	45.4	45
3	4	35.7	1.78	35.7	36
3.2	3	26.3	1.32	26.3	26
3.4	3	25.9	1.30	25.9	26
3.6	3	25.5	1.28	25.5	26
3.8	5	41.9	2.09	41.9	42
4	4	33.0	1.65	33.0	33
4.2	4	32.5	1.63	32.5	33
4.4	4	32.0	1.60	32.0	32
4.6	6	47.4	2.37	47.4	47
4.8	6	46.7	2.33	46.7	47
5	6	46.0	2.30	46.0	46
5.2	6	45.4	2.27	45.4	45
5.4	5	37.3	1.87	37.3	37
5.6	4	29.4	1.47	29.4	29
5.8	3	21.8	1.09	21.8	22
6	3	21.5	1.08	21.5	22
6.2	5	35.4	1.77	35.4	35
6.4	5	34.9	1.75	34.9	35
6.6	9	62.1	3.10	62.1	62
6.8	6	40.9	2.04	40.9	41
7	12	80.7	4.04	80.7	81
7.2	15	99.7	4.99	99.7	100
7.4	9	59.1	2.96	59.1	59
7.6	16	103.8	5.19	103.8	104
7.8	15	96.2	4.81	96.2	96
8	14	88.7	4.44	88.7	89
8.2	18	112.8	5.64	112.8	113
8.4	19	117.7	5.89	117.7	118
8.6	17	104.1	5.21	104.1	104
8.8	12	72.7	3.63	72.7	73
9	16	95.9	4.79	95.9	96
9.2					
9.4					
9.6					
9.8					
10					

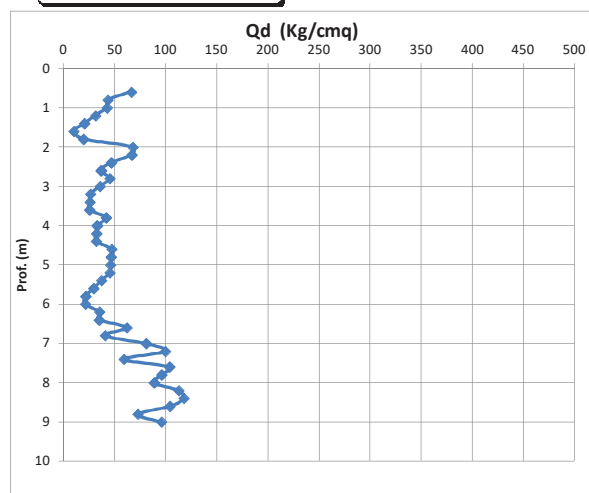
AMBIENTE E TERRITORIO SRL

PROVA DPSH 3

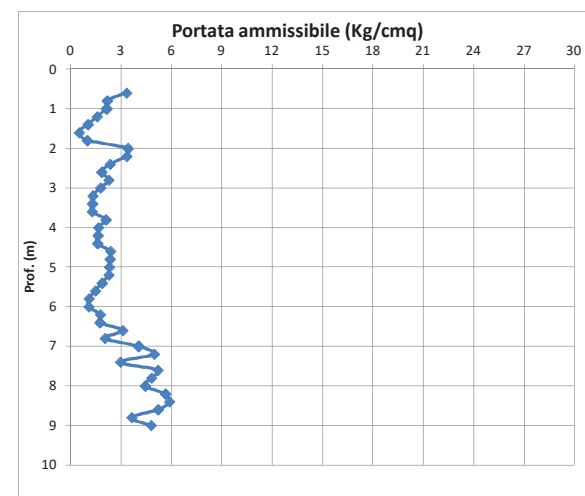


AMBIENTE E TERRITORIO SRL

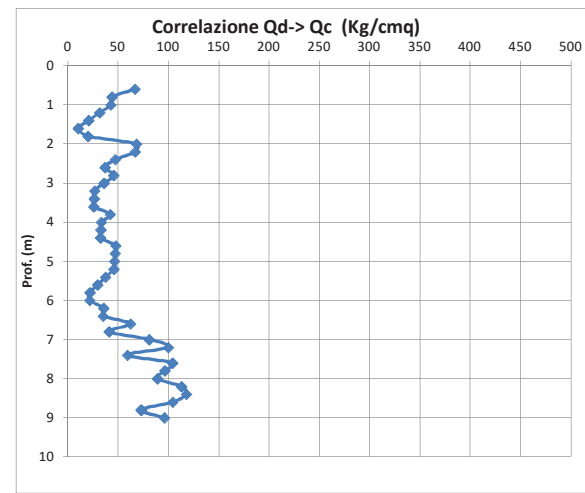
PROVA DPSH 3



PROVA DPSH 3



PROVA DPSH 3

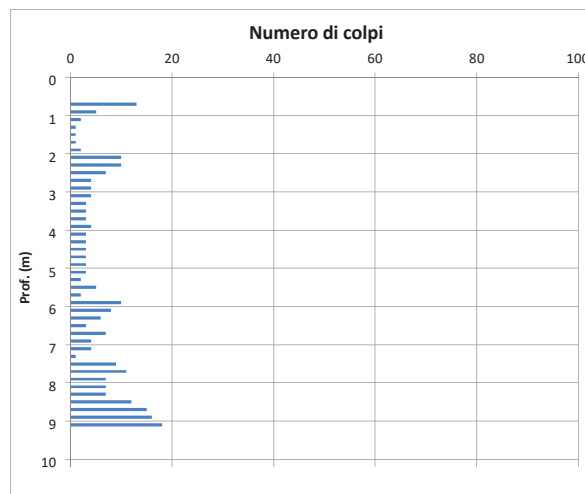


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA "DPSH" ("SCPT") (dynamic probing super heavy)	
Committente: Strade 2020 Srl	
Località: CORBETTA - Via Magentola	
Quota inizio: P.c.	
Profondità Falda: foro chiuso	
Note: Procedura di riferimento "ISSMFE '88", "DIN 4094", "AGI '77"	
Esecuzione prova: 30/05/2017	PROVA DPSH 4
LETTURE DI CAMPAGNA	
ELABORAZIONE DATI	

Profondità metri	Np numero di colpi	qd Kg/cm²	qamm Kg/cm²	qd->qc Kg/cm²	E MPa
0					
0.2					
0.4					
0.6	13	144.2	7.21	144.2	144
0.8	5	54.4	2.72	54.4	54
1	2	21.3	1.07	21.3	21
1.2	1	10.5	0.52	10.5	10
1.4	1	10.3	0.51	10.3	10
1.6	1	10.1	0.50	10.1	10
1.8	2	19.8	0.99	19.8	20
2	10	97.2	4.86	97.2	97
2.2	10	95.5	4.77	95.5	95
2.4	7	65.7	3.28	65.7	66
2.6	4	36.9	1.84	36.9	37
2.8	4	36.3	1.81	36.3	36
3	4	35.7	1.78	35.7	36
3.2	3	26.3	1.32	26.3	26
3.4	3	25.9	1.30	25.9	26
3.6	3	25.5	1.28	25.5	26
3.8	4	33.5	1.68	33.5	34
4	3	24.8	1.24	24.8	25
4.2	3	24.4	1.22	24.4	24
4.4	3	24.0	1.20	24.0	24
4.6	3	23.7	1.18	23.7	24
4.8	3	23.3	1.17	23.3	23
5	3	23.0	1.15	23.0	23
5.2	2	15.1	0.76	15.1	15
5.4	5	37.3	1.87	37.3	37
5.6	2	14.7	0.74	14.7	15
5.8	10	72.6	3.63	72.6	73
6	8	57.4	2.87	57.4	57
6.2	6	42.5	2.12	42.5	42
6.4	3	21.0	1.05	21.0	21
6.6	7	48.3	2.41	48.3	48
6.8	4	27.2	1.36	27.2	27
7	4	26.9	1.35	26.9	27
7.2	1	6.6	0.33	6.6	7
7.4	9	59.1	2.96	59.1	59
7.6	11	71.4	3.57	71.4	71
7.8	7	44.9	2.24	44.9	45
8	7	44.4	2.22	44.4	44
8.2	7	43.9	2.19	43.9	44
8.4	12	74.3	3.72	74.3	74
8.6	15	91.9	4.59	91.9	92
8.8	16	96.9	4.85	96.9	97
9	18	107.9	5.39	107.9	108
9.2					
9.4					
9.6					
9.8					
10					

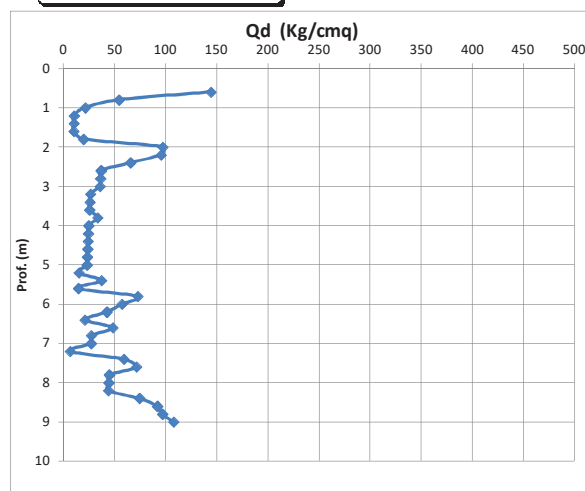
AMBIENTE E TERRITORIO SRL

PROVA DPSH 4

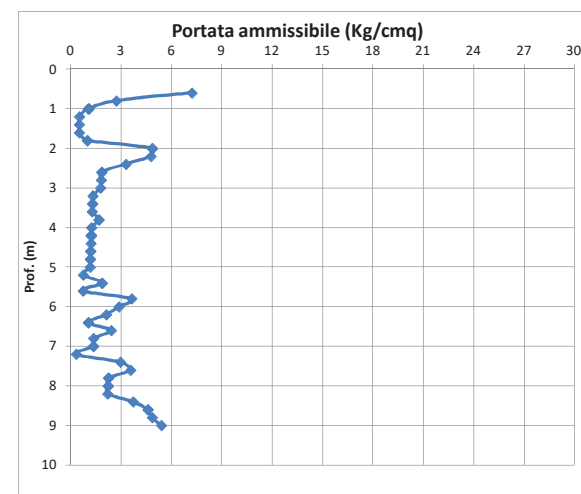


AMBIENTE E TERRITORIO SRL

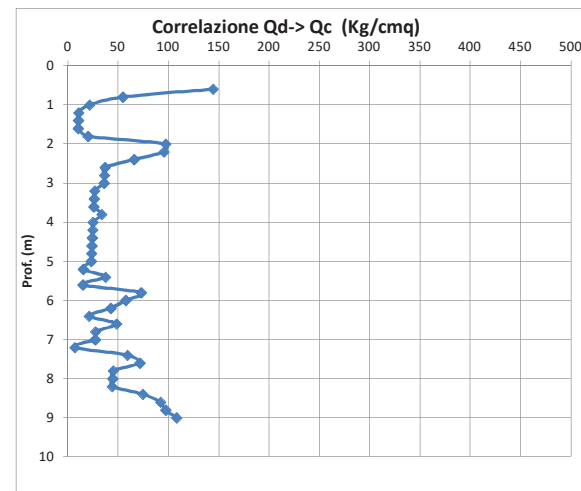
PROVA DPSH 4



PROVA DPSH 4



PROVA DPSH 4



ALLEGATO 3

SISMICA ATTIVA (MASW)

CORBETTA (MI) – EUROSPIN – MISURA DI SISMICA ATTIVA – SASW/MASW

Inizio registrazione: 30/05/17 12:29:45 Fine registrazione: 30/05/17 12:43:17

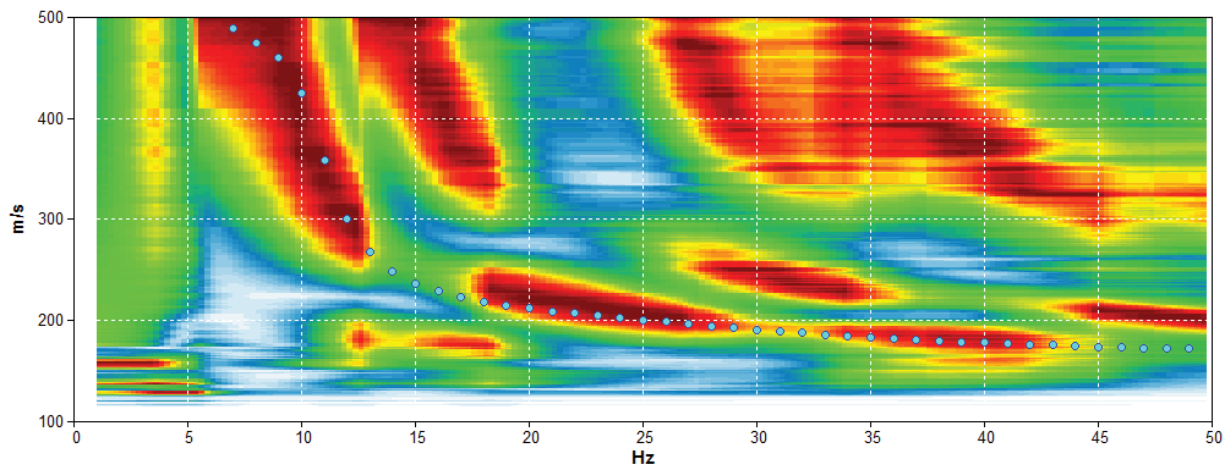
Durata registrazione: 0h04'28".

Freq. campionamento: 512 Hz

Nomi canali: B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ; B7 ; B8 ; B9
; B10 ; B11 ; B12

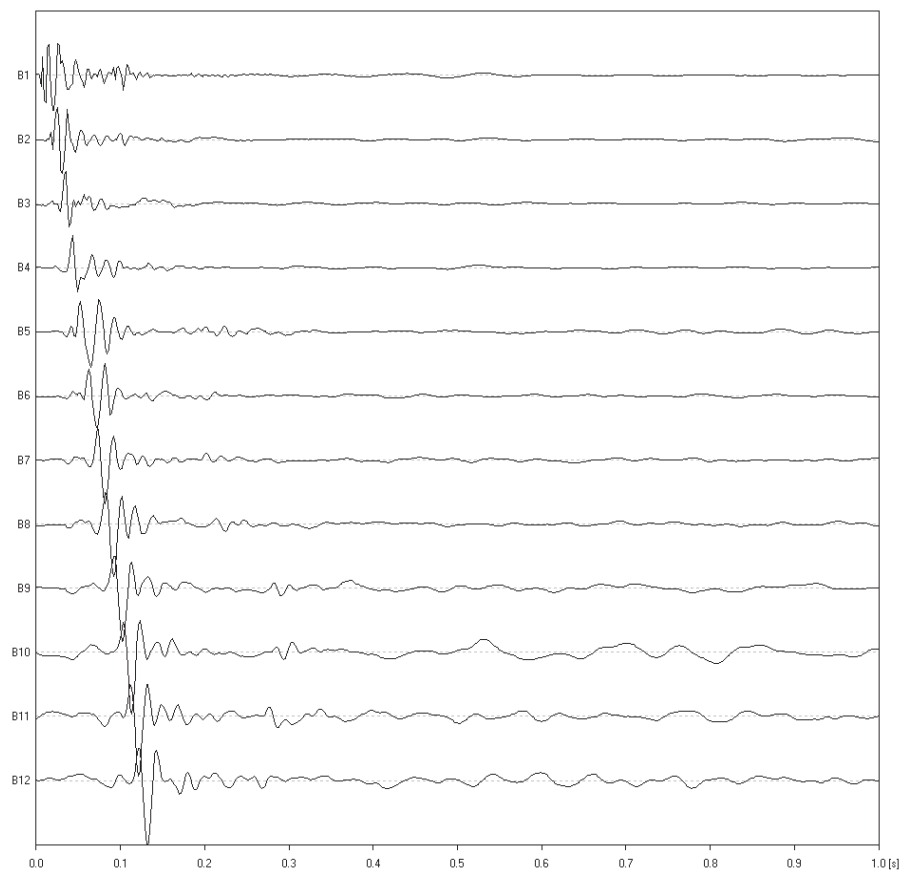
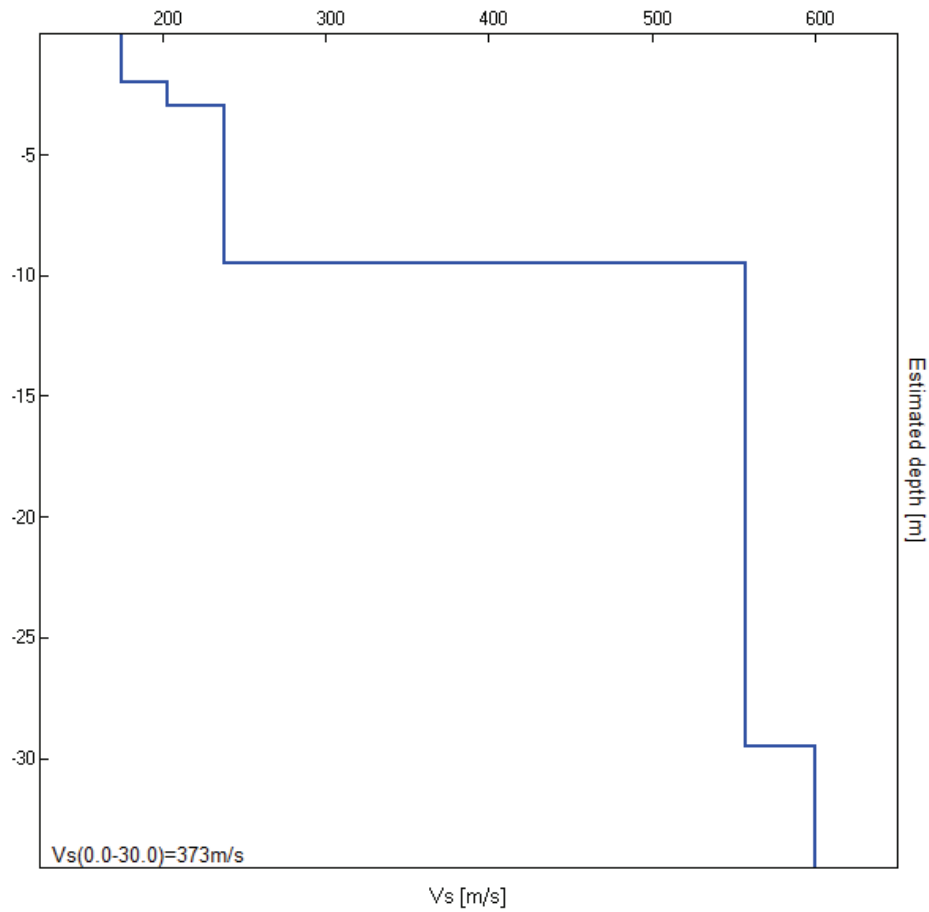
Array geometry (x): 0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 14.0 16.0 18.0 20.0 22.0 24.0 m.

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.00	2.00	175	0.42
3.00	1.00	203	0.42
9.50	6.50	238	0.42
29.50	20.00	557	0.42
inf.	inf.	600	0.42

Vs(0.0-30.0)=373m/s



ALLEGATO 4
SISMICA PASSIVA (HVSr)

CORBETTA (MI) – EUROSPIN – MISURA DI SISMICA PASSIVA – MICROTREMORI - HVSR

Strumento: TEN-0010/01-07

Inizio registrazione: 30/05/17 12:29:45 Fine registrazione: 30/05/17 12:43:17

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; TRIG+ TRIG-

Durata registrazione: 0h13'24". Analizzato 95% tracciato (selezione manuale)

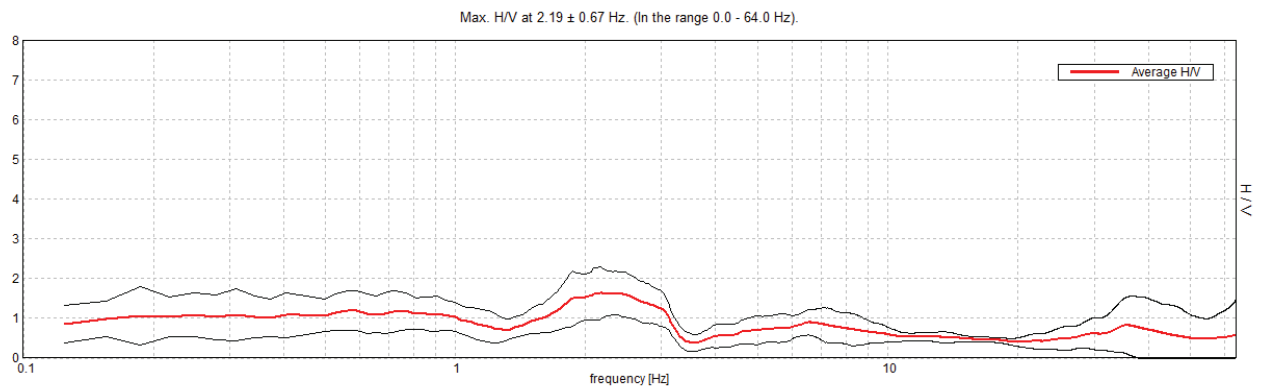
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

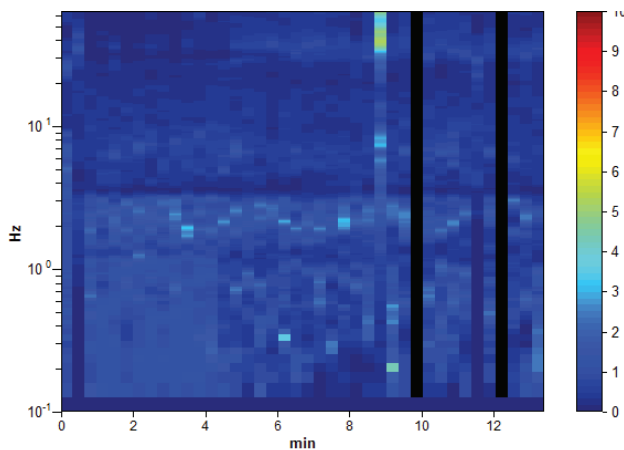
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

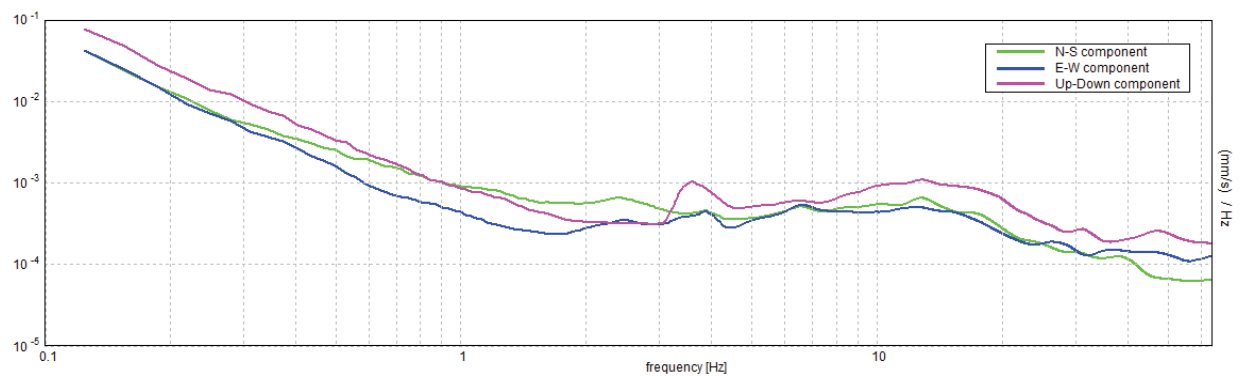
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 2.19 ± 0.67 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.19 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1662.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 106	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.406 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.219 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.64 > 2$		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.30588 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.66911 < 0.10938$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.6393 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

ALLEGATO 15

**DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA'
(Art. 47 D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445)**

Il/I sottoscritto/i. TRIVIOLE ALBERTO

nata/o a PARMA il 15/05/1963

residente a PARMA

in via G. MANSUETO n. 20

iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione EMILIA - ROMAGNA ALBO PROF. SET. A. n. 600

incaricato/i dal Comune di (prov.)

con Det./Del. n. del

INCARICATO DA SOC. STRADE 2020 SRL VIA DZ ACESTINI 62, 2012 COGGIANO (MI)

Il/i sottoscritto/i.....

nata/o a il

residente a

in via n.

iscritto all'Ordine degli Ingegneri¹⁴ della Provincia..... n.

incaricato/i dal Comune di (prov.)

☐ con Det./Del. n. del

☐ di redigere lo studio relativo alla componente geologica del Piano di Governo del Territorio¹⁵ ai sensi dei "Criteri ed indirizzi per la redazione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12";

☐ di aggiornare lo studio geologico comunale vigente¹⁶ realizzato nell'anno..... da relativamente ai seguenti aspetti:

- ☐ analisi sismica
- ☐ estensione/revisione carta dei vincoli
- ☐ estensione/revisione carta di sintesi
- ☐ estensione/revisione carta di fattibilità e relativa normativa
- ☐ altro.....

☒ di redigere uno studio geologico parziale a supporto di variante urbanistica o strumento di pianificazione negoziata (di cui all'art. 25, comma 1 della l.r. 12/05¹⁷);

☐ di realizzare uno studio di dettaglio ai sensi degli allegati 2 e 3 dei citati criteri;

☐ di realizzare uno studio di dettaglio ai sensi dell'allegato 4 dei citati criteri;

consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'art. 76 del succitato D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadrà dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (art. 75 D.P.R. 445/2000);

DICHIARA

☒ di aver redatto lo studio di cui sopra conformemente ai "Criteri ed indirizzi per la redazione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", affrontando tutte le tematiche e compilando tutti gli elaborati cartografici previsti;

☒ di aver consultato ed utilizzato come riferimento i dati e gli studi presenti nel Sistema Informativo Territoriale Regionale e presso gli archivi cartacei delle strutture regionali;

☐ di aver assegnato le classi di fattibilità geologica conformemente a quanto indicato nella Tabella 1 dei citati criteri;

oppure

☐ di aver assegnato una classe di fattibilità geologica **diversa** rispetto a quella indicata nella Tabella 1 dei citati criteri per i seguenti ambiti;

- ☐ ambito 1
- per i seguenti motivi

¹⁴ La presente dichiarazione deve essere sottoscritta dall'Ingegnere incaricato ogni qualvolta venga redatto uno studio di approfondimento ai sensi dell'Allegato 4 dei "Criteri ed indirizzi per la redazione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12".

¹⁵ in caso di prima realizzazione della componente geologica del PGT.

¹⁶ in caso di preesistenza di uno studio geologico del territorio comunale; in questo caso deve essere indicato l'anno e l'autore dello studio preesistente e le tematiche e/o gli ambiti territoriali oggetto di approfondimento.

¹⁷ Specificare se il comune è privo di studio geologico o se è dotato di uno studio che non copre l'ambito di variante.

- ☐ ambito 2
per i seguenti motivi
- ☐ ambito 3
per i seguenti motivi
- ☐ ambito 4
per i seguenti motivi

DICHARA INOLTRE

- ☐ che lo studio redatto propone aggiornamenti al quadro del dissesto contenuto nell'Elaborato 2 del PAI vigente;
- ☒ che non si è resa necessaria la redazione della Carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI perché lo studio redatto non propone aggiornamenti al quadro del dissesto contenuto nell'Elaborato 2 del PAI vigente;
- ☒ che non si è resa necessaria la redazione della Carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI perché non vengono individuate aree in dissesto;
- ☐ che lo studio redatto propone la ripermimetrazione dell'area a rischio idrogeologico molto elevato identificata con il n..... nell'Allegato 4.1 del PAI;
- ☐ che lo studio redatto propone aggiornamenti " globali / " parziali al mosaico della fattibilità geologica in quanto " prima versione dello studio geologico comunale / " aggiornamento del precedente studio geologico comunale

ASSEVERA

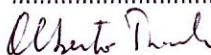
(solo per le varianti al P.G.T.)

- ☒ la congruità tra le previsioni urbanistiche e i contenuti dello studio geologico del Piano di Governo del Territorio.

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 10 della legge 675/96 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

PARMA 15/07/2012
(luogo, data)

Il Dichiarante




Ai sensi dell'art. 38, D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000, la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta o inviata insieme alla fotocopia, non autenticata di un documento di identità del dichiarante, all'ufficio competente via fax, tramite un incaricato, oppure a mezzo posta. La mancata accettazione della presente dichiarazione costituisce violazione dei doveri d'ufficio (art. 74 comma D.P.R. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'art. 37 D.P.R. 445/2000.