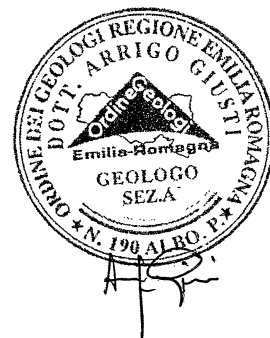


DOTT. GEOL. GIUSTI ARRIGO
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA CESARI, 18
TEL. (0522) 984819 - (348) 9109596
www.geogiusti.it arrigogiusti@alice.it



COMUNE DI TRAVERSETOLO
(Provincia di Parma)

LOCALITÀ : MAMIANO

**REALIZZAZIONE DI UN EDIFICIO INDUSTRIALE DI TIPO METALLICO
DA ADIBIRE ALLA PRODUZIONE DI PROTEINE PER IDROLISI**



COMMITTENTE : MISTER PET S.r.l.

RELAZIONE GEOLOGICA E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

CONSULENZE NEL CAMPO GEOLOGICO GEOTECNICO ED ESTRATTIVO

INDICE

1. PREMESSA	2
2. MORFOLOGIA, PEDOLOGIA E CARATTERISTICHE CLIMATICHE	3
3. INQUADRAMENTO TETTONICO E CENNI DI GEOLITOLOGIA ED IDROGEOLOGIA	4
4. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E PARAMETRI GEOTECNICI	7
5. SISMICITÀ DELL'AREA.....	9
6. MICROZONAZIONE SISMICA	15
7. RISPOSTA SISMICA LOCALE	18
8. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE.....	22
9. RIEPILOGO E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	22

- **ALLEGATI:**

- UBICAZIONE DELLE INDAGINI
- SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO
- INDAGINE GEOFISICA TIPO MASW

1. PREMESSA

Con riferimento agli accordi intercorsi, trasmetto la presente relazione geologica e sulla pericolosità sismica di base atta a definire le caratteristiche geomeccaniche e sismiche di un terreno, sito in Mamiano di Traversetolo (PR), oggetto di richiesta di permesso di costruire per la nuova realizzazione di un edificio industriale di tipo metallico da adibire alla produzione di proteine per idrolisi (Foglio n° 1, mappale n° 18).

Per definire con precisione le caratteristiche litologiche, idrogeologiche e sismiche dei terreni presenti nell'area oggetto di studio sono state eseguiti tre carotaggio continui di cui due a distruzione ed un'indagine geofisica tipo MASW.

Il presente elaborato è stato redatto in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento per il settore geologico e geotecnico e consultando gli strumenti di pianificazione provinciale e di bacino.

Sono di seguito elencate le principali normative di riferimento:

- D.M. 17/1/2018 – “Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 2/2/2009 – “Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”;
- D.M. 14/1/2008 – “Testo unitario - Norme tecniche per le costruzioni”;
- Delibera Assemblea Legislativa (DAL) n. 112/2007 Art. 16 c.1 ”Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”;
- “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica” approvato dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome e successive modifiche e integrazioni (da qui in avanti “ICMS”);
- L. 64/74 - “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.

- D.M. 11/3/88 - “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
- Circolare Min. LL.PP. n°30483 24 settembre 1988;
- AGI: raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio e sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche. Giugno 1990;
- Legge regionale 30 ottobre 2008, n. 19 "Norme per la riduzione del rischio sismico".

2. MORFOLOGIA, PEDOLOGIA E CARATTERISTICHE CLIMATICHE

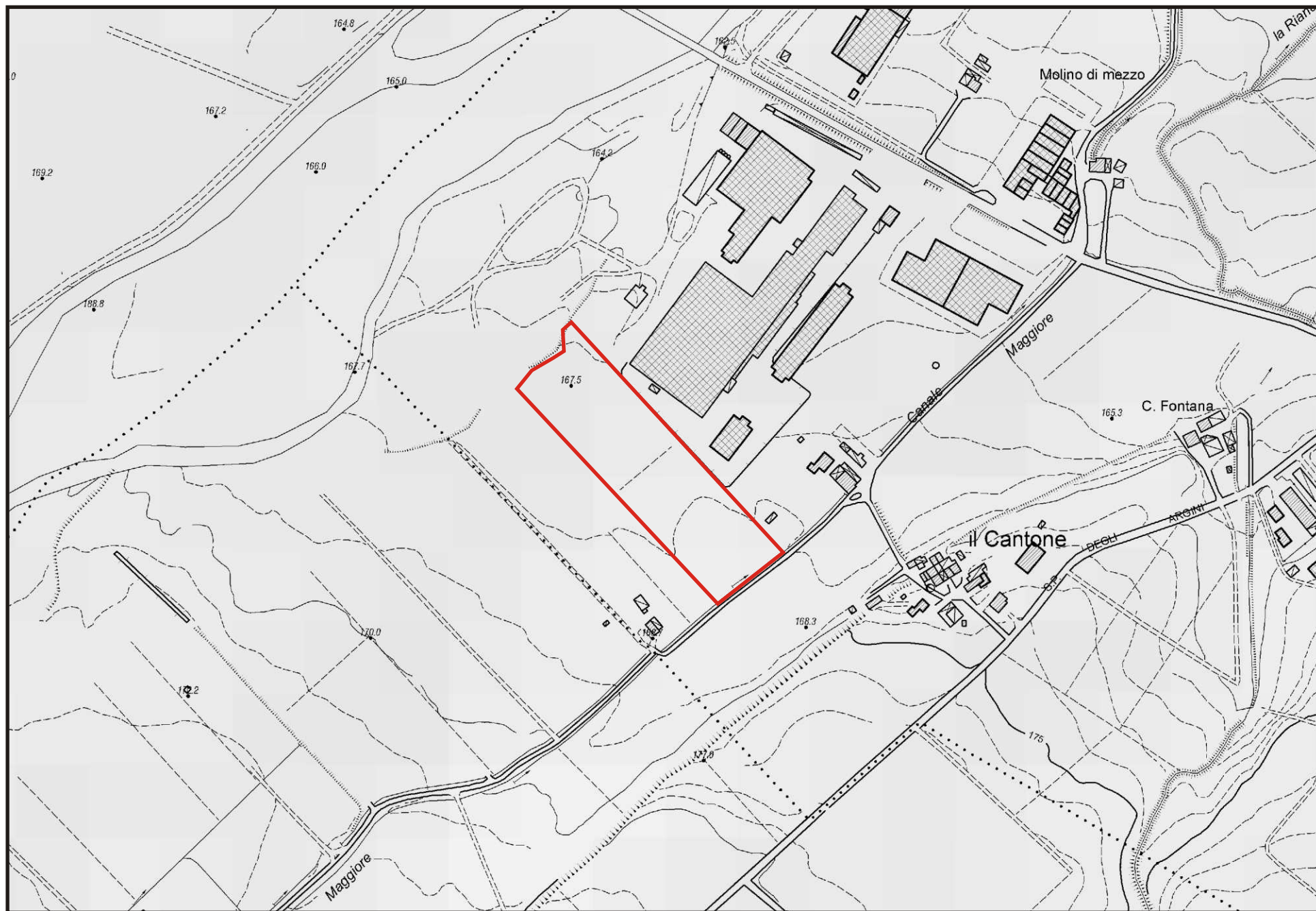
Oggetto del presente studio è un terreno ubicato a SO dell’abitato di Mamiano in riva destra del T. Parma.

Più precisamente, viene qui esaminata un’ampia superficie, posta a SO del preesistente stabilimento, che a occidente de’ il Cantone, a monte della Strada Pedemontana Est - S.P. n° 32, dal Canale Maggiore e da Via dei Mulini ad esso adiacente, si estende verso NO in direzione dell’alveo del torrente. Sostanzialmente pianeggiante nell’area in cui è in progetto lo stabilimento, come da carta tecnica regionale individuata ad una quota di 167.5 m s.l.m., il terreno risale ad oriente, in direzione del Canale Maggiore, zona in cui la carta tematica individua i terreni situati oltre la quota di 168 m s.l.m. (cf. stralcio dalla C.T.R. elementi n° 199122 – S. Maria del Piano e n° 200093 – Bannone in scala 1 : 5.000, del RUE del Comune di Traversetolo, estratto di planimetria catastale in scala 1 : 2.000 nonché ortofoto proposta sul frontespizio).

I suoli qui presenti appartengono all’associazione dei “suoli lisciviati a pseudogley - suoli lisciviati - suoli alluvionali”. Si tratta di suoli poco profondi, massimo mezzo metro di spessore, con scarsa componente organica.

STRALCIO DALLA C.T.R. IN SCALA 1: 5000

Elementi n° 199122 - Santa Maria del Piano e n° 200093 - Bannone



PROVINCIA DI PARMA

comune di TRAVERSETOLO



RUE

REGOLAMENTO URBANISTICO EDILIZIO
ai sensi della L.R. 20/2000

ADOTTATO con D.C.C. n. 55 del 05/08/2010

CONTRODEDOTTO e APPROVATO con D.C.C. n. 2 del 29/01/2013



Tavola 1.1

scala
1:5.000

Tecnici incaricati
CAIRE - Cooperativa Architetti e Ingegneri - Urbanistica

Sindaco
Ginnetto Mari

Segretario Generale
Anna Messina

Assessore all'urbanistica
Laura Monica


Progettista
Ugo Baldini

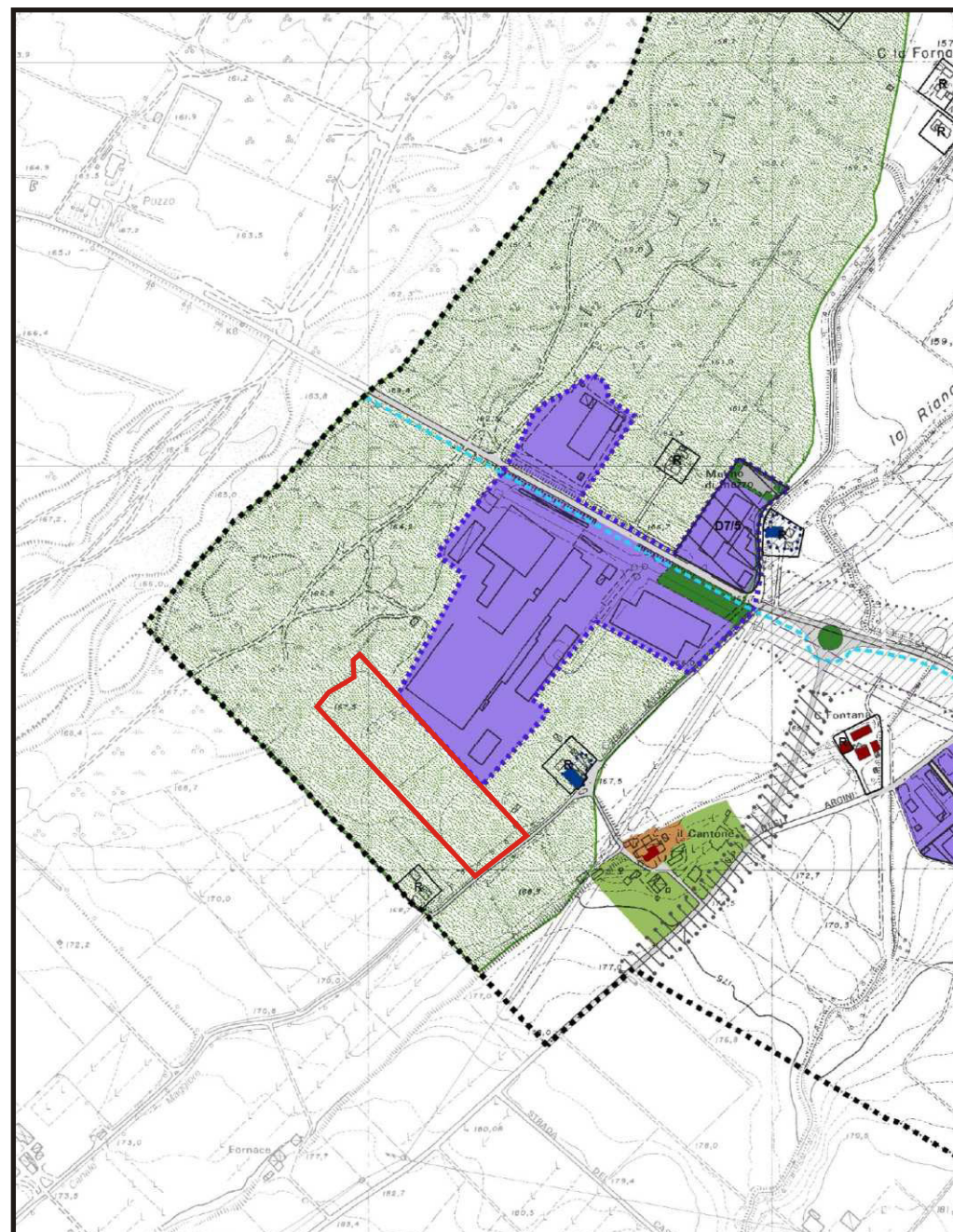
LEGENDA

AMBITI SPECIALIZZATI PER ATTIVITA' PRODUTTIVE - Capo IV

 Ambiti produttivi consolidati di rilievo comunale - APC1
(art.10.2)

Partizione del territorio rurale

 *Ambiti agricoli di valore naturale e ambientale (art.11.1.3)*





Il regime pluviometrico della zona è di tipo continentale. Il valore medio annuo delle precipitazioni è di 875.6 mm con punte massime di piovosità in primavera, 231.1 mm, ed in autunno, 275.1 mm. La temperatura media mensile annua è di 12.7 °C, con valori medi massimi di 29.8 °C, per il mese di luglio, e minimi di -2.3 °C, per il mese di gennaio. L'escursione termica annua è di 22.8 °C. I venti predominanti provengono da occidente in inverno, da oriente nelle altre stagioni.

3. INQUADRAMENTO TETTONICO E CENNI DI GEOLITOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

La prevalente plasticità delle formazioni non permette l'individuazione, in superficie, delle strutture tettoniche principali. Tuttavia questi terreni hanno subito movimenti orogenetici molto recenti che hanno accompagnato il movimento traslativo della coltre alloctona, costituita dai terreni Eugeo e Tardo-geosinclinalici, al di sopra del basamento Miocenico padano.

La presenza di movimenti relativamente recenti (fasi pleistoceniche) può essere provata da osservazioni geomorfologiche: risulta infatti evidente come il territorio, a cui appartiene l'area in esame, sia soggetto all'evolversi dei fenomeni erosivi a seguito di movimenti tettonici di tipo essenzialmente epirogenetico.

Si può vedere come il rapido ringiovanimento dei corsi d'acqua si sia sovrapposto a un ciclo erosivo precedente giunto "per vie forzate" a uno stadio di maturità.

Il terrazzo, a cui appartiene l'area in esame, è databile al pluviale fluvioglaciale tardo würmiano. Questi terreni, che sulla carta geologica ufficiale immergono gradualmente sotto quelli recenti dell'alluvium antico, sono in prevalenza costituiti da lenti ghiaiose e sabbioso limose.

Alla base di questi depositi ritroviamo poi quelli più antichi del pluviale-fluvioglaciale Würm che, a loro volta, ricoprono quelli del Riss affioranti in una ristretta fascia lungo il margine pedecollinare.

A maggiore profondità, la serie continentale si conclude quindi con i depositi del Mindel che precedono i sedimenti di origine marina, ad iniziare dalle sabbie del Calabriano per passare successivamente ai materiali pelitici del Pliocene.

Studi recenti, di supporto alla nuova cartografia geologica regionale (progetto CARG – cf. stralcio in allegato), pone altresì l'area al passaggio tra i depositi della cosiddetta Unità di Modena (Tardo würmiano/Olocene) e depositi alluvionali recenti del T. Parma. Più precisamente, in base a questo elaborato, l'area in esame ricade interamente sui terreni dell'Unità di Modena (AES8a) ed individua appunto il passaggio, con quelli depositati in epoca relativamente recente (b1a), proprio nella zona dove, ad occidente, termina il lotto (cf. carta geologica e stralcio dalla C.T.R.).

In un contesto di conoide alluvionale, canale fluviale e piana alluvionale intravalliva, la carta tematica propone questa descrizione “Unità costituita da ghiaie e ghiaie sabbiose o da sabbie con livelli e lenti di ghiaie ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua”. Di essa riporta inoltre che lo spessore è in genere di soli pochi metri; alla base vi sono verosimilmente depositi più antichi, da bibliografia genericamente ascritti al cosiddetto Sintema di Costamezzana (CMZ), così descritti “Sabbie e areniti stratificate con eventuale rara presenza di livelli pelitici, poco cementate”.

Come si evince in carta, ad oriente, ad una quota morfologicamente più alta rispetto ai precedenti depositi è stata individuata una superficie terrazzata che la cartografia del CARG assegna alla cosiddetta Unità di Niviano (AES7a). In bibliografia si dice quanto segue “Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati: depositi di conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati. Limi e limi sabbiosi con intercalazioni di ghiaie e sabbie: depositi di interconoide. Il profilo di alterazione dell'unità è molto evoluto e può raggiungere i 4-5 m di profondità. L'unità presenta una copertura fine, composita e discontinua, di spessore fino a 2 m, costituita da limi e limi argillosi giallastri. Lo spessore massimo è di circa 15 metri”.

In occasione degli studi prodotti a supporto dei precedenti interventi edilizi ci si era avvalsi di indagini dirette (prove penetrometriche dinamiche e saggi con escavatore) nonché di sondaggi geofisici, tra cui occorre menzionare una tomografia elettrica, indagine che, all'epoca di esecuzione,

aveva riscontrato l'esistenza di ghiaie sostanzialmente asciutte sino alla profondità di 7 m mentre oltre probabile presenza d'acqua.

Si può ricorrere altresì al valido supporto di una dettagliata stratigrafia del pozzo per acqua, approfondito sino a 196 m nonché delle indicazioni deducibili dal pozzo AGIP per la ricerca di idrocarburi, profondo 1700 m, perforato nel 1964 immediatamente a sud dell'azienda.

Quanto a conoscenza è stato confermato dai carotaggi appositamente eseguiti a supporto dello studio, prospezioni che hanno riscontrato l'esistenza di ghiaie, ciottoli e sabbie e quindi dei depositi alluvionali già a profondità relativamente modesta, nel caso del sondaggio n° 3 quasi in superficie.

Le prospezioni, con stratigrafie in allegato restituite a cura della Ditta Prove Penetrometriche S.r.l. che le ha eseguite, hanno in realtà riscontrato l'esistenza di una coltre superficiale meno addensata e solo in profondità ghiaie, seppure in matrice, via via sempre più compatte.

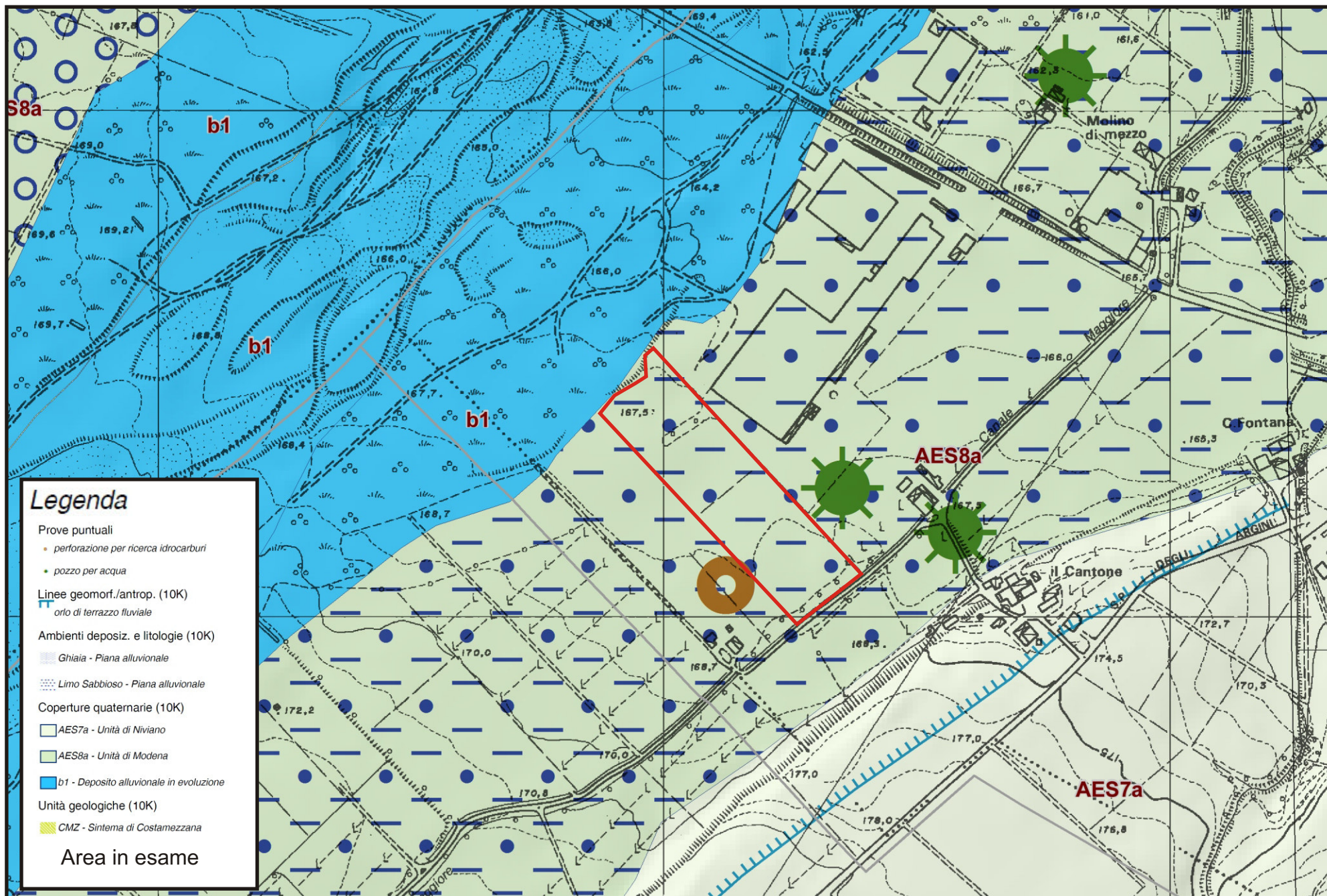
L'elevato grado di addensamento del deposito è stato altresì accertato dal sondaggio sismico a rifrazione effettuato per determinare il valore del Vs30. Si tratta ancora di banchi di sabbia e ghiaia la cui potenza, come visualizzato dalla stratigrafia del pozzo dell'azienda, è superiore ai 20 metri investigati dal sondaggio n° 1 (cf. stratigrafia del primo tratto della perforazione).

Per quanto concerne la presenza d'acqua nel primo sottosuolo, occorre sottolineare che nei fori di sonda dei carotaggi essa si è in breve tempo stabilizzata poco oltre i 3÷3.5 m rispetto alla quota dell'attuale piano campagna. Essendo a quest'altezza l'alveo del T. Parma molto ampio ma nel contempo poco incassato rispetto ai terreni ad esso perimetrali, si ha ragione di ritenere che vi sia indubbia interazione del livello con quello delle acque di subalveo del torrente.

Tenendo presente che le prospezioni sono state eseguite alla fine del mese di agosto, quindi quasi al termine della stagione estiva, epoca in cui il torrente è in fase di magra, è verosimile che allorché l'alveo deve invece contenere le piene tipiche dei periodi più piovosi (normalmente autunno e primavera) è presumibile che il livello tenda a portarsi ad una quota maggiormente vicina al piano campagna, permeando lo strato individuato dalla prima prospezione tra 2.2 m e 3.4 m e contribuendo pertanto ad inficiarne le caratteristiche geomeccaniche.

CARTA GEOLOGICA DEL PROGETTO CARG DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA

SCALA 1:5000



4. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E PARAMETRI GEOTECNICI

Le caratteristiche del terreno sono state determinate interpretando i dati ricavati da tre sondaggi a carotaggio continuo, nel corso dei quali si è altresì proceduto all'esecuzione di prove Standard Penetration Test (S.P.T.). I sondaggi sono stati eseguiti mediante l'ausilio di una sonda cingolata Atlas Copco Mustang A 66 – CB T montata su sottocarro cingolato MT 10 semovente, attrezzata con carotiere semplice T1 da 101 mm. Sui campioni prelevati, dove possibile, sono stati effettuati alcuni Pocket Penetrometer Test e Vane Test. Le prove S.P.T. sono state invece effettuate utilizzando un dispositivo a sganciamento automatico tipo “Martino Nenzi” attrezzato con un maglio avente massa pari a 63.5 Kg.

Per ogni prospezione sono stati individuati i vari strati a cui vengono attribuite le seguenti *caratteristiche litologiche* ed i relativi *parametri geotecnici caratteristici*:

SONDAGGIO S1

Strato	Descrizione	Quota iniziale [m]	Quota finale [m]	Spessore [m]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	Cu [kN/m ²]	c' [kN/m ²]	Mo [kN/m ²]	E [kN/m ²]
A	Limo sabbioso argilloso	0,0	0,5	0,5	18,14	19,12	18	49,00	9,81	4903	3922
B	Limo sabbioso debolmente argilloso	0,5	1,0	0,5	18,63	19,61	20	68,64	14,71	6864	5883
C	Ghiaia in matrice sabbiosa	1,0	1,8	0,8	22,55	22,55	35	0	0	29420	24516
D	Limo sabbioso e sabbia limosa	1,8	2,0	0,2	18,14	19,12	22	78,45	19,61	7845	6864
E	Ghiaia in matrice sabbiosa	2,0	2,2	0,2	22,55	22,55	35	0	0	29420	24516
F	Argilla limosa	2,2	3,4	1,2	18,14	19,12	15	19,61	2,941	1961	294
G	Ghiaia e ciottoli in matrice limoso sabbiosa	3,4	5,0	1,6	21,57	21,57	35	0	0	29420	24516
H	Ghiaia in matrice limoso sabbiosa	5,0	20,0	15,0	22,55	22,55	40	0,0	0,0	39226	34323

SONDAGGIO S2

Strato	Descrizione	Quota iniziale [m]	Quota finale [m]	Spessore [m]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	Cu [kN/m ²]	c' [kN/m ²]	Mo [kN/m ²]	E [kN/m ²]
A	Limo sabbioso argilloso	0,0	0,5	0,5	18,14	19,12	18	49,00	9,81	4903	3922
B	Limo sabbioso debolmente argilloso	0,5	1,0	0,5	18,63	19,61	20	68,64	14,71	6864	5883
C	Ghiaia e ciottoli in matrice limoso sabbiosa	1,0	8,5	7,5	21,57	21,57	35	0	0	29420	24516
D	Ghiaia in matrice limoso sabbiosa	8,5	15,0	6,5	22,55	22,55	40	0,0	0,0	39226	34323

SONDAGGIO S3

Strato	Descrizione	Quota iniziale [m]	Quota finale [m]	Spessore [m]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	Cu [kN/m ²]	c' [kN/m ²]	Mo [kN/m ²]	E [kN/m ²]
A	Limo sabbioso con ghiaia medio - fine	0,0	0,3	0,3	18,14	19,12	18	49,00	9,81	4903	3922
B	Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa	0,3	3,5	3,2	21,57	21,57	35	0	0	29420	24516
C	Sabbia limosa con ghiaia	1,0	8,5	7,5	19,61	19,12	30	0	0	19613	17651
D	Ghiaia e ciottoli in matrice argillosa e sabbiosa	8,5	15,0	6,5	22,55	22,55	40	0,0	0,0	39226	34323

dove:

γ = peso di volume; γ_{sat} = peso di volume saturo;

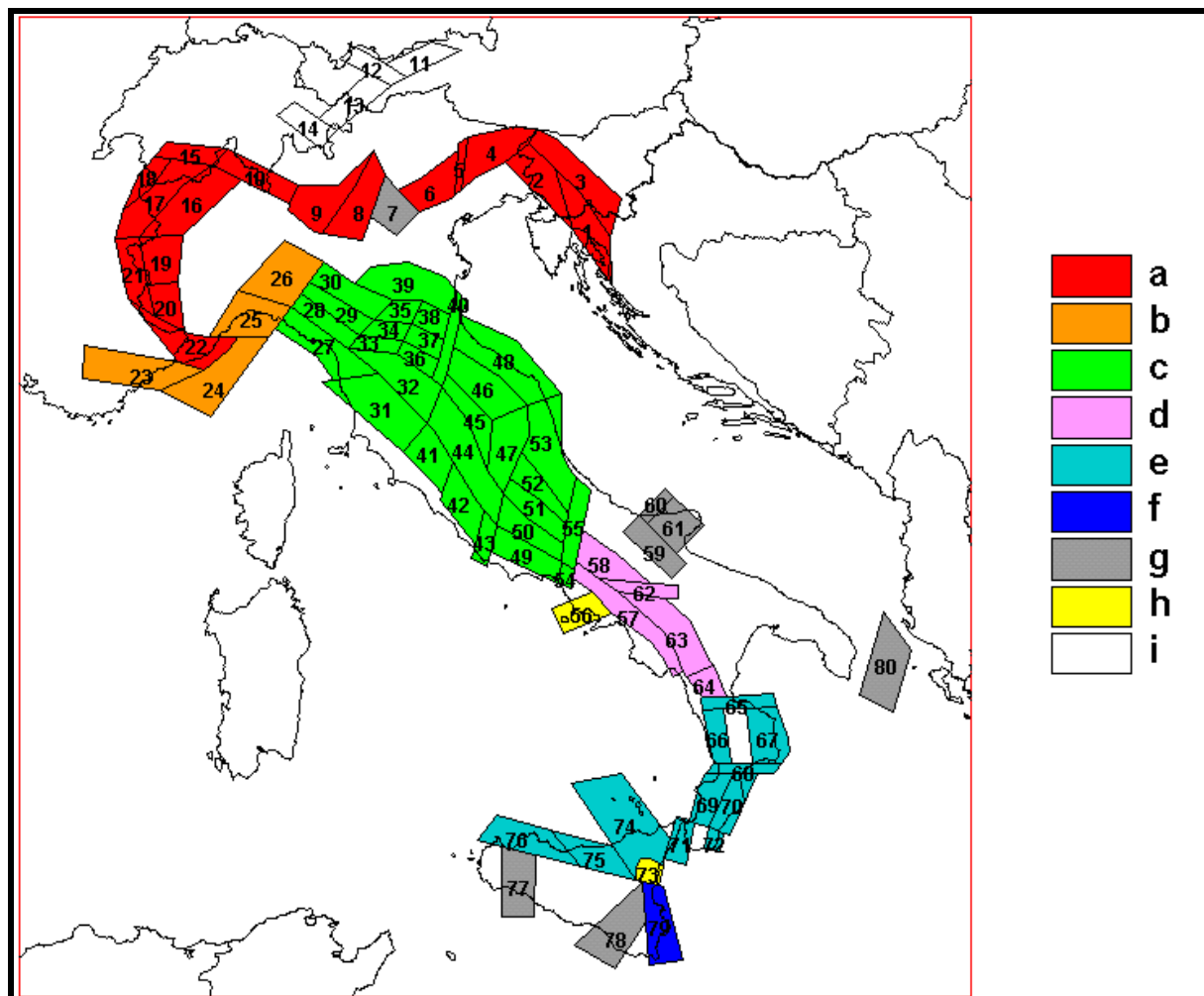
Cu = coesione non drenata; c' = coesione efficace;

ϕ' = angolo di attrito; Mo = modulo edometrico; E = modulo elastico.

5. SISMICITÀ DELL'AREA

Per caratterizzare la sismicità dell'area si è fatto riferimento, oltre che alla normativa vigente, ai dati disponibili in letteratura ed in particolare ai lavori svolti dal GNDT del CNR (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti).

Si è presa in considerazione la zonazione sismogenetica del territorio italiano ZS4 (progetto di P. Scandone e M. Stucchi – marzo 1999 – cf. tav. seg.) che considera 80 sorgenti omogenee dal punto di vista strutturale e sismogenetico. Secondo questa suddivisione l'area oggetto di studio ricade nell'area 30, appartenente alla fascia padano-adriatica in compressione legata allo sprofondamento passivo della litosfera adriatica sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale secondo cui i meccanismi di rottura attesi sono di tipo thrust e strike-slip con assi di subduzione da SW a NE.



Attraverso elaborazioni probabilistiche il GNDT ha prodotto, per un tempo di ritorno di 475 anni (equivalente alla probabilità di superamento nell'arco temporale di 50 anni – vita media di un edificio), la zonazione del territorio italiano, come riportato in figura. Per la zona le accelerazioni orizzontali di picco attese sono state considerate, in accordo con quanto proposto dal GNDT, pari a $PGA = 0.15g$ (Peak Ground Acceleration).

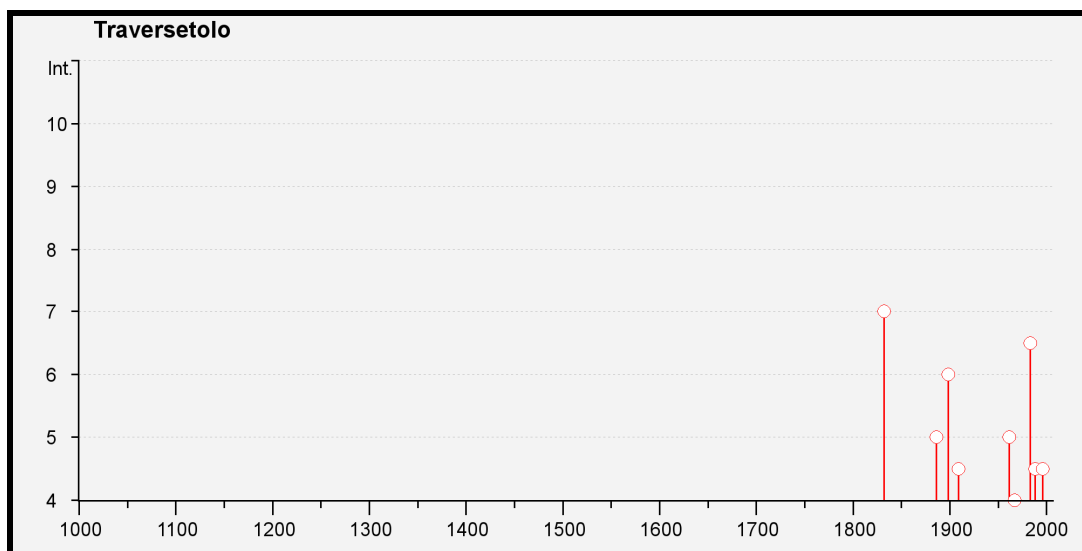
L'intensità massima risentita nella zona, come risulta dai dati del catalogo del Servizio Sismico Nazionale, non ha superato in epoca storica il valore del VII/VIII grado MCS (cf. tabelle qui di seguito allegate).

Storia sismica di Traversetolo
[44.640, 10.381]

Numero di eventi: 19

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I[MCS]	Data	Ax	Io	Mw
7	1832 03 13 03:30	Reggiano	7-8	5.53 ±0.18
5	1886 10 15 02:20	COLLECCHIO	6	4.70 ±0.24
6	1898 03 04 21:05	Valle del Parma	7-8	5.41 ±0.09
NF	1904 11 17 05:02	Pistoiese	7	5.15 ±0.14
4-5	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	6-7	5.53 ±0.09
2	1936 10 18 03:10	BOSCO CANSIGLIO	9	6.12 ±0.09
3	1937 09 17 12:19	Parmense	7	4.65 ±0.25
5	1961 08 13 22:34	Parmense	5-6	4.47 ±0.35
5	1961 08 14 01:03	Parmense		
4	1967 04 03 16:36	Reggiano	5-6	4.69 ±0.19
3	1969 06 24 13:25	Parmense		4.62 ±0.23
6-7	1983 11 09 16:29	Parmense	6-7	5.06 ±0.09
NF	1986 12 06 17:07	BONDENO	6	4.61 ±0.10
4-5	1988 03 15 12:03	Reggiano	6	4.66 ±0.12
3-4	1995 10 10 06:54	LUNIGIANA	7	4.85 ±0.09
4-5	1996 10 15 09:56	Correggio	7	5.41 ±0.09
NF	1998 02 21 02:21	Reggiano	5	4.34 ±0.17
NF	2000 06 18 07:42	Parmense	5-6	4.43 ±0.09
NF	2002 11 13 10:48	Franciacorta	5-6	4.29 ±0.09

Intendendo: Is = Intensità al sito (MCS); Io = Intensità epicentrale (MCS); Mw = Magnitudo



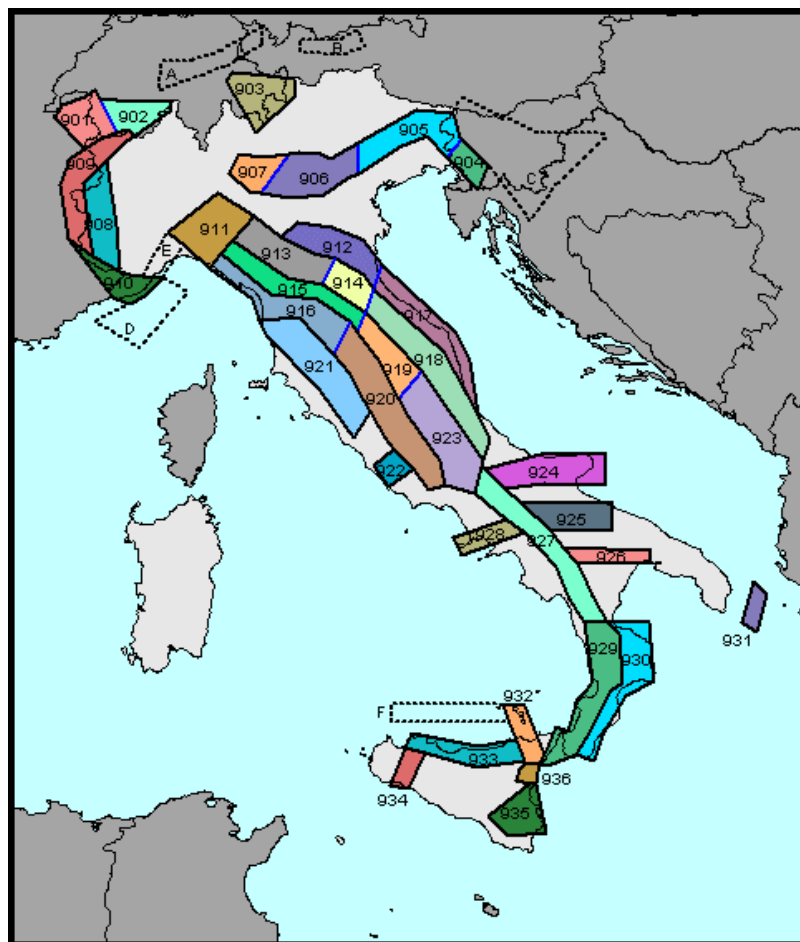
La precedente rappresentazione evidenzia, molto semplicemente, gli eventi della sovrastante tabella nel rapporto tra anni (in ascisse) ed intensità sismica (in ordinate).

L'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003 ha aggiornato la normativa sismica, con l'attribuzione, alle diverse località del territorio nazionale, di un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento di accelerazione al suolo.

Il territorio del comune di Traversetolo, secondo la nuova zonazione sismogenetica ZS9 (progetto a cura di C. Meletti e G. Valensise del marzo 2004) è incluso nella zona 913, al passaggio, verso settentrione, con la zona 912 (cf. tavola in allegato). In base a questa nuova zonazione, il territorio in esame (secondo la precedente classificazione non classificato), è stato inserito in zona Z3 a bassa sismicità.

Come espressamente specificato al punto 2.4 della circolare n° 1677/2005 (prot. GEO/05/87449) emanata in data 24/10/2005 dalla Giunta della Regione Emilia Romagna, ai fini della determinazione delle azioni sismiche, può essere assegnato, a zone come questa di bassa sismicità, un valore (a_g/g), di ancoraggio dello spettro di risposta elastico, pari a 0.15.

Più precisamente, al comune di Traversetolo, l'allegato 4 dell'Assemblea Legislativa n° 2131 – prot. n° 8511 del 2 maggio 2007, assegna il valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo, cioè $T = 0$, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità g (a_{refg}), di 0.157.



Zonazione sismogenetica ZS9

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, le modifiche ed integrazioni dell'Ordinanza propongono una caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo. Secondo il D.M. 17/1/2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni”, in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori delle velocità equivalenti di propagazione delle onde di taglio, mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{S30}), vengono individuate cinque categorie (A – B – C – D – E).

In ottemperanza con quanto prescritto dalla normativa, a supporto di un precedente studio si è proceduto all'esecuzione di un sondaggio sismico. La prospezione geofisica è stata effettuata utilizzando un sismografo a 24 canali prodotto dalla Ditta PASI di Torino attrezzato con 24 geofoni orizzontali di ricezione, dotati di preamplificatori di segnale, disposti ad interasse di 2 m l'uno

dall'altro. L'indagine, effettuata applicando il metodo della sismica a rifrazione, ha consentito di analizzare, nei primi 30 m, la velocità delle onde di taglio (S).

L'indagine, effettuata mediante sismica a rifrazione applicando il metodo MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves, ha consentito di analizzare, nei primi 30 m, la velocità delle onde di taglio (S). Le onde S, analogamente a quelle di compressione (P), non sono dispersive e si propagano anche in mezzi perfettamente omogenei inducendo deformazioni puramente distorsionali. Gli elementi di volume investiti dall'onda vibrano in direzione perpendicolare rispetto alla direzione di propagazione. Nella fattispecie, il sondaggio ha accertato la presenza di sette strati e ad ognuno di essi, mediante l'ausilio dell'apposito programma di calcolo winMASW 4.1.1 Pro, è stata attribuita la velocità delle onde di taglio S (V_s) ed il rispettivo spessore (d) (cf. tabelle e diagrammi proposti in allegato).

Per ognuno degli strati, dalla prospezione individuati nei primi 30 m, sono stati rispettivamente ottenuti i seguenti valori:

1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO	4° STRATO
$V_s = 118 \text{ m/sec}$	$V_s = 182 \text{ m/sec}$	$V_s = 159 \text{ m/sec}$	$V_s = 382 \text{ m/sec}$
$d = 1.6 \text{ m}$	$d = 3.5 \text{ m}$	$d = 1.9 \text{ m}$	$d = 3.6 \text{ m}$

5° STRATO	6° STRATO	7° STRATO
$V_s = 360 \text{ m/sec}$	$V_s = 470 \text{ m/sec}$	$V_s = 516 \text{ m/sec}$
$d = 4.5 \text{ m}$	$d = 6.5 \text{ m}$	$d = 0.6 \text{ m}$

La valutazione del valore V_{S30} viene quindi ottenuta mediante l'utilizzo della seguente relazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{v_i}}$$

dove:

h_i = spessore dello strato i -esimo, m

v_i = velocità onde di taglio strato i -esimo, m/sec

ottenendo:

$$V_{s30} = 309 \text{ m/sec}$$

In ottemperanza con quanto prescritto dalla normativa, viste le caratteristiche del primo sottosuolo, il suolo di fondazione può essere pertanto assimilato alla categoria C di azione sismica “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*” con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

6. MICROZONAZIONE SISMICA

Il Dgr 2193/2015 integra la Delibera Regionale 112/2007, emessa dalla Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna in data 2 Maggio 2007, fornendo i criteri per l'individuazione delle aree che potrebbero essere soggette ad effetti sismici locali (microzonazione sismica) in modo da orientare le scelte di pianificazione verso le aree a minor rischio. La metodologia indicata per tali tipi di studio prevede due fasi di analisi, con diversi livelli di approfondimento.

La prima fase ha carattere qualitativo ed è diretta ad identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali (amplificazione del segnale sismico, cedimenti, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc.).

Essa viene realizzata sulla base di rilievi, osservazioni e valutazioni di tipo geologico e geomorfologico, svolte a scala territoriale, associati a raccolte di informazioni sugli effetti indotti dai terremoti passati.

La seconda fase ha invece come obiettivo la microzonazione sismica del territorio. Sulla base degli scenari individuati dalle analisi svolte nel corso della prima fase, nella seconda fase si attuano due diversi livelli di approfondimento:

- a) analisi semplificata (secondo livello di approfondimento); basata, oltre che sull'acquisizione di dati geologici e geomorfologico più dettagliati di quelli rilevati nel primo livello, su prove geofisiche in sito e su prove geotecniche di tipo standard; essa viene svolta nelle aree pianeggianti e sub-pianeggianti, incluse le zone di fondovalle appenniniche, con stratificazione orizzontale e sub-orizzontale, e sui versanti stabili con acclività minore o uguale a 15° in cui il deposito ha spessore costante;
- b) analisi approfondita (terzo livello di approfondimento), richiesta nei seguenti casi:
 - Aree soggette a liquefazione e densificazione;
 - Aree instabili e potenzialmente instabili;

- Aree in cui le coperture hanno spessore fortemente variabile, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti;
- Aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.

Secondo quanto riportato dalla Tav. 9 “Carta Provinciale delle aree suscettibili di effetti locali” prodotta a corredo del P.T.C.P. 2011 della Provincia di Parma e sulla tav. dei livelli di approfondimento prodotta a corredo del PSC di Traversetolo, i terreni in esame necessitano di analisi semplificata di II livello.

La microzonazione prevede la valutazione dei fattori di amplificazione F_a sulla base delle velocità medie delle onde di taglio all'interno della copertura (V_{sH}) o nei primi 30 metri dalla superficie (V_{s30}), calcolate secondo le seguenti formule:

$$V_{sH} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}} \quad V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

I fattori stimati esprimono l'amplificazione del moto sismico al passaggio dal bedrock alla superficie. Essi possono essere espressi sia come rapporto di PGA che come rapporto tra le intensità spettrali calcolate sugli spettri di pseudo-velocità all'interno di due o tre intervalli distinti:

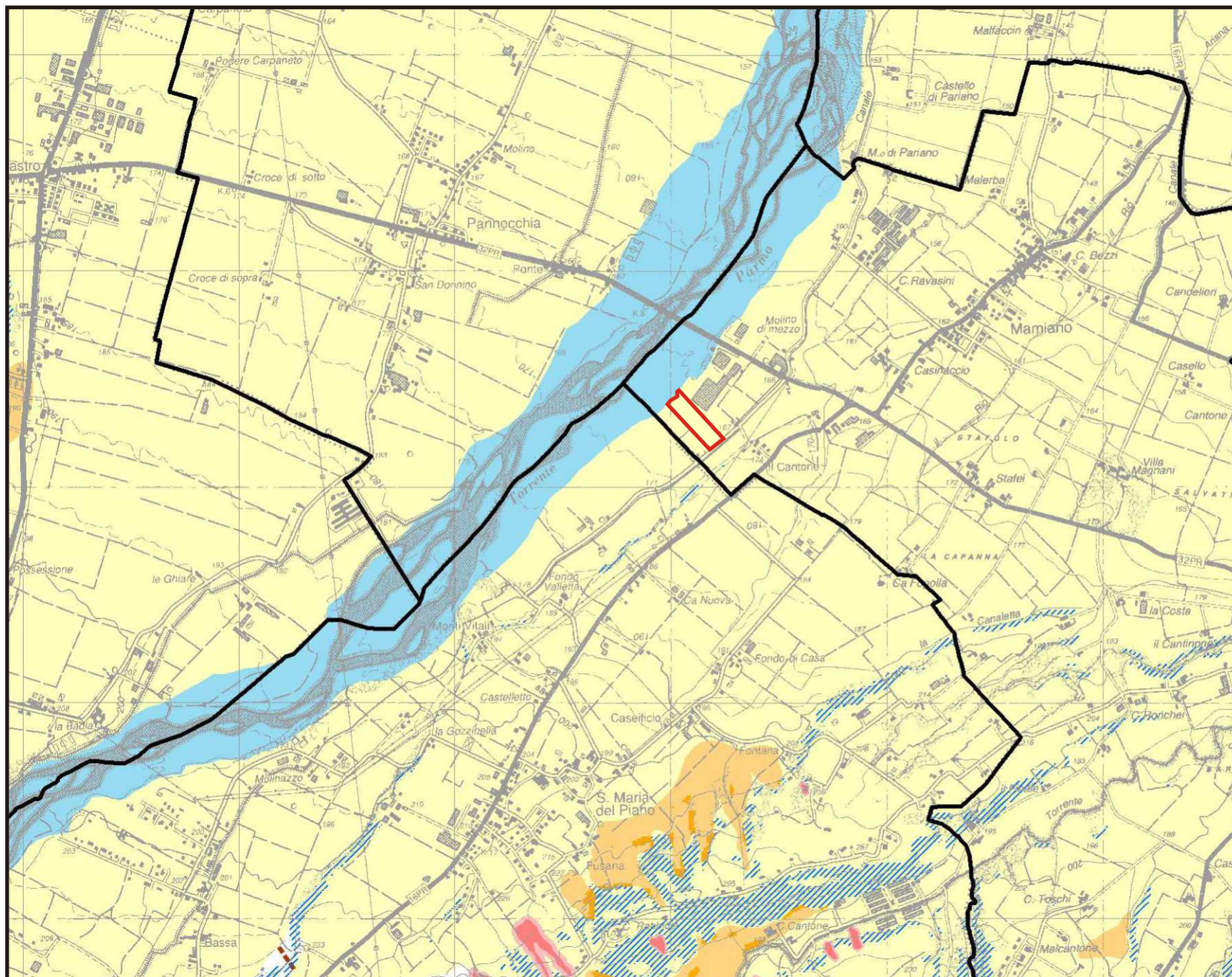
SI1: 0.1-0.5 sec

SI2: 0.5-1.0 sec

SI3: 0.5-1.5 sec

L'analisi semplificata di secondo livello propone l'utilizzo di una serie di tabelle di carattere empirico che mettono in relazione i valori di V_{sH} o di V_{s30} con i fattori di amplificazione.

Le varie Tabelle rispecchiano situazioni geologiche tipiche del territorio regionale, tra le quali occorre scegliere quella che meglio corrisponde alle caratteristiche dell'area di studio.





Provincia di Parma

Servizio Programmazione e Pianificazione Territoriale

P.T.C.P.

Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale

Varante di adeguamento alla L.R. 19/2008 "Norma per la riduzione del rischio sismico"

Carta Provinciale delle Aree Suscettibili di Effetti Locali

Scala 1:25.000



Coordinamento
Dott. Ugo S. PERI

Gruppo di Progettazione
Dott. Geo. A. RUFFINI
Dott. Ing. A. CORRADI

Adozione
Dott. Geo. F. MAGGI
Contrassegnazione
Approvazione

Dicembre 2011

LEGENDA:

Aree soggette ad effetti locali:

- Fenomeni di instabilità in atto [IA]
- Area di possibile erosione [APE]
- Detriti di versante e fenomeni di instabilità potenziale
 - A: con attività <15° [IP]
 - B: con attività >15° [IP]
- Depositi alluvionali sabbiosi [DS]
- Possibile presenza di depositi sabbiosi [PDS]
- Possibile presenza di lenti sabbiose [PLS]
 - con attività <10° a distanza <10 m [PLS]
- Depositi alluvionali argillosi [DAA]
- Depositi alluvionali ghiaiosi, limosi o misti, depositi alluvionali intravallivi, substrato roccioso con Vs < 800 m/s [DAGS]
- Depositi alluvionali in evoluzione [DAE]
- Limite di contatto tettonico [LCT]
- Substrato roccioso rigido con Vs > 800 m/s [SRR]
- con attività <10° a distanza <10 m [SRR]

Effetti attesi e indirizzi per la pianificazione comunale:

CLASSE	Attribuzione dell'indice di suscettibilità	EFFETTI DI SITO				LIVELLI DI APPROFONDIMENTO per la pianificazione comunale
		Intensità di versante	Intensità di erosione	Intensità di instabilità	Intensità di instabilità	
IA	X	X	X	X	X	(per interventi immediati)
APE	X	X	X	X	X	(II)
IP	X	X	X	X	X	(II) a seguito di verifica di suscettibilità
IP	X	X	X	X	X	(II)
DS	X	X	X	X	X	(II) se si evidenzia l'esistenza di fenomeni
PDS	X	X	X	X	X	(II) se si evidenzia l'esistenza di fenomeni
PLS	X	X	X	X	X	(II)
PLS	X	X	X	X	X	(II)
DAA	X	X	X	X	X	(II) se si evidenzia l'esistenza di fenomeni
DAGS	X	X	X	X	X	(II)
DAGS	X	X	X	X	X	(II) a seguito di verifica di suscettibilità
DAE	X	X	X	X	X	(II) se si evidenzia l'esistenza di fenomeni
LCT	X	X	X	X	X	(II) se si evidenzia l'esistenza di fenomeni
SRR	X	X	X	X	X	(II) nel caso di presenza grave di instabilità
SRR	X	X	X	X	X	(II) nel caso di presenza grave di instabilità

[1] Riferimento:
Del A.L. n. 112 del 02.05.2007
Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna
per la pianificazione territoriale e urbanistica

I fattori di amplificazione F_a sono riportati nelle sottostanti tabelle:

	150	200	250	300	350	400
5	2.3	2.1	1.8	1.5		
10	2.3	2.2	2.0	1.8		
15	2.1	2.1	2.0	1.8		
20	2.1	2.1	2.0	1.9		
25	2.0	2.0	2.0	1.9		
30	1.9	1.9	1.9	1.9		

Fattori di Amplificazione **PGA**. Colonna 1 $H(m)$, riga 1 $V_{sH}(m/s)$

	150	200	250	300	350	400
5	2.2	1.9	1.7	1.6		
10	2.6	2.4	2.0	1.8		
15	2.6	2.5	2.2	1.9		
20	2.5	2.5	2.3	2.0		
25	2.3	2.3	2.2	2.1		
30	2.1	2.1	2.1	2.0		

Fattori di Amplificazione **SI1** ($0.1s \leq T_0 \leq 0.5s$). Colonna 1 $H(m)$, riga 1 $V_{sH}(m/s)$

	150	200	250	300	350	400
5	1.8	1.7	1.6	1.6		
10	2.3	2.0	1.8	1.7		
15	3.2	2.6	2.1	2.0		
20	3.5	3.1	2.5	2.1		
25	3.7	3.4	2.8	2.4		
30	3.6	3.5	3.0	2.6		

Fattori di Amplificazione **SI2** ($0.1s \leq T_0 \leq 0.5s$). Colonna 1 $H(m)$, riga 1 $V_{sH}(m/s)$

La tabella è relativa ad una stratigrafia del Margine di tipo A ovvero il settore di transizione tra la zona collinare e la pianura caratterizzato dallo spessore dei terreni fini inferiore a 30 m in cui gli strati grossolani sovrastano direttamente il substrato geologico.

In base al valore di V_{s30} di 309 m/s, ottenuto estrapolando i dati dall'analisi di sismica a rifrazione tipo MASW, si ritiene opportuno adottare i seguenti fattori di amplificazione:

$$\text{PGA F.A.} = 1.9$$

$$\text{SI 1}(0.1 - 0.5 \text{ sec}) \text{ F.A.} = 2.0$$

$$\text{SI 2}(0.5 - 1.0 \text{ sec}) \text{ F.A.} = 2.6$$

7. RISPOSTA SISMICA LOCALE

Il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 recante le “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, che recepisce quanto già riportato nell’Ordinanza 3274 del 20/03/2003 e successive modifiche, definisce i criteri antisismici generali, precisando le azioni che devono essere impiegate in fase progettuale per la sicurezza strutturale delle opere.

L’azione sismica sulle costruzioni è valutata partendo da una “pericolosità sismica di base”, derivata da studi eseguiti a livello nazionale e definita sulla base di condizioni ideali in superficie di suolo rigido e topografia orizzontale.

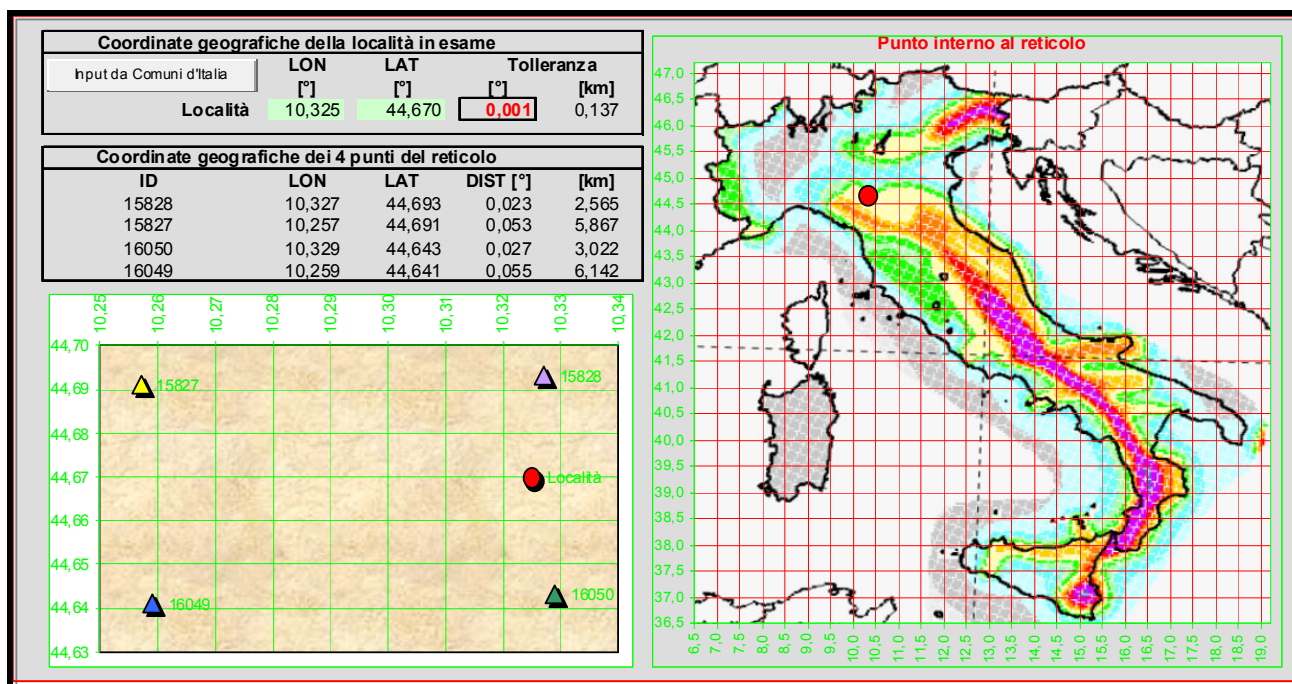
Le Azioni di progetto, per un suolo rigido orizzontale, vengono ricavate in funzione di tre parametri:

- a_g = accelerazione orizzontale massima
- F_o = fattore di amplificazione massimo dello spettro in accelerazione orizzontale
- T_{c^*} = periodo inizio tratto costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri vengono inoltre definiti secondo termini probabilistici differenti, con periodi di ritorno T_R di 30, 50, 475, 975 anni; per tale motivo, ai fini progettuali, occorre fissare la vita di riferimento V_R della costruzione e la probabilità di superamento associata a ciascuno degli stati limite considerati.

I valori dei parametri a_g , F_o e T_{c^*} per la definizione dell’Azione Sismica possono essere calcolati mediante l’utilizzo del programma di calcolo “Calcolo Spettro Sismico”, ideato dagli Ingegneri Red Shift & Afazio, in cui vengono generati accelerogrammi correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

I primi dati ad essere stati introdotti nel programma sono le coordinate geografiche (latitudine e longitudine) del sito di riferimento (vedi figura in allegato).



Come si può visualizzare nella tabella sottostante, per ottenere gli spettri di risposta sismica locale, sono stati inoltre introdotti i valori della vita della struttura e le caratteristiche sismiche del terreno.

VITA DELLA STRUTTURA			
Vita nominale	V_N	50	[anni]
Classe d'uso	C_U	II	
Vita di riferimento	V_R	50	[anni]

CARATTERISTICHE SISMICHE TERRENO			
Topografia		T1	
Coeff. topografico	S_T	1,0	
Categoria suolo		C	

	SL	P_{VR}	T_R	a_g	F_o	T_C^*	S	Tb	T_C	T_D	F_v
sle Operatività		81%	30	0,517	2,46	0,24	1,50	0,13	0,40	1,81	0,76
sle Danno		63%	50	0,645	2,48	0,26	1,50	0,14	0,43	1,86	0,85
slu Salv. Vita		10%	475	1,565	2,47	0,28	1,47	0,15	0,45	2,23	1,32
slu Collasso		5%	975	1,973	2,48	0,29	1,41	0,15	0,46	2,39	1,49

I valori dei principali parametri sismici (a_g , F_o , T_c^*) riferiti all'area in oggetto al $TR = 475$ anni dello Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita esplicitati sono:

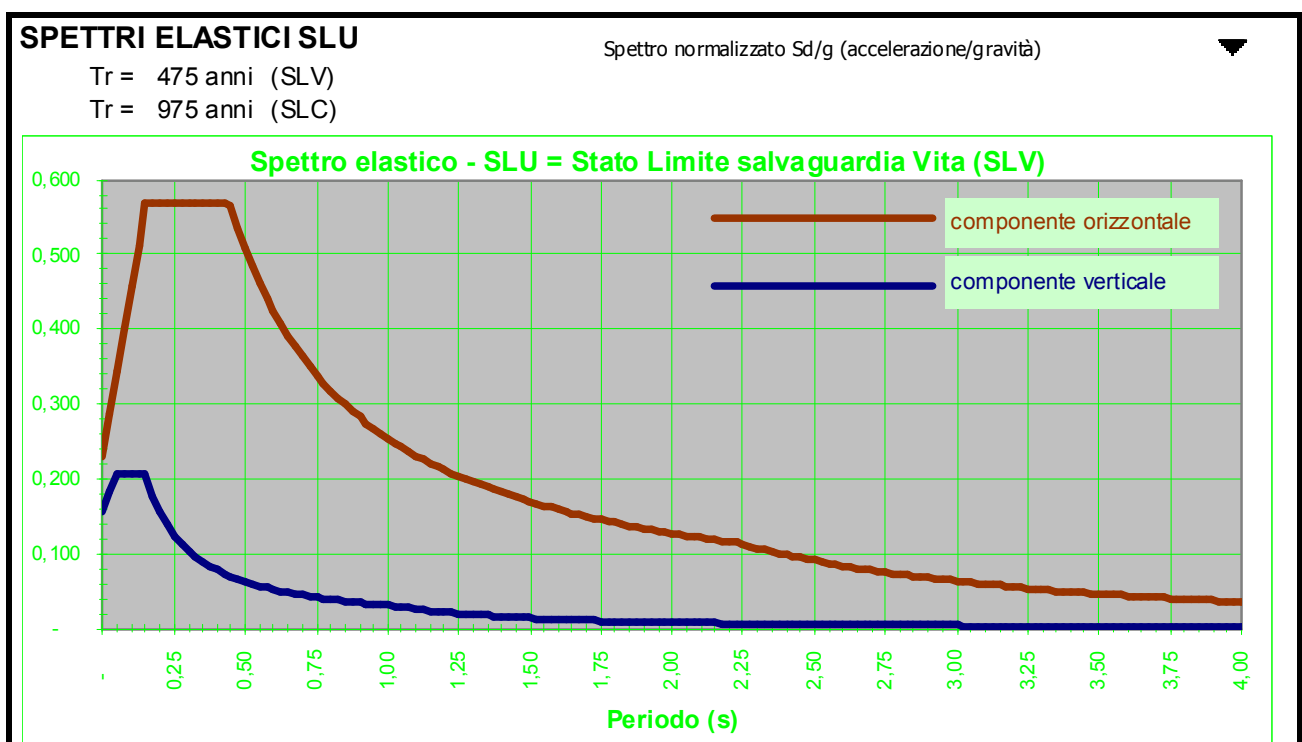
$$a_g = a_{g/g} = 1.565 / 9.81 = 0.159$$

$$F_o = 2.47$$

$$T_c^* = 0.28$$

Elaborando i dati forniti, il programma di calcolo ha prodotto gli spettri di risposta elastica necessari per definire gli stati limite ultimo.

Nella fattispecie è stato ottenuto il grafico degli spettri elastici SLU:



In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale è possibile valutare l'accelerazione massima attesa al sito mediante la relazione:

$$a_{\max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g$$

in cui:

S_s = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione stratigrafica;

S_t = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione topografica;

a_g = accelerazione orizzontale massima sul suolo di categoria A.

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s

Categoria sottosuolo	S_s
A	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$

Nel caso in esame potrà essere assunto:

VN 50 anni - Classe d'Uso II

Stato limite SLV e TR = 475 anni (*Paragrafo 7.1 D.M. 14.01.2008*):

$S_s = 1.47$ - Categoria sottosuolo C

$S_t = 1.0$ - Categoria topografica T1

$a_g = 0.159 \cdot g$

Sulla base dei dati sopra riportati risulta pertanto che:

$$a_{\max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g = 1.47 \cdot 1.0 \cdot 0.159 = 0.234 \cdot g.$$

8. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Con il termine di liquefazione si intende generalmente la perdita di resistenza dei 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 liquido viscoso.

Ciò avviene quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento e quindi allorché gli sforzi efficaci, da cui dipende la resistenza al taglio, si riducono a zero.

Questi fenomeni si verificano soprattutto nelle sabbie fini e nei limi saturi di densità da media a bassa e a granulometria piuttosto uniforme, anche se contenenti una frazione fine limoso-argillosa.

In assenza, nei primi metri, di livelli di spessore significativo di limi sabbiosi e sabbie limose saturi d'acqua, in conformità con quanto richiesto dal punto 7.11.3.4.2. delle NTC 2018, si ha ragione di ritenere che in caso di un evento sismico *il primo sottosuolo presenti un rischio di liquefazione nullo.*

9. RIEPILOGO E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Confermando le risultanze di precedenti studi ed in sintonia con le caratteristiche del terreno segnalate dalle carte tematiche i carotaggi, appositamente eseguiti a supporto della costruzione del nuovo fabbricato, hanno riscontrato l'esistenza di ghiaie, ciottoli e sabbie già a profondità relativamente contenuta, nel caso del sondaggio n° 3, realizzato nella zona ad occidente maggiormente vicina all'attuale alveo del T. Parma, quasi in prossimità della superficie.

Le prospezioni (cf. stratigrafie restituite a cura della Ditta Prove Penetrometriche S.r.l.), hanno in realtà accertato l'esistenza di una coltre superficiale meno addensata e solo in profondità ghiaie, seppure in matrice, via via sempre più compatte.

L'elevato grado di addensamento del deposito è stato altresì appurato dal sondaggio sismico a rifrazione effettuato per determinare il valore del Vs30.

Si tratta ancora di banchi di sabbia e ghiaia la cui potenza, come visualizzato dalla stratigrafia del pozzo dell'azienda, è superiore ai 20 metri investigati dal sondaggio n° 1.

Il carotaggio n° 1, tra 2.2 m e 3.4 m, ha riscontrato che nella posizione in cui, nel settore orientale del fabbricato, è stata effettuata la prospezione, all'altezza di un cambio di pendio del terreno, è presente uno strato di argilla limosa, di color nocciola grigiastro, con modeste caratteristiche geomeccaniche. Tenendo presente che i carichi delle future fondazioni andranno ad interagire quasi direttamente con esso, di questa situazione se ne dovrà tenere in debita considerazione in fase esecutiva.

Indubbiamente questo strato risente dell'interazione con acqua di falda del cui livello, tramite i carotaggi, è stato possibile definirne la profondità. Nei fori di sonda dei carotaggi l'acqua si è infatti in breve tempo stabilizzata poco oltre i 3÷3.5 m rispetto alla quota dell'attuale piano campagna. Essendo a quest'altezza l'alveo del T. Parma molto ampio ma nel contempo poco incassato rispetto ai terreni ad esso perimetrali, si ha ragione di ritenere che vi sia indubbia interazione del livello con quello delle acque di subalveo del torrente.

Tenendo presente che le prospezioni sono state eseguite alla fine del mese di agosto, quindi quasi al termine della stagione estiva, epoca in cui il torrente è in fase di magra, è verosimile che allorché l'alveo deve invece contenere le piene tipiche dei periodi più piovosi (normalmente autunno e primavera) è presumibile che il livello tenda a portarsi ad una quota maggiormente vicina al piano campagna, permeando lo strato individuato tra 2.2 m e 3.4 m e contribuendo pertanto ad inficiarne le caratteristiche geomeccaniche.

In base alle risultanze di una specifica indagine tipo MASW che nei primi 30 m hanno restituito una velocità di 309 m/sec, il suolo di fondazione può essere pertanto assimilato alla categoria C di azione sismica “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*” con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un

miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Secondo quanto riportato dalla Tav. 9 “Carta Provinciale delle aree suscettibili di effetti locali” prodotta a corredo del P.T.C.P. 2011 della Provincia di Parma e sulla tav. dei livelli di approfondimento prodotta a corredo del PSC di Traversetolo, i terreni in esame necessitano di analisi semplificata di II livello.

In base al valore di V_{s30} di 309 m/s, ottenuto estrapolando i dati dall’analisi di sismica a rifrazione tipo MASW, si ritiene opportuno adottare i seguenti fattori di amplificazione:

$$\text{PGA F.A.} = 1.9; \text{SI } 1(0.1 - 0.5 \text{ sec}) \text{ F.A.} = 2.0; \text{SI } 2(0.5 - 1.0 \text{ sec}) \text{ F.A.} = 2.6.$$

Mediante l’utilizzo di un apposito programma per il “Calcolo dello Spettro Sismico”, ideato dagli Ingegneri Red Shift & Afazio, in cui vengono generati accelerogrammi correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito, si è proceduto poi al calcolo del valore dei parametri a_g , F_o e T_c^* per la definizione dell’Azione Sismica locale. Riferiti all’area in oggetto, al $T_R = 475$ anni dello Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita, sono stati ottenuti i seguenti valori: $a_g = a_g/g = 1.565 / 9.81 = 0.159$; $F_o = 2.47$; $T_c^* = 0.28$.

Elaborando i dati, il programma ha prodotto gli spettri elastici SLU; è stata inoltre calcolata l’accelerazione massima attesa al sito di $a_{\max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g = 1.47 \cdot 1.0 \cdot 0.159 = 0.234 \cdot g$.

In assenza, nei primi metri, di livelli di spessore significativo di limi sabbiosi e sabbie limose saturi d’acqua, in conformità con quanto richiesto dal punto 7.11.3.4.2. delle NTC 2018, si ha ragione di ritenere che in caso di un evento sismico il primo sottosuolo presenti un rischio di liquefazione nullo.

Sulla base dei parametri geomeccanici del terreno acquisiti con le indagini si è infine proceduto alla valutazione del peso di volume (γ), dell’angolo di attrito interno (ϕ), della coesione non drenata (C_u), della coesione efficace (c') e del modulo edometrico (M_o) ed elastico (E) per gli strati che caratterizzano il primo sottosuolo.

Suddetti valori potranno poi essere utilizzati per il dimensionamento strutturale in conformità con quanto prescritto dal D.M. 17/01/2018.

In relazione alla variabilità del livello della falda, in correlazione con quella delle acque di subalveo del torrente occorrerà pertanto correttamente dimensionare le nuove strutture fondali in funzione di contrastare con efficacia un'eventuale spinta idrostatica alla base.

Per non incrementare il ristagno e l'ammollimento del terreno alla base delle stesse, situazioni estremamente pericolose per la stabilità futura delle fondazioni, particolare attenzione dovrà inoltre essere posta nella raccolta e nell'allontanamento di tutte le acque di scarico che dovrà essere effettuato, in direzione della rete drenante principale, utilizzando tubazioni e raccordi a perfetta tenuta.

Nel rispetto di quanto in precedenza esposto e delle disposizioni delle leggi vigenti, siano esse nazionali che regionali (D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni"), che prescrivono un'attenta verifica dell'idoneità delle strutture in funzione delle caratteristiche del primo sottosuolo, si attesta l'idoneità del terreno all'attuazione dell'intervento edilizio in progetto e si concede quindi parere geologico favorevole.

Scandiano, ottobre 2018



ALLEGATI



A) UBICAZIONE INDAGINI

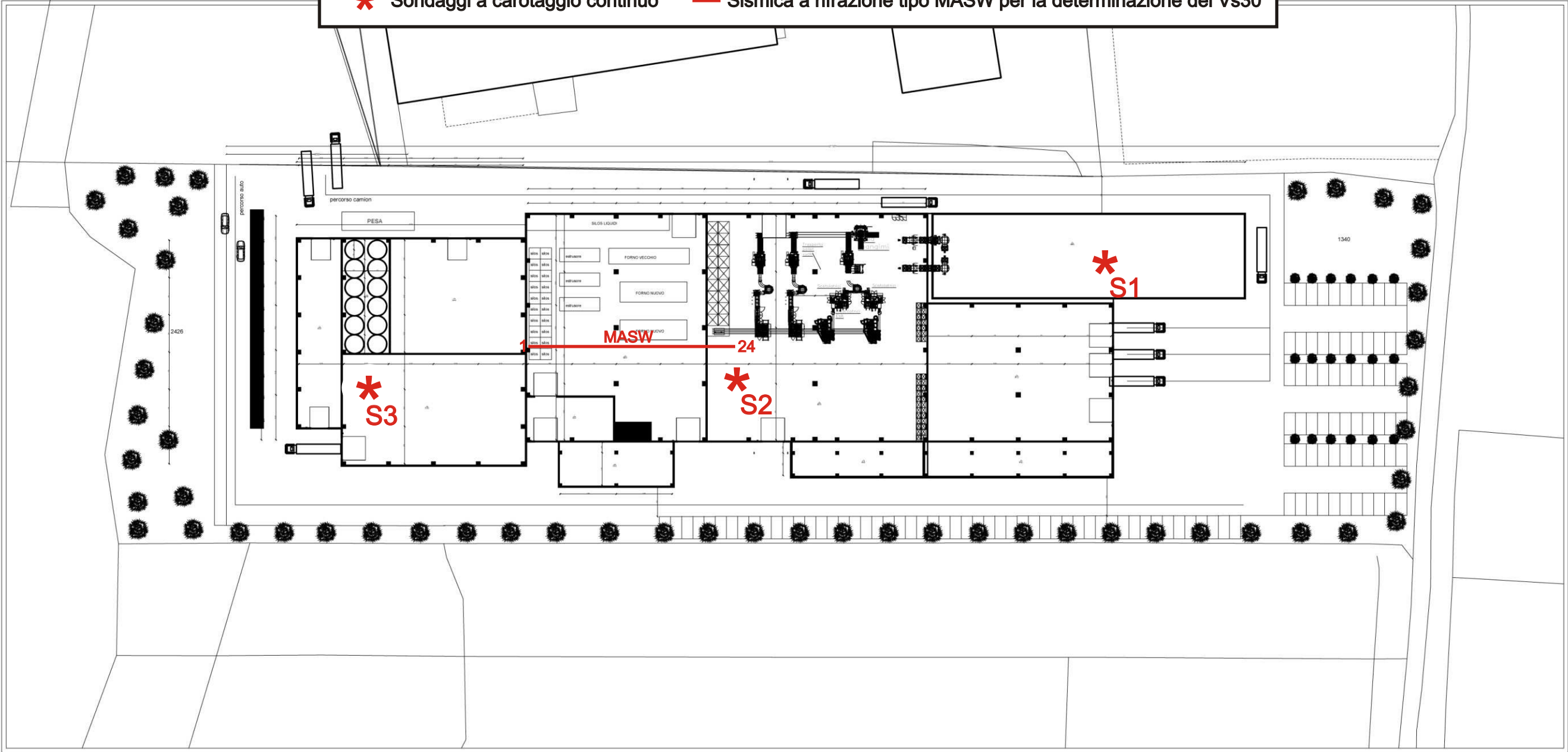
B) STRATIGRAFIE E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGI A ROTAZIONE E CAROTAGGIO CONTINUO (realizzati dalla Prove Penetrometriche S.r.l. di Castelnuovo Rangone)

C) SISMICA A RIFRAZIONE TIPO MASW PER LA DETERMINAZIONE DEL V_{s30} (eseguita con sismografo PASI 16SG24)

UBICAZIONE INDAGINI

SCALA 1:1000

* Sondaggi a carotaggio continuo — Sismica a rifrazione tipo MASW per la determinazione del Vs30



STRATIGRAFIE E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
SONDAGGI A ROTAZIONE E CAROTAGGIO CONTINUO



ATTREZZATURA: SONDA ATLAS COPCO MUSTANG A66 – CB T

DITTA: Prove Penetrometriche S.r.l.



PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

36.00

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S1

Pagina 1/6

RAPPORTO DI PROVA N. R07715

Committente: **Mister PET srl**

Località: **Traversetolo (PR), loc. Mamiano**

Cantiere: **indagini geognostiche**

Data prova: **dal 24/08/18 al 27/08/18**

Data emissione rapporto: **28/08/18**

Attrezzatura utilizzata, prove in foro effettuate, strumentazione foro

Per l'esecuzione del sondaggio è stata utilizzata una Sonda Idraulica cingolata Atlas Copco Mustang A 66 - CB T (anno di fabbrica: 1995 - matr. n. OR 95/3480/653) montata su sottocarro cingolato MT 10 semovente, con pattini in acciaio e velocità di spostamento 0-2 km/h. La sonda è dotata di due motori: un motore diesel a 4 tempi Lombardini LDW 2004 avente cilindrata 2068 cm³, potenza 35 kW, RPM 3.000 giri/min; un motore KHD Deutz F 3-6 L 912/W, cilindrata 2.826 cm³. L'antenna è caratterizzata da un tiro e da una spinta di 80 kN, corsa 3.700 mm, mentre la testa idraulica di rotazione S 1.300, avente n. 8 velocità, presenta una coppia massima di 13.233 Nm e una velocità massima di 614 g/min. La sonda è infine dotata di n. 2 pompe idrauliche: una pompa fanghi Nova Rotors mod. MN 120-2 ed una pompa acqua Imovilli P123.

Nel corso delle operazioni di sondaggio la sonda è stata attrezzata con un carotiere semplice T1 avente diametro ϕ 101 mm e si è reso necessario l'utilizzo di tubi di rivestimento di diametro ϕ 127 mm per 18.00 m totali in seguito alla scarsa stabilità del foro di sondaggio.

Nel corso del sondaggio sono state eseguite n.2 prove Standard Penetration Test (S.P.T.) alla profondità di 2.60 m e 5.40 m, utilizzando un dispositivo di guida e sganciamento automatico tipo "Martino Nenzi" (massa sistema di battuta: 4,20 kg), attrezzato con un maglio avente massa pari a 63,50 Kg; a tale attrezzatura è avvitata una batteria di aste aventi diametro ϕ 50,46 mm e massa lineare 7 kg/m, alla quale è avvitata sul fondo una punta conica (punta chiusa), dello stesso diametro, per la penetrazione nel terreno, avente area di base pari a 20 cm² ed angolo di 60°. La profondità di giunzione della prima asta è pari a 0,80 m. I risultati della prova, per avanzamenti di 15 cm, sono riportati a pagina 3/6 del presente certificato. Dove possibile sono stati effettuati alcuni Pocket Penetrometer Test e Vane Test sulle carote prelevate; i risultati, in kPa, sono riportati a pagina 3/6.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Geol. Emilio Guerzoni

PROVE PENETROMETRICHE S.r.l.
Elaborazione Dati
Il Tecnico



PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

36.00

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S1

Pagina 2/6

RAPPORTO DI PROVA N. R07715

Committente: **Mister PET srl**

Località: **Traversetolo (PR), loc. Mamiano**

Cantiere: **indagini geognostiche**

Data prova: **dal 24/08/18 al 27/08/18**

Data emissione rapporto: **28/08/18**

Procedure di campionamento

Le carote prelevate nel corso del sondaggio (campioni tipo Q1) sono state riposte in apposite cassette catalogatrici in PVC a 5 scomparti, quindi fotografate (vedi pagg. 5/6, 6/6) e consegnate alla Committenza.

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

Le procedure di esecuzione del sondaggio, delle prove e del prelievo dei campioni sono state concordate con i tecnici incaricati dalla Committenza direttamente in cantiere.

Norme di riferimento ed eventuali metodi e/o procedure non normalizzate

Tutte le prove ed i campionamenti effettuati sono stati eseguiti conformemente alle norme di riferimento:

- AGI (1977): "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure

Non si sono riscontrate anomalie nelle misure e nella perforazione.

Incertezza associata alle prove **SPT: 20%**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo ($k=2$) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

Software di elaborazione: "Stratigrafie" ver. 10.1.9 realizzato dalla società SGeo di Roma.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Geol. Emilio Guerzoni

PROVE PENETROMETRICHE S.r.l.
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Committente: Mister PET srl	Sondaggio: S1
Riferimento: Traversetolo (PR), loc. Mamiano	Data: dal 24/08/18 al 27/08/18
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

Ø mm	metri batt.	R v	A	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			DATI TECNICI
										m	S.P.T.	Pt	
				Terreno vegetale costituito da limo sabbioso argilloso, nocciola chiaro, asciutto.	0,5	0,5							RAPPORTO DI PROVA N. R07715 del 30/08/18 Sondaggio a carotaggio continuo eseguito con Sonda Idraulica Atlas Copco Mustang A 66 - CB T attrezzata con carotiere semplice T1 da 101 mm. Diametro rivestimento: 127 mm per 18.00 m. Il Responsabile di Sito: Dott. Geol. Emilio Guerzoni Aiuti-responsabile di sito: Dott. Geol. Salvatore Mucci
				Limo sabbioso debolmente argilloso, nocciola chiaro, compatto, asciutto.	1,0	0,5							
				Ghiaia eterometrica in abbondante matrice sabbioso, grigia, asciutta.	1,8	0,8							
				Limo sabbioso / sabbia limosa, marrone chiaro, asciutto.	2,0	0,2							
				Ghiaia eterometrica in abbondante matrice sabbioso, grigia, asciutta.	2,2	0,2							
				Argilla limosa, nocciola grigiastra, poco consistente, umida.				50	20	2,6	1-1-2	C	
				Ghiaia localmente cementata e ciottoli, in abbondante matrice limoso sabbiosa, nocciola giallastra, molto addensata.	3,4	1,2		50 100	20 40				
				Ghiaia localmente cementata, in abbondante matrice limoso sabbiosa, nocciola giallastra e giallo ocra, molto addensata.	5,0	1,6				5,4	7-19-50/10cm	C	
101	20				20,0	15,0							

Il Responsabile di sito
Dott. Geol. Emilio Guerzoni

PROVE PENETROMETRICHE S1
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Committente: Mister PET srl	Sondaggio: S1
Riferimento: Traversetolo (PR), loc. Mamiano	Data: dal 24/08/18 al 27/08/18
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

LEGENDA STRATIGRAFIA

Pagina 4/6

Ø mm	metri batt.	R v	A	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			DATI TECNICI
										m	S.P.T.	Pt	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 3) Rivestimento
- 4) Profondità dell'acqua
- 5) Simbolo litologico
- 6) Profondità della base dello strato (m)
- 7) Spessore dello strato (m)
- 8) Descrizione della litologia dello strato
- 9) Resistenza alla punta (kPa)
- 10) Vane test (kPa)
- 11) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 12) Prova S.P.T.
- 13) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
- 14) Dati tecnici

Committente: Mister PET srl

Sondaggio: S1

Riferimento: Traversetolo (PR), loc. Mamiano

Data: dal 24/08/18 al 27/08/18

Fotografie - Pagina 1/2

Pagina 5/6



Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00



Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

Committente: Mister PET srl

Sondaggio: S1

Riferimento: Traversetolo (PR), loc. Mamiano

Data: dal 24/08/18 al 27/08/18

Fotografie - Pagina 2/2

Pagina 6/6



Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00



Cassetta n° 4 - profondità da m 15,00 a m 20,00



PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

36.00

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S2

Pagina 1/6

RAPPORTO DI PROVA N. R07716

Committente: **Mister PET srl**

Località: **Traversetolo (PR), loc. Mamiano**

Cantiere: **indagini geognostiche**

Data prova: **del 27/08/18**

Data emissione rapporto: **30/08/18**

Attrezzatura utilizzata, prove in foro effettuate, strumentazione foro

Per l'esecuzione del sondaggio è stata utilizzata una Sonda Idraulica cingolata Atlas Copco Mustang A 66 - CB T (anno di fabbrica: 1995 - matr. n. OR 95/3480/653) montata su sottocarro cingolato MT 10 semovente, con pattini in acciaio e velocità di spostamento 0-2 km/h. La sonda è dotata di due motori: un motore diesel a 4 tempi Lombardini LDW 2004 avente cilindrata 2068 cm³, potenza 35 kW, RPM 3.000 giri/min; un motore KHD Deutz F 3-6 L 912/W, cilindrata 2.826 cm³. L'antenna è caratterizzata da un tiro e da una spinta di 80 kN, corsa 3.700 mm, mentre la testa idraulica di rotazione S 1.300, avente n. 8 velocità, presenta una coppia massima di 13.233 Nm e una velocità massima di 614 g/min. La sonda è infine dotata di n. 2 pompe idrauliche: una pompa fanghi Nova Rotors mod. MN 120-2 ed una pompa acqua Imovilli P123.

Nel corso delle operazioni di sondaggio la sonda è stata attrezzata con un carotiere semplice T1 avente diametro ϕ 101 mm e si è reso necessario l'utilizzo di tubi di rivestimento di diametro ϕ 127 mm per 14.00 m totali in seguito alla scarsa stabilità del foro di sondaggio.

Nel corso del sondaggio sono state eseguite n.2 prove Standard Penetration Test (S.P.T.) alla profondità di 2.00 m e 6.50 m, utilizzando un dispositivo di guida e sganciamento automatico tipo "Martino Nenzi" (massa sistema di battuta: 4,20 kg), attrezzato con un maglio avente massa pari a 63,50 Kg; a tale attrezzatura è avvitata una batteria di aste aventi diametro ϕ 50,46 mm e massa lineare 7 kg/m, alla quale è avvitata sul fondo una punta conica (punta chiusa), dello stesso diametro, per la penetrazione nel terreno, avente area di base pari a 20 cm² ed angolo di 60°. La profondità di giunzione della prima asta è pari a 0,80 m. I risultati della prova, per avanzamenti di 15 cm, sono riportati a pagina 3/6 del presente certificato. Dove possibile sono stati effettuati alcuni Pocket Penetrometer Test e Vane Test sulle carote prelevate; i risultati, in kPa, sono riportati a pagina 3/6.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Geol. Emilio Guerzoni

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico



PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

36.00

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S2

Pagina 2/6

RAPPORTO DI PROVA N. R07716

Committente: **Mister PET srl**

Località: **Traversetolo (PR), loc. Mamiano**

Cantiere: **indagini geognostiche**

Data prova: **del 27/08/18**

Data emissione rapporto: **30/08/18**

Procedure di campionamento

Le carote prelevate nel corso del sondaggio (campioni tipo Q1) sono state riposte in apposite cassette catalogatrici in PVC a 5 scomparti, quindi fotografate (vedi pagg. 5/6 e 6/6) e consegnate alla Committenza.

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

Le procedure di esecuzione del sondaggio, delle prove e del prelievo dei campioni sono state concordate con i tecnici incaricati dalla Committenza direttamente in cantiere.

Norme di riferimento ed eventuali metodi e/o procedure non normalizzate

Tutte le prove ed i campionamenti effettuati sono stati eseguiti conformemente alle norme di riferimento:

- AGI (1977): "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".


Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure

Non si sono riscontrate anomalie nelle misure e nella perforazione.

Incertezza associata alle prove **SPT**: **20%**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo ($k=2$) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

Software di elaborazione: "*Stratigrafie*" ver. 10.1.9 realizzato dalla società SGeo di Roma.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Geol.  Emilio Guerzoni

PROVE PENETROMETRICHE S.r.l.
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Committente: Mister PET srl	Sondaggio: S2
Riferimento: Traversetolo (PR), loc. Mamiano	Data: del 27/08/18
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:85

STRATIGRAFIA - S2

Pagina 3/6

o mm	metri batt.	R v	A	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			DATI TECNICI
										m	S.P.T.	Pt	
					0,5	0,5	Terreno vegetale costituito da limo sabbioso argilloso, nocciola chiaro, asciutto.						RAPPORTO DI PROVA N. R07716 del 30/08/18 Sondaggio a carotaggio continuo eseguito con Sonda Idraulica Atlas Copco Mustang A 66 - CB T attrezzata con carotiere semplice T1 da 101 mm. Diametro rivestimento: 127 mm per 14,00 m. Il Responsabile di Sito: Dott. Geol. Emilio Guerzoni Aiuti-responsabile di sito: Dott. Geol. Salvatore Mucci
1					1,0	0,5	Limo sabbioso debolmente argilloso, nocciola chiaro, compatto, asciutto.						
2							Ghiaia e ciottoli in matrice limosa sabbiosa / sabbioso limosa, marrone chiara, molto addensata, umida.			2,0	23-26-45	C	
3													
4													RAPPORTO DI PROVA N. R07716 del 30/08/18 Sondaggio a carotaggio continuo eseguito con Sonda Idraulica Atlas Copco Mustang A 66 - CB T attrezzata con carotiere semplice T1 da 101 mm. Diametro rivestimento: 127 mm per 14,00 m. Il Responsabile di Sito: Dott. Geol. Emilio Guerzoni Aiuti-responsabile di sito: Dott. Geol. Salvatore Mucci
5													
6													
7													
8													RAPPORTO DI PROVA N. R07716 del 30/08/18 Sondaggio a carotaggio continuo eseguito con Sonda Idraulica Atlas Copco Mustang A 66 - CB T attrezzata con carotiere semplice T1 da 101 mm. Diametro rivestimento: 127 mm per 14,00 m. Il Responsabile di Sito: Dott. Geol. Emilio Guerzoni Aiuti-responsabile di sito: Dott. Geol. Salvatore Mucci
9					8,5	7,5	Ghiaia e ciottoli in matrice limosa sabbiosa / sabbioso limosa, giallo ocre, molto addensata, umida.			6,5	16-19-18	C	
10													
11													
12													RAPPORTO DI PROVA N. R07716 del 30/08/18 Sondaggio a carotaggio continuo eseguito con Sonda Idraulica Atlas Copco Mustang A 66 - CB T attrezzata con carotiere semplice T1 da 101 mm. Diametro rivestimento: 127 mm per 14,00 m. Il Responsabile di Sito: Dott. Geol. Emilio Guerzoni Aiuti-responsabile di sito: Dott. Geol. Salvatore Mucci
13													
14													
15													

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 - Settore C - Prove in Sito

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Il Responsabile di sito
Dott. Geol. Emilio Guerzoni

Committente: Mister PET srl	Sondaggio: S2
Riferimento: Traversetolo (PR), loc. Mamiano	Data: del 27/08/18
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

LEGENDA STRATIGRAFIA

Pagina 4/6

o mm	metri batt.	R V	A	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			DATI TECNICI
										m	S.P.T.	Pt	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 3) Rivestimento
- 4) Profondità dell'acqua
- 5) Simbolo litologico
- 6) Profondità della base dello strato (m)
- 7) Spessore dello strato (m)
- 8) Descrizione della litologia dello strato
- 9) Resistenza alla punta (kPa)
- 10) Vane test (kPa)
- 11) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 12) Prova S.P.T.
- 13) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
- 14) Dati tecnici

Committente: Mister PET srl

Sondaggio: S2

Riferimento: Traversetolo (PR), loc. Mamiano

Data: del 27/08/18

Fotografie - Pagina 1/2

Pagina 5/6



Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00



Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

Committente: Mister PET srl

Sondaggio: S2

Riferimento: Traversetolo (PR), loc. Mamiano

Data: del 27/08/18

Fotografie - Pagina 2/2

Pagina 6/6



Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00



PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

36.00

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S3

Pagina 1/6

RAPPORTO DI PROVA N. R07717

Committente: **Mister PET srl**

Località: **Traversetolo (PR), loc. Mamiano**

Cantiere: **indagini geognostiche**

Data prova: **dal 28/08/18 al 29/08/18**

Data emissione rapporto: **30/08/18**

Attrezzatura utilizzata, prove in foro effettuate, strumentazione foro

Per l'esecuzione del sondaggio è stata utilizzata una Sonda Idraulica cingolata Atlas Copco Mustang A 66 - CB T (anno di fabbrica: 1995 - matr. n. OR 95/3480/653) montata su sottocarro cingolato MT 10 semovente, con pattini in acciaio e velocità di spostamento 0-2 km/h. La sonda è dotata di due motori: un motore diesel a 4 tempi Lombardini LDW 2004 avente cilindrata 2068 cm³, potenza 35 kW, RPM 3.000 giri/min; un motore KHD Deutz F 3-6 L 912/W, cilindrata 2.826 cm³. L'antenna è caratterizzata da un tiro e da una spinta di 80 kN, corsa 3.700 mm, mentre la testa idraulica di rotazione S 1.300, avente n. 8 velocità, presenta una coppia massima di 13.233 Nm e una velocità massima di 614 g/min. La sonda è infine dotata di n. 2 pompe idrauliche: una pompa fanghi Nova Rotors mod. MN 120-2 ed una pompa acqua Imovilli P123.

Nel corso delle operazioni di sondaggio la sonda è stata attrezzata con un carotiere semplice T1 avente diametro ϕ 101 mm e si è reso necessario l'utilizzo di tubi di rivestimento di diametro ϕ 127 mm per 14.50 m totali in seguito alla scarsa stabilità del foro di sondaggio.

Nel corso del sondaggio sono state eseguite n.2 prove Standard Penetration Test (S.P.T.) alla profondità di 2.00 m e 8.50 m, utilizzando un dispositivo di guida e sganciamento automatico tipo "Martino Nenzi" (massa sistema di battuta: 4,20 kg), attrezzato con un maglio avente massa pari a 63,50 Kg; a tale attrezzatura è avvitata una batteria di aste aventi diametro ϕ 50,46 mm e massa lineare 7 kg/m, alla quale è avvitata sul fondo una punta conica (punta chiusa), dello stesso diametro, per la penetrazione nel terreno, avente area di base pari a 20 cm² ed angolo di 60°. La profondità di giunzione della prima asta è pari a 0,80 m. I risultati della prova, per avanzamenti di 15 cm, sono riportati a pagina 3/6 del presente certificato. Dove possibile sono stati effettuati alcuni Pocket Penetrometer Test e Vane Test sulle carote prelevate; i risultati, in kPa, sono riportati a pagina 3/6.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Geol. Emilio Guerzoni

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico



PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

36.00

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 – Settore C – Prove in Sito

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S3

Pagina 2/6

RAPPORTO DI PROVA N. R07717

Committente: **Mister PET srl**

Località: **Traversetolo (PR), loc. Mamiano**

Cantiere: **indagini geognostiche**

Data prova: **dal 28/08/18 al 29/08/18**

Data emissione rapporto: **30/08/18**

Procedure di campionamento

Le carote prelevate nel corso del sondaggio (campioni tipo Q1) sono state riposte in apposite cassette catalogatrici in PVC a 5 scomparti, quindi fotografate (vedi pagg. 5/6 e 6/6) e consegnate alla Committenza.

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

Le procedure di esecuzione del sondaggio, delle prove e del prelievo dei campioni sono state concordate con i tecnici incaricati dalla Committenza direttamente in cantiere.

Norme di riferimento ed eventuali metodi e/o procedure non normalizzate

Tutte le prove ed i campionamenti effettuati sono stati eseguiti conformemente alle norme di riferimento:

- AGI (1977): "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure

Non si sono riscontrate anomalie nelle misure e nella perforazione.

Incertezza associata alle prove **SPT: 20%**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo ($k=2$) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

Software di elaborazione: "Stratigrafie" ver. 10.1.9 realizzato dalla società SGeo di Roma.

IL RESPONSABILE DI SITO

Dott. Geol. Emilio Guerzoni

PROVE PENETROMETRICHE Srl
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Committente: Mister PET srl	Sondaggio: S3
Riferimento: Traversetolo (PR), loc. Mamiano	Data: del 27/08/18
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:80

STRATIGRAFIA - S3

Pagina 3/6

o mm	metri bott.	R v	A	LITOLOGIA	prof. m	Spess m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			DATI TECNICI
										m	S.P.T.	Pt	
1					0,3	0,3	Terreno vegetale costituito da limo sabbioso con ghiaia medio - fine, nocciola chiara, asciutta.						RAPPORTO DI PROVA N. R07717 del 30/08/18 Sondaggio a carotaggio continuo eseguito con Sonda Idraulica Atlas Copco Mustang A 66 - CB T attrezzata con carotiere semplice T1 da 101 mm. Diametro rivestimento: 127 mm per 14.50 m. Il Responsabile di Sito: Dott. Geol. Emilio Guerzoni Aiuti-responsabile di sito: Sig. Alfredo Tonielli
2							Ghiaia e ciottoli in abbondante matrice sabbiosa, grigia, molto addensata.			2,0	28-50/12cm	C	
3					3,5	3,2	Sabbia limosa con ghiaia localmente abbondante, giallo ocra, molto addensata.						
4													
5													
6													
7													
8													
9					8,5	5,0	Ghiaia eterometrica e ciottoli in matrice limoso argilloso e sabbiosa, giallo ocra, molto addensata.			8,5	30-50/10cm	C	
10													
11													
12													
13													
14													
101	15				15,0	6,5							

Decreto di Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 54953 del 29/05/2006 - Settore C - Prove in Sito

Il Responsabile di sito
Dott. Geol. Emilio Guerzoni

PROVE PENETROMETRICHE S.1
Elaborazione Dati
Il Tecnico

Committente: Mister PET srl	Sondaggio: S3
Riferimento: Traversetolo (PR), loc. Mamiano	Data: del 27/08/18
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

LEGENDA STRATIGRAFIA

Pagina 4/6

o mm	metri batt.	R v	A	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			DATI TECNICI
										m	S.P.T.	Pt	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 3) Rivestimento
- 4) Profondità dell'acqua
- 5) Simbolo litologico
- 6) Profondità della base dello strato (m)
- 7) Spessore dello strato (m)
- 8) Descrizione della litologia dello strato
- 9) Resistenza alla punta (kPa)
- 10) Vane test (kPa)
- 11) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 12) Prova S.P.T.
- 13) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
- 14) Dati tecnici

Committente: Mister PET srl

Sondaggio: S3

Riferimento: Traversetolo (PR), loc. Mamiano

Data: del 27/08/18

Fotografie - Pagina 1/2

Pagina 5/6



Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00



Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

Committente: Mister PET srl

Sondaggio: S3

Riferimento: Traversetolo (PR), loc. Mamiano

Data: del 27/08/18

Fotografie - Pagina 2/2

Pagina 6/6



Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00

SISMICA A RIFRAZIONE

MASW

Determinazione del V_{s30}



SISMOGRAFO: PASI 16SG24

Analyzing phase velocities

==o== SECTION#1

dataset: Mister Pet - Mamiano.DAT

minimum offset (m): 5

geophone spacing (m): 2

sampling (ms): 1

Dispersion curve: Mamiano di Traversetolo (PR) - Mister Pet.cdp

Number of individuals: 50

Number of generations: 51

Rayleigh-wave dispersion analysis

Analyzing phase velocities

Adopted search space (minimum vs & thickness): 50 0.5 70 3 150
90 2 110 3 130 3 150
5 170
Adopted search space (maximum vs & thickness): 200 2 280 5 360 5 450 6 500
7 600 11 701
Adopted Poisson values: 0.4 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35
0.35

Output folder: C:\Users\Xeon\Desktop\SISMICHE 2018\Giusti\08\Mamiano di Traversetolo - Mister Pet\output_disp

==o== SECTION#2

Rayleigh wave analysis

Optimizing vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits:	-49.6952	-30.9932
Optimizing vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits:	-42.9226	-18.685
Optimizing vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits:	-36.6315	-17.678
Optimizing vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits:	-31.8689	-12.3098
Optimizing vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits:	-27.2492	-12.1971
Optimizing vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits:	-27.3191	-12.1805
Optimizing vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits:	-25.0332	-11.3036
Optimizing vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits:	-22.3962	-11.3036
Optimizing vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits:	-21.1137	-8.85657
Optimizing vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits:	-22.6699	-8.85657
Optimizing vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits:	-24.6218	-8.85657
Optimizing vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits:	-21.2139	-8.85657
Optimizing vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits:	-21.4973	-8.85657
Optimizing vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits:	-23.1572	-8.85657
Optimizing vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits:	-21.0241	-8.85657
Optimizing vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits:	-21.2187	-8.85657
Optimizing vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits:	-20.251	-8.85657
Optimizing vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits:	-18.9557	-8.85657
Optimizing vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits:	-21.2579	-7.91446
Optimizing vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits:	-19.081	-7.91446
Optimizing vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits:	-19.8448	-7.91446
Optimizing vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits:	-21.3727	-7.91446
Optimizing vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits:	-20.6916	-7.91446
Optimizing vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits:	-20.0239	-7.91446
Optimizing vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits:	-21.4175	-7.91446
Optimizing vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits:	-20.5401	-7.91446
Optimizing vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits:	-21.7782	-7.91446
Optimizing vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits:	-23.6858	-7.91446
Optimizing vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits:	-23.1181	-7.91446
Optimizing vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits:	-24.3405	-6.01134
Optimizing vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits:	-24.8359	-6.01134
Optimizing vs & Thickness - generation: 32; average & best misfits:	-20.7599	-6.01134
Optimizing vs & Thickness - generation: 33; average & best misfits:	-21.6927	-6.01134
Optimizing vs & Thickness - generation: 34; average & best misfits:	-21.5154	-6.01134
Optimizing vs & Thickness - generation: 35; average & best misfits:	-22.7837	-6.01134
Optimizing vs & Thickness - generation: 36; average & best misfits:	-28.5752	-6.01134
Optimizing vs & Thickness - generation: 37; average & best misfits:	-26.3149	-6.01134
Optimizing vs & Thickness - generation: 38; average & best misfits:	-27.2954	-6.01134
Optimizing vs & Thickness - generation: 39; average & best misfits:	-27.7881	-6.01134
Optimizing vs & Thickness - generation: 40; average & best misfits:	-23.7984	-6.01134
Optimizing vs & Thickness - generation: 41; average & best misfits:	-24.1186	-5.96601
Optimizing vs & Thickness - generation: 42; average & best misfits:	-22.79	-5.96601
Optimizing vs & Thickness - generation: 43; average & best misfits:	-19.4704	-5.96601
Optimizing vs & Thickness - generation: 44; average & best misfits:	-23.5801	-5.96601
Optimizing vs & Thickness - generation: 45; average & best misfits:	-21.4151	-5.96601
Optimizing vs & Thickness - generation: 46; average & best misfits:	-22.2959	-5.96601
Optimizing vs & Thickness - generation: 47; average & best misfits:	-23.1699	-5.96601
Optimizing vs & Thickness - generation: 48; average & best misfits:	-23.3874	-5.96601
Optimizing vs & Thickness - generation: 49; average & best misfits:	-24.2998	-5.96601
Optimizing vs & Thickness - generation: 50; average & best misfits:	-25.8696	-5.96601
Optimizing vs & Thickness - generation: 51; average & best misfits:	-22.8222	-5.96601

Forcing search space

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh wave analysis

Optimizing vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -17.0134 -5.96601

Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -15.5012	-5.83286
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -14.2009	-5.83286
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -14.1966	-5.83286
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -14.6536	-5.83286
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -14.4207	-5.83286
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -14.715	-5.83286
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -14.3719	-5.81455
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -15.5298	-5.81455
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits: -14.2909	-5.81455
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits: -14.1696	-5.81455
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits: -15.007	-5.66959
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits: -14.811	-5.66959
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits: -15.3304	-5.66959

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 117 183 138 389 328 471 518

Thickness (m): 1.5 3.2 1.8 4 4.9 7.2

Poisson: 0.4 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35

Vp & Density Optimization

Columns 1 through 7

0.0653	0.1194	0.1736	0.2110	0.4069	0.4482	0.5139
0.1212	0.1704	0.3050	0.3632	0.4007	0.5366	0.6363
0.1895	0.2554	0.3899	0.5347	0.6277	0.6988	0.7880
0	0	0	0	0	0	0

Columns 8 through 12

0.5926	0.7048	0.8337	0.9458	1.0000
0.7165	0.8589	1.0000	0	0
0.8914	1.0000	0	0	0
0	0	0	0	0

Rayleigh wave analysis

Optimizing vp & Density - generation: 1; average & best misfits: -6.1546	-5.1607
Optimizing vp & Density - generation: 2; average & best misfits: -5.9253	-5.1144
Optimizing vp & Density - generation: 3; average & best misfits: -5.7742	-5.0642
Optimizing vp & Density - generation: 4; average & best misfits: -5.7068	-5.0642
Optimizing vp & Density - generation: 5; average & best misfits: -5.6687	-5.0642
Optimizing vp & Density - generation: 6; average & best misfits: -5.7654	-5.0642
Optimizing vp & Density - generation: 7; average & best misfits: -5.8106	-5.0176
Optimizing vp & Density - generation: 8; average & best misfits: -5.8898	-5.0176
Optimizing vp & Density - generation: 9; average & best misfits: -5.8194	-5.0036
Optimizing vp & Density - generation: 10; average & best misfits: -5.9934	-5.0006
Optimizing vp & Density - generation: 11; average & best misfits: -6.7582	-5.0006
Optimizing vp & Density - generation: 12; average & best misfits: -6.2699	-5.0006
Optimizing vp & Density - generation: 13; average & best misfits: -5.9373	-5.0006
Optimizing vp & Density - generation: 14; average & best misfits: -6.156	-5.0006

Number of models considered to calculate the average model: 79

#####

RESULTS

#####

Dataset: Mister Pet - Mamiano.DAT

Analyzed curve/spectrum: Mamiano di Traversetolo (PR) - Mister Pet.cdp

===== SECTION#3

Analyzing Phase Velocities

Analyzing Rayleigh-wave Dispersion

=====

MEAN MODEL

Vs (m/s): 118 182 159 382 360 470 516

Standard deviations (m/s): 4 7 17 27 55 66 39

Thickness (m): 1.6 3.5 1.9 3.6 4.5 6.5

Standard deviations (m): 0.2 0.4 0.3 0.3 0.5 1.0

Approximate values for vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 320 569 604 1241 1116 1347 1637

Density (gr/cm3): 1.78 1.92 1.93 2.11 2.08 2.13 2.17

Vp/Vs ratio: 2.71 3.13 3.80 3.25 3.10 2.87 3.17

Poisson: 0.42 0.44 0.46 0.45 0.44 0.43 0.44

Shear modulus (MPa): 25 64 49 307 270 470 579

Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0 0 0 0

Fundamental mode

Mean model

f(Hz) VR(m/s)

3.85853	454.751
7.06008	410.696
10.2616	287.2404
12.4722	201.7725
24.0588	154.3993
26.4981	150.3377
30.3857	142.0759
35.0355	131.9226
41.6673	122.4617
49.2901	117.1745
55.9218	114.8731
59.1234	114.1605

First higher mode
Mean model

7.1363	455.6479
10.0329	357.3828
17.9606	283.1305
21.3908	256.7937
23.6014	239.9645
31.6053	192.7079
37.4748	180.9825
42.2009	177.17
50.5859	173.695
58.8947	171.078

Second higher mode
Mean model

11.1764	515.744
15.064	463.5823
22.9916	342.4786
31.5291	267.8674
37.0174	231.4214
41.2099	214.7853
46.4696	201.097
52.5678	191.5372
58.9709	185.5239

===== SECTION#4

BEST MODEL

Vs (m/s): 117 183 138 389 328 471 518
thickness (m): 1.5272 3.1605 1.7623 4.0007 4.8538 7.2012

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus
Vp (m/s): 262 419 928 664 553 968 892
Density (gr/cm3): 1.73 1.84 2.04 1.95 1.91 2.05 2.03
Vp/Vs ratio: 2.24 2.29 6.72 1.71 1.69 2.06 1.72
Poisson: 0.38 0.38 0.49 0.24 0.23 0.34 0.25
Shear modulus (MPa): 24 62 39 296 206 454 544
Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0 0 0 0

dispersion curve (frequency - velocity)

Fundamental mode)
best model

F(Hz)	VR(m/s)
3.85853	418.1711
7.06008	353.3727
10.2616	279.2332
12.4722	202.9434
24.0588	150.336
26.4981	146.969
30.3857	139.7164
35.0355	130.1407
41.6673	120.8268
49.2901	115.5215
55.9218	113.1971
59.1234	112.4764

First higher mode)
best model

7.1363	447.7385
10.0329	324.4114
17.9606	275.916
21.3908	256.6993
23.6014	242.2114
31.6053	191.4678
37.4748	177.9121
42.2009	174.0763
50.5859	171.0631
58.8947	169.0194

Second higher mode)
best model

11.1764	512.3422
---------	----------

15.064	451.3435
22.9916	316.7641
31.5291	270.4481
37.0174	230.4061
41.2099	213.4152
46.4696	198.0934
52.5678	186.2155
58.9709	177.9088

Vs5 (mean model): 155 m/s
Vs5 (best model): 153 m/s

Vs20 (mean model): 259 m/s
Vs20 (best model): 256 m/s

Vs30 (mean model): 309 m/s
Vs30 (best model): 306 m/s

==o== SECTION#6

For Italian Users:

Dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008):

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

C - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).

D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).

E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con VS > 800 m/s).

S1 - Depositati di terreni caratterizzati da valori di VS30 inferiori 100 m/s (ovvero 10 < cu30 < 20 kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includano almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.

S2 - Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Results saved in the folder "C:\Users\Xeon\Desktop\SISMICHE 2018\Giusti\08\Mamiano di Traversetolo - Mister Pet\output_disp".

winMASW
Surface Waves & Beyond
www.winmasw.com

Number of models used to define the mean model: 79
Vs5 for the best model: 153
Vs30 for the best model: 306
Analyzing phase velocities

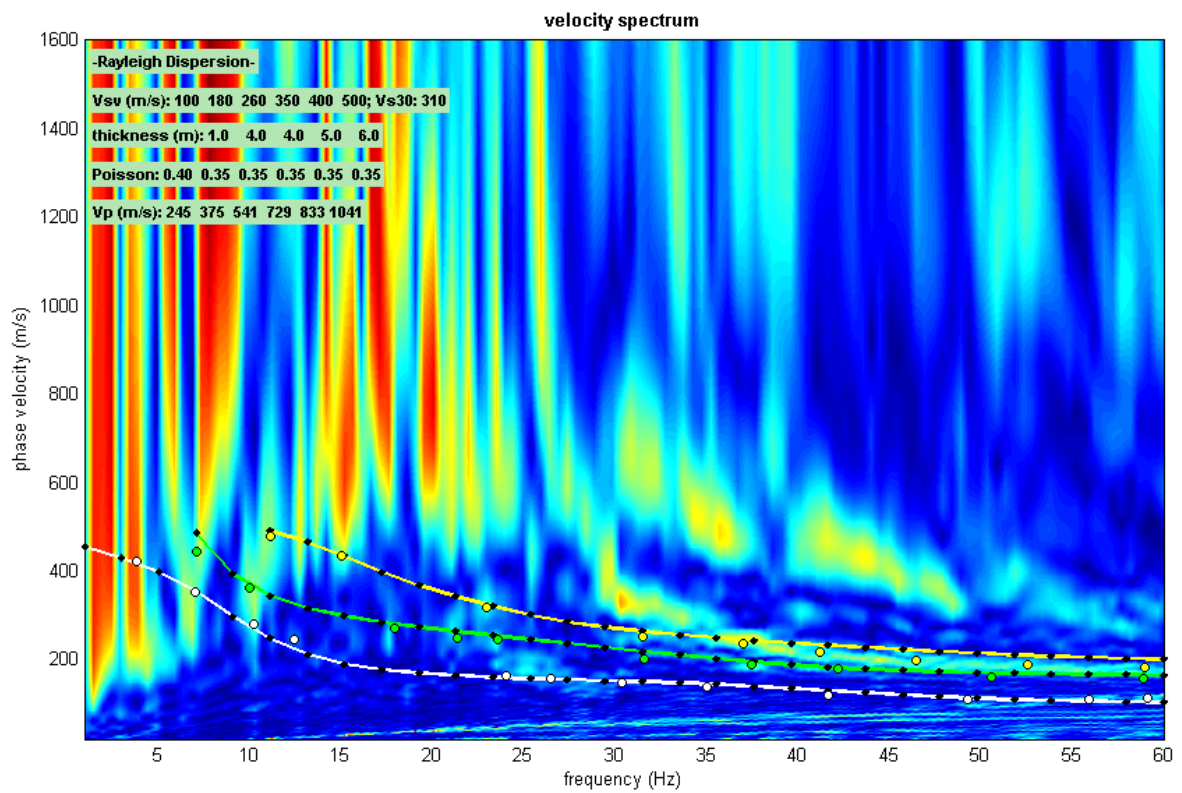
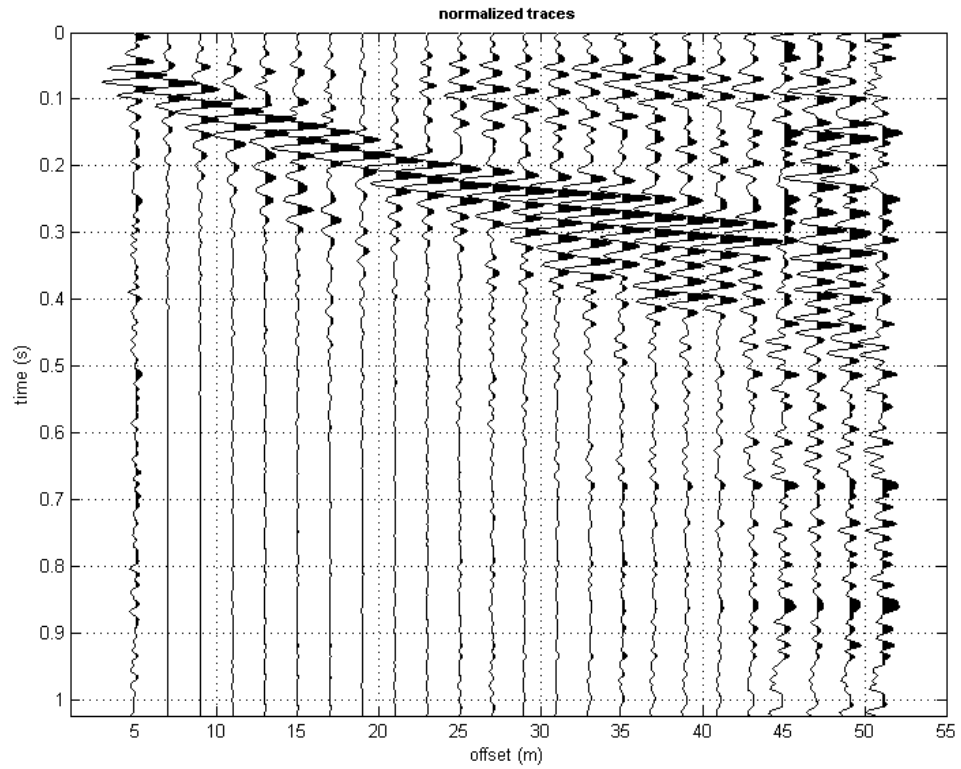
Elapsed time is 173.810059 seconds.

dataset: Mister Pet - Mamiano.DAT

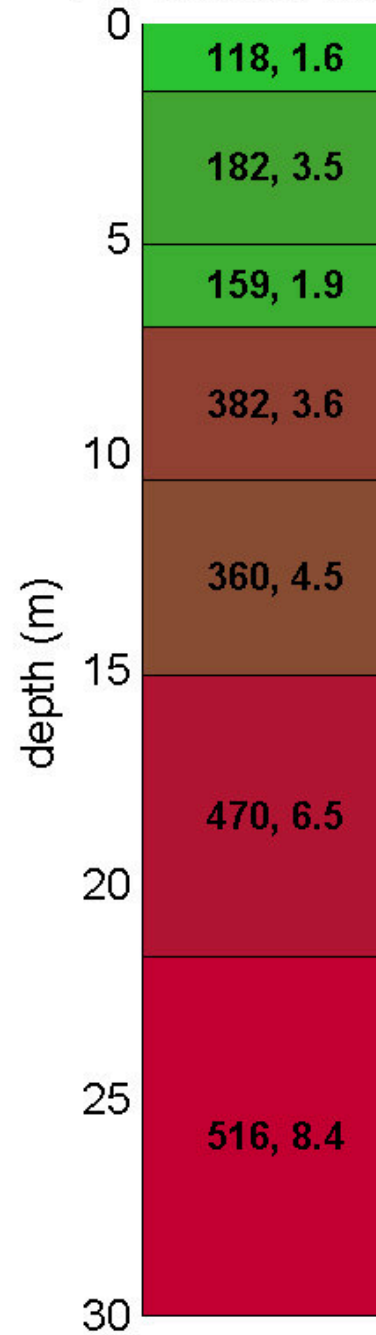
sampling: 1 ms

minimum offset: 5 m

geophone spacing: 2 m



Subsurface model



V (m/s) ^s	<i>thickness</i> (m)
---------------------------	-------------------------

winMASW - Inversion of Surface-Wave Dispersion Curves

Main results

Dataset: Mister Pet - Mamiano.DAT

Mean model

Vs (m/s): 118, 182, 159, 382, 360, 470, 516

Standard deviations (m/s): 4, 7, 17, 27, 55, 66, 39

Thickness (m): 1.6, 3.5, 1.9, 3.6, 4.5, 6.5

Standard deviations (m): 0.2, 0.4, 0.3, 0.3, 0.5, 1.0

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.78, 1.92, 1.93, 2.11, 2.08, 2.13, 2.17

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 25 64 49 307 270 470 579

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: Mamiano di Traversetolo (PR) - Mister Pet.cdp

Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

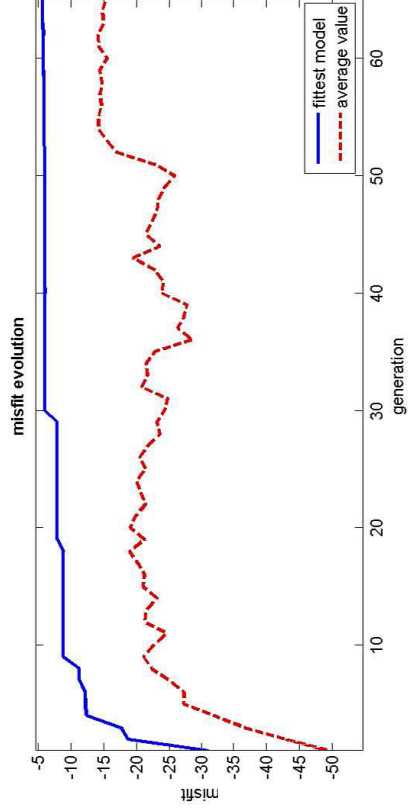
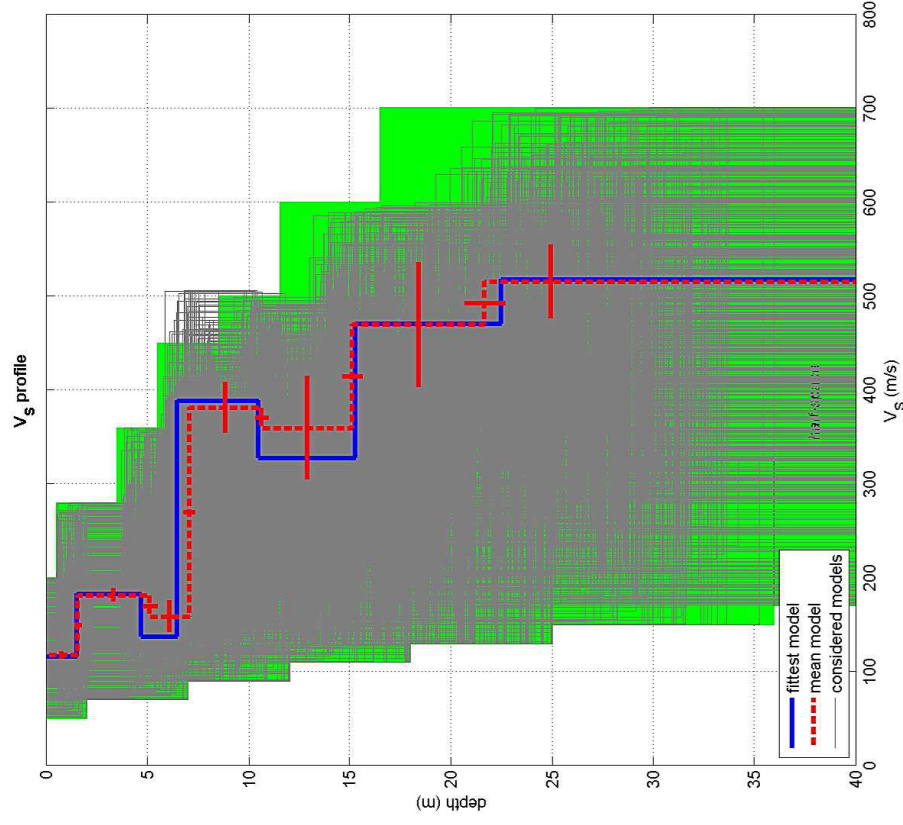
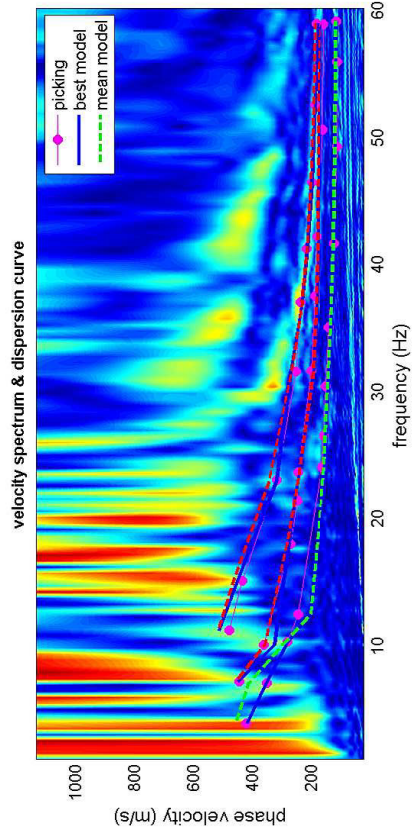
Vp (m/s): 320, 569, 604, 1241, 1116, 1347, 1637

Poisson: 0.42 0.44 0.46 0.45 0.44 0.43 0.44

Vs30 (m/s): 309

Soil classification: C

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.



dataset: Mister Pet - Mamiano.DAT
dispersion curve: Mamiano di Traversetolo (PR) - Mister Pet.cdp
 V_{s30} (best model): 306 m/s
 V_{s30} (mean model): 309 m/s