Committente:

MEA spa
viale Repubblica,1
20077 Melegnano (MI)

Oggetto:

OPERE DI MESSA A NORMA DELLA RETE DI SMALTIMENTO ACQUE REFLUE DELLA PIATTAFORMA ECOLOGICA DI MEA DI MELEGNANO

Titolo Elaborato:

02

RELAZIONE GEOLOGICA

Progetto:

E Plus Studio srl
viale Venezia, 2/b
27100 Pavia

Ing. Stefano Pugni

t 0382.572825
f 0382.479091
pugni@e-plus.it www.e-plus.it

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
Dott. Ing. PUGNI STEFANO
Sez. A Settori:
a) civile e ambientale
b) industriale
c) dell'informazione
n° A 23123

Studio Geologico Associato S.E.A.
Soluzioni per Edilizia & Ambiente
Via Stazione, 90 - Carbonara al Ticino (PV)
Tel. 0382-400.986 – Fax 0382-1751163
e-mail: studiogeologicosea@libero.it

Geologia, geotecnica, studi di impatto ambientale, caratterizzazione di siti contaminati, analisi dei materiali per il restauro conservativo

CARBONARA AL TICINO (PV) 15 DICEMBRE 2011

INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELL'IMPIANTO DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE PRESSO IL "CENTRO DI RACCOLTA DIFFERENZIATA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI E ASSIMILATI" DI VIALE REPUBBLICA, 1 IN COMUNE DI MELEGNANO (MI)

RELAZIONE GEOLOGICA

D.M. 14/01/2008

COMMITTENTE

MEA S.p.A.
Viale Repubblica, 1
Melegnano (MI)

A CURA DI

dott. Geol. Andrea Nava
N. Iscr. Ordine Geologi Lombardia 1408 AP – sez. A

dott. Geol. Mariano Lerbini
N. Iscr. Ordine Geologi Lombardia 1258 AP – sez. A

MEA S.p.A.
Viale Repubblica, 1
Melegnano (MI)

INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELL'IMPIANTO DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE PRESSO IL "CENTRO DI RACCOLTA DIFFERENZIATA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI E ASSIMILATI" DI VIALE REPUBBLICA, 1 IN COMUNE DI MELEGNANO (MI)

RELAZIONE GEOLOGICA

(D.M. 14.01.2008)

INDICE

1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO **PAG. 3**

2. PREMESSA **PAG. 4**

3. LE CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA **PAG. 5**

4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE **PAG. 6**

4.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO **PAG. 6**

4.2. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO **PAG. 7**

5. INDAGINI DI DETTAGLIO **PAG. 8**

5.1. VALORI CARATTERISTICI DEI PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI **PAG. 9**

5.2. VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ PORTANTE DELLE FONDAZIONI **PAG. 10**

6. SISMICITÀ **PAG. 12**

6.1. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA **PAG. 13**

6.2. STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA **PAG. 14**

7. VINCOLI **PAG. 15**

8. CONCLUSIONI **PAG. 15**

ALLEGATI CARTOGRAFICI

1) NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Lo studio geologico è stato eseguito nel rispetto delle seguenti normative vigenti:

Costruzioni in zone sismiche:

Decreto Ministeriale 14.01.2008 - Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni;

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009;

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007;

Eurocodice 8 (1998) - Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003);

Eurocodice 7.1 (1997) - Progettazione geotecnica - Parte I : Regole Generali.- UNI;

Eurocodice 7.2 (2002) - Progettazione geotecnica - Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI;

Eurocodice 7.3 (2002) - Progettazione geotecnica - Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI;

Pianificazione territoriale:

Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della Provincia di Milano, approvato con DCP 55 del 14.10.2003 (BURL serie inserzioni n.45 del 05 novembre 2003).

Studio geologico a supporto del PGT del Comune di Melegnano (2009) a cura dello Studio Tecnico Associato di Geologia con sede a Gazzada Schianno (VA), a firma del dott. Geol. R. Carimati e del dott. Geol. G. Zaro.

2) PREMESSA

La presente relazione, commissionata dalla ditta MEA S.p.A., riferisce i risultati delle indagini geologiche e idrogeologiche condotte nell'ambito dell'area interessata dal "Centro di raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani e assimilati" sito in via della Repubblica 1 a Melegnano (MI), interessato dal progetto di adeguamento dell'impianto di smaltimento delle acque reflue (v. fig. 1).

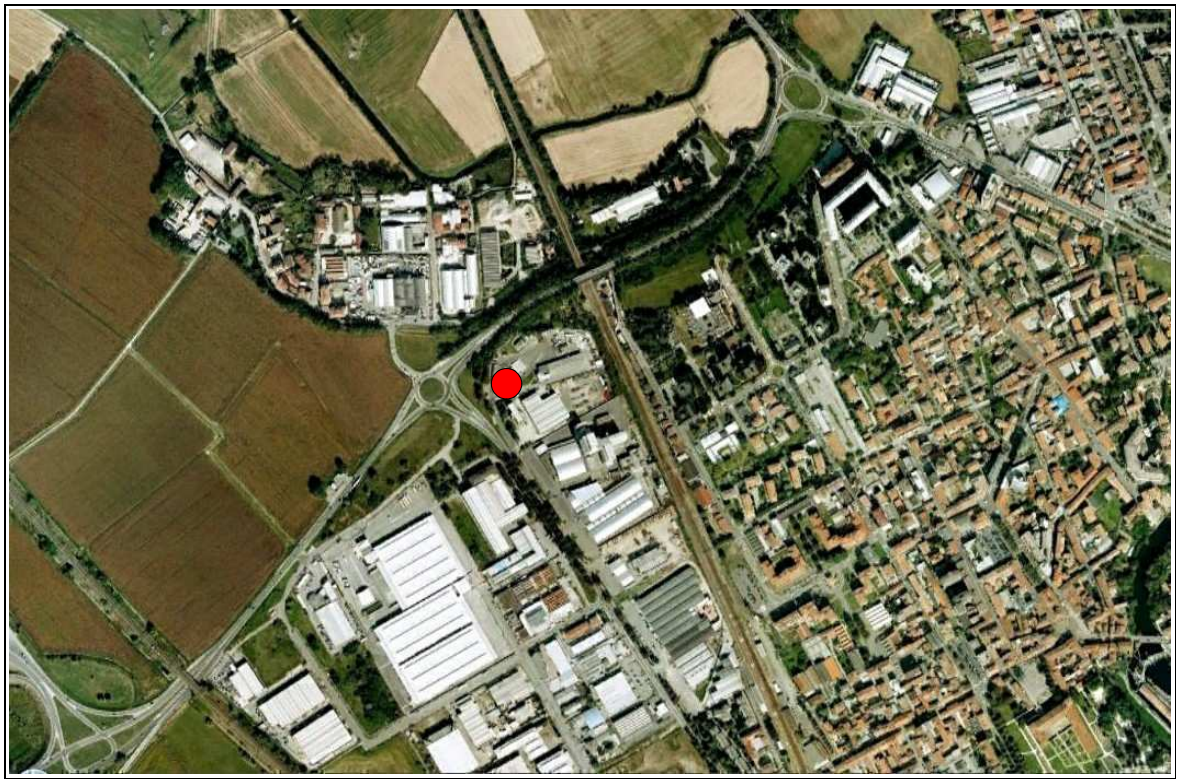


Fig. 1 – Immagine da satellite di una porzione dell'abitato di Melegnano. L'area evidenziata dal cerchio di colore rosso indica l'area interessata dall'intervento in progetto. *Immagine tratta da Google Earth 2011©.*

Questa relazione, pertanto, seguendo i dettami della norma vigente e dello stato dell'arte è finalizzata alla costruzione del modello geologico.

In particolare, sono state condotte le seguenti operazioni:

1. esame dei dati geologici, geotecnici e idrogeologici pregressi della zona, ottenuti attraverso ricerche di carattere bibliografico;
2. rilevamenti in posto per la determinazione delle caratteristiche morfologiche, litostratigrafiche e idrogeologiche di superficie dell'area di specifico interesse.

I risultati di tali indagini sono illustrate nei capitoli che seguono. Nella documentazione cartografica riportata in allegato sono visualizzati i principali elementi geologici, geomorfologici e geotecnici evidenziati nel corso delle indagini di cui sopra ed in particolare:

Tavole:

- **Tav. 1:** "Inquadramento geologico-geomorfologico" alla scala 1:5.000;
- **Tav. 2:** "Ubicazione indagini eseguite" alla scala 1:200;
- **Tav. 3:** "Sezione litostratigrafica interpretativa A-A'".
-

Allegati:

- **ALL. 1:** "Indagini geognostiche";
- **ALL. 2:** "Parametri sismici del sito oggetto di studio".

3) LE CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA

L'opera in progetto, di mole complessivamente non rilevante, consiste nell'adeguamento dell'impianto delle acque reflue del centro di raccolta differenziata citato in premessa attraverso la realizzazione di nuovi tratti di linee delle acque nere, la posa di alcuni pozzetti di ispezione e la costruzione di due disoleatori da collegarsi alla rete esistente.

In particolare il presente studio è a supporto della realizzazione delle due vasche interrate in c.a. (disoleatori) che misurano, rispettivamente 2,45 m di larghezza x 7,0 m di lunghezza x 3,0 m di profondità e 2,45 m di larghezza x 9,0 m di lunghezza x 3,20 di profondità.

Per maggiori dettagli circa le caratteristiche tecniche dell'opera si rimanda comunque agli elaborati tecnici di progetto redatti dall'Ing. Stefano Pugni (E PLus Studio - Pavia).

4) INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La zona interessata dagli interventi in progetto è situata in Viale Repubblica n., 1 a Melegnano (MI), a poche decine di metri dalla SP40 Binasco – Melegnano (v. Tav. 1).

Dal punto di vista cartografico l'area oggetto del presente studio ricade all'interno del Foglio 45 "Milano" della Carta Geologica d'Italia in Scala 1:100.000 e della sezione B6d5 "Melegnano", alla scala 1:10.000, della Carta Tecnica Regionale.

4.1. - Inquadramento geologico- geomorfologico

Dal punto di vista geologico, il territorio oggetto di studio appartiene ad un ripiano alluvionale di età pleistocenica impostato su depositi alluvionali noti nella letteratura geologica come "Diluvium tardivo" (v. Tav. 1) che sono costituiti da ghiaie poligeniche e sabbie fresche con intercalazioni di limi e argille in orizzonti lenticolari (v. Carta Geologica d'Italia Foglio 45 "Milano" - scala 1 : 100.000).

Dal punto di vista geomorfologico la superficie alluvionale in oggetto risulta caratterizzata, nell'area indagata, da un piano campagna uniformemente degradante verso le sponde del fiume Lambro in direzione Sud-Est con una pendenza dell'ordine del 2÷3 ‰.

L'elemento idrografico principale all'interno del comune di Melegnano è rappresentata dal fiume Lambro che scorre circa 950 m ad Est rispetto all'area oggetto di studio.

L' idrografia minore è caratterizzata dalla presenza di cavi e rogge talora tombate; tra esse si evidenzia il Cavo Vettabbia e il Cavo Redefossi che scorrono ad alcune centinaia di metri a Nord-Ovest dall'area in oggetto. Questi canali sono di origine artificiale e interagiscono molto sporadicamente con la falda avendo il fondo praticamente impermeabile.(v. dott. Geol. R. Cortiana e dott. Geol. F. Valentini, (2002): Indagine geologico tecnica per la costruzione di un edificio commerciale nel Comune di S. Donato Milanese – MI).

4.2. - Inquadramento idrogeologico

La ricostruzione della struttura idrogeologica, ossia il numero degli orizzonti alluvionali acquiferi, varia in funzione della composizione litologica e dall'assetto strutturale del materasso alluvionale.

Secondo le definizioni esistenti in letteratura, la struttura idrogeologica della media pianura lombarda in cui risulta inserita la zona esaminata in dettaglio risulta costituita da cinque unità idrostratigrafiche sovrapposte, così definite (Avanzini et al. 1995):

- Unità Ghiaioso-sabbiosa (Olocene-Pleistocene sup.);
- Unità Ghiaioso-sabbioso-limosa (Pleistocene medio);
- Unità a conglomerati e arenarie basali (Pleistocene inf.);
- Unità sabbioso-argillosa (Pleistocene inf.-Villafranchiano sup. e Medio Auct.);
- Unità argillosa (Pleistocene inf. Calabriano Auct.).

Nel settore in esame le sezioni idrogeologiche di letteratura, tracciate a scala provinciale, consentono di riconoscere le prime tre unità formate da depositi di tipo continentale, fino a circa 150-180 m di profondità, definite come Litozona ghiaioso-sabbiosa o *acquifero tradizionale* (Martins & Mazzarella, 1971).

Al di sotto dei 150-180 m si trovano facies continentali o di transizione appartenenti all'Unità sabbioso-argillosa (tradizionalmente definita come litozona sabbioso-argillosa o *acquifero profondo* da Martins & Mazzarella, 1971). Tale unità si caratterizza per un'alternanza di strati sabbiosi e argillosi, con una netta prevalenza di quest'ultimi, il cui spessore ed estensione sono variabili in direzione ovest-est e generalmente crescenti in direzione sud.

Sostanzialmente, le suddette unità idrogeologiche, vanno a definire tre complessi acquiferi principali (cfr Unità Idrostratigrafiche di V. Francani e R. Pozzi), separati su aree molto vaste da livelli impermeabili continui ed estesi.

In riferimento alle misure piezometriche disponibili, il campo di moto della prima falda libera è caratterizzato da un deflusso mediamente da N verso S per effetto dell'azione drenante esercitata dal F. Lambro (v. Studio Geologico a supporto del PGT comunale).

La falda subisce oscillazioni stagionali legate al regime dei cicli di ricarica della falda dovuti agli apporti meteorici e irrigui e si attesta attorno agli 8÷12 m dal piano campagna sul territorio comunale di Melegnano (v. Studio geologico a supporto del PGT del comune di Melegnano).

Per valutare con maggiore accuratezza la soggiacenza della falda freatica più superficiale, all'interno di uno dei fori lasciati dalle prove penetrometriche (prova CPT 1) eseguite dagli scriventi nel corso di una campagna geognostica effettuata nel mese di dicembre 2011, è stato posizionato un micropiezometro temporaneo a tubo aperto in PVC (diametro pari a 16 mm e lunghezza pari a 4 m), opportunamente fessurato. Le misure effettuate mediante freatimetro manuale, hanno individuato la presenza di una falda superficiale (probabilmente si tratta di una falda sospesa) prossima al piano campagna con soggiacenza pari a -2,60 m dal p.c. (misura effettuata il 05 dicembre 2011) (v. Tav. 3).

5) INDAGINI DI DETTAGLIO

Per quanto riguarda la caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni di fondazione delle due vasche in progetto (disoleatori) sono state eseguite due prove penetrometriche statiche CPT statiche, CPT1 e CPT2 spinte sino alla profondità rispettivamente di 8 m dal p.c. (v. Tav. 2 e All. 1).

Le indagini eseguite hanno permesso di individuare una situazione litostratigrafica del sottosuolo composta dall'alternanza di vari livelli che si interdigitano a varie quote a partire dal p.c., che possono essere raggruppati in due principali categorie:

- **ORIZZONTE A**: si tratta di un orizzonte costituito da materiali di riporto di modesto spessore che raggiunge i 60-70 cm;
- **ORIZZONTE B (unità 1)**: si tratta di un orizzonte costituito in prevalenza da sabbie limose, localmente ghiaiose, con uno spessore compreso tra i 2,80 m e 3,20 m;

- **ORIZZONTE C (unità 2)**: tale orizzonte, di natura prevalentemente limoso-argilloso a argilloso limoso con consistenza variabile da mediamente compatti (fascia compresa tra i 3 e i 5 m di profondità dal p.c.) a poco consistenti, si incontra a partire dalla base dell'orizzonte B fino alla massima profondità investigata. Al suo interno sono presenti sottili lenti argilloso-torbose.

5.1. - Valori caratteristici dei principali parametri geotecnici

Nella tabella 1 sono descritti i principali parametri geotecnici relativi ai principali orizzonti litostratigrafici ricavati dalle indagini in situ: si precisa, in particolare, che il bulbo delle pressioni esercitate dalle fondazioni interagisce essenzialmente con l'orizzonte C costituito da limi argillosi sulla base delle indicazioni fornite dal progettista.

Per quanto concerne il valore dei principali parametri geotecnici (angolo di attrito e coesione) relativi ai due orizzonti individuati, si è provveduto alla determinazione del loro valore caratteristico (Φ'k e c'k) come da normativa vigente. Il valore caratteristico k rappresenta la soglia al di sotto della quale si colloca non piu' del 5% dei valori desumibili da una serie teoricamente illimitata di prove.

Orizzonte B – Sabbie e sabbie limoso-argillose				
Parametri	***Simbolo***	***Unità di Misura***	***Valore medio***	***Valore Caratteristico Φ'k e c'k***
Peso di volume secco (*)	γd	kN/m^3	18	18
Angolo di attrito Φ' (**)	Φ'	°	30,68	30
Coesione non drenata (*)	Cu	K/Pa	---	---
Densità relativa (**)	Dr	%	45,05	45
Orizzonte C – Limi argillosi e argille limose				
Parametri	***Simbolo***	***Unità di Misura***	***Valore medio***	***Valore Caratteristico Φ'k e c'k***
Peso di volume secco (*)	γd	kN/m^3	18	18
Angolo di attrito Φ' (**)	Φ'	°	---	---
Coesione non drenata (**)	Cu	KPa	38,96	40

Tab. 1 – Parametri geotecnici medi rappresentativi del sottosuolo indagato in dettaglio.

NOTA:

(*) dati desunti da letteratura geologica;

(**) desunto da elaborazione prova penetrometriche.

Si precisa che i valori caratteristici assunti per i parametri utilizzati siano circa uguali ai valori medi (Vk~Vm). Infatti, in base alle indicazioni del CSLP, il riferimento a valori prossimi ai valori medi è ritenuto giustificato quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno (in fondazioni superficiali o in una frana il volume interessato dalla superficie di rottura è grande), con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidezza sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.

5.2. - Valutazione della capacità portante delle fondazioni

Le struttura in progetto, di mole nel complesso abbastanza rilevante, andrà ad esercitare sul sito un discreto impatto. Si è ritenuto pertanto opportuno analizzare, in via preliminare, il carico limite esercitabile sui terreni in esame definendo la capacità portante ammissibile in funzione delle tipologie fondazionali indicate dal progettista (fondazione tipo platea). Si precisa inoltre che tale valutazione generale non sostituisce le verifiche geotecniche previste dal DM 14.01.2008.

Sulla scorta del D.M. 14.01.2008 la Classe d'Uso risulta essere la Classe II - (NTC 2008 – 2.4.2.), mentre per il tipo di costruzione può essere considerato il tipo 2 (in ogni caso sarà compito del progettista definire la classe e la tipologia delle opere in progetto).

Per le opere realizzate in siti ricadenti in zona 4 (Pericolosità sismica molto bassa) le NTC consentono l'utilizzo di due diversi metodi semplificati di verifica. Il primo metodo (1) definisce che per le costruzioni di tipo 1 e 2 e di classe d'uso I e II, le verifiche di sicurezza possono essere condotte alle tensioni ammissibili, secondo quanto specificato al punto 2.7 delle NTC (D.M. 11.03.'88 e D.M. 16.01.'96: si assume grado di sismicità S=5 e conseguentemente il coefficiente di intensità sismica C= (S-2)/100= 0.03).

Pertanto, sulla base dei dati di progetto, nelle elaborazioni geotecniche condotte per la valutazione della capacità portante si sono assunti come riferimento i seguenti elementi geometrici:

- fondazione di tipo platea armata come da tavole progettuali;

- piano di posa delle fondazioni assunto pari a –3,30 m dall'attuale piano campagna;
- falda freatica superficiale.

La verifica della capacità portante della fondazione superficiale è stata condotta facendo riferimento all'orizzonte C (limi argillosi) in quanto direttamente interagente con la struttura fondazionale dell'opera in progetto (piano di posa e/o bulbo delle pressioni).

I parametri geotecnici (complessivamente prudenziali) e le geometrie fondazionali introdotte nei calcoli sono i seguenti:

γ' =0,8 t/m^3	**ϕ'**= 0°	**Cu**=0,4 Kg/cm^2	**D**=3,3 m	**L**=9 m	**B**=2,45 m

Per la determinazione del carico unitario ammissibile si è utilizzata la classica relazione di Terzaghi-Mayerhof per fondazioni superficiali, che, nel caso di fondazioni a pianta rettangolare, assume la seguente forma:

$$q_d = (1+0{,}2\ B/L)\ c\ N_c\ y1 + \gamma\ D\ N_q\ y2 + (1-0{,}2\ B/L)\ \gamma\ B/2\ N_\gamma\ y3$$

dove:

q_d	=	capacità portante limite;
γ	=	peso di volume del terreno in t/m^3;
c	=	coesione del terreno in t/m^2;
B	=	larghezza della fondazione;
L	=	lunghezza della fondazione;
D	=	profondità della fondazione;
N_c, N_q, $N\gamma$	=	fattori di capacità portante (espressi in funzione di **ϕ** = angolo di attrito interno del terreno);

In sintesi, i risultati dell'elaborazione effettuata indicano:

- **vasca in c.a. (disoleatore)** con fondazioni di tipo platea con piano di posa posto a –3,3 m dal p.c.; il carico unitario limite risulta essere rispettivamente pari a **2,4 kg/cm^2** da cui si ricava, assumendo un coefficiente di sicurezza pari a 3 (ex. D.M. 11/03/88), un *carico unitario ammissibile sul terreno* pari a 0,81 kg/cm$^{2.}$.

6) SISMICITÀ

Il territorio comunale di Melegnano (MI) non era classificato sismico ai sensi del D.M. 19.03.1982. L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*" ha riclassifica l'intero territorio nazionale.

Si riporta di seguito la tabella ove, in base a tale normativa, il territorio nazionale è stato suddiviso in 4 zone sismiche, ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g, (accelerazione orizzontale massima sul terreno di riferimento) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

In tale quadro il comune di Melegnano (MI) ricade all'interno della zona 4 (bassa sismicità) alla quale corrisponde un valore di $\mathbf{a_g}$ pari a **0,05g**.

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [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**

Tab. 2 – Classificazione sismica del territorio nazionale con le quattro zone individuate.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, infatti, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione, viene definita partendo dalla "pericolosità di base " del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

6.1. - Categoria di sottosuolo e amplificazione stratigrafica

L'individuazione della categoria di suolo, in mancanza di indagini puntuali, è stata effettuata sulla base dei dati disponibili in bibliografia, relativa a terreni simili per natura e storia evolutiva-deposizionale.

Alcuni chilometri a ovest e sud dell'area oggetto di studio (comuni di Rognano - PV, Marzano - PV e Casarile - MI) sono state fatte tre indagini sismiche, rispettivamente, nei mesi di marzo 2010 le prime due e gennaio 2011 la terza, a cura degli scriventi basata sulle tecniche di sismica a rifrazione (misura diretta delle Vs_{30} con metodologia MASW).

La velocità media delle onde di taglio nei primi trenta metri è risultata essere pari a:

V_{S30}= 296÷321 m/sec (Rognano);

V_{S30}= 208÷238 m/sec (Marzano);

V_{S30}= 279 m/sec (Casarile).

Di conseguenza, essendo i valori delle V_{S30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s per tutti e tre i siti esaminati, se ne ricava un sottosuolo di **tipo C** secondo la tab. 3.2.II delle NTC 2008 (v. freccia rossa nelle Tabb. 3 e 4).

Categoria	Descrizione
A	*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.
B	*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).
C	*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).
D	*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).
E	*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).

Tab. 3 – Categorie di sottosuolo (v. Tabella 3.2.II - DM 14 gennaio 2008).

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \le 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \le 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \le 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,80 \cdot$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \le 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tab. 4 – Espressioni di S_S e di C_C (v. Tabella 3.2.V - DM 14 gennaio 2008).

6.2. - Stima della pericolosità sismica

Il primo passo consiste nella determinazione di ag (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido).

Per tale determinazione occorre conoscere le coordinate geografiche dell'opera da verificare oltre ad alcuni parametri forniti dal progettista quali, la Classe d'Uso e la Vita Nominale della struttura oggetto di studio (in prima approssimazione è stata adottata la Classe d'Uso II e la Vn=50 anni), oltre che la categoria di sottosuolo e la categoria topografica Tn.

Ai fini delle NTC le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- **ag** = accelerazione orizzontale massima al sito;
- **Fo** = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- **TC*** = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per il calcolo dei parametri sismici è stato utilizzato il software on-line della Geostru PS Parametri sismici (v. ALL.2).

7) VINCOLI

Per quanto concernere la definizione della Pericolosità e della Fattibilità si è fatto riferimento allo studio geologico vigente redatto a supporto del P.G.T. Comunale.

Sotto il profilo della pericolosità geologica l'area di interesse ricade all'interno della **classe 2D**, *Fattibilità con modeste limitazioni*. In questa classe ricadono le aree in cui lo studio geologico non ha individuato particolari controindicazioni all'urbanizzazione o a modifiche di destinazione d'uso del territorio (*"Parere all'edificazione favorevole, subordinato all'esecuzione di indagini geotecniche-idrogeologiche approfondite"*).

Per quanto riguarda invece la presenza di vincoli, l'area oggetto di intervento non risulta gravata da vincoli (fasce PAI, area di rispetto pozzi ad uso acquedottistico e vincoli di polizia idraulica).

8) CONCLUSIONI

Le indicazioni riportate nei capitoli precedenti hanno rivelato una situazione geologica complessivamente favorevole alla realizzazione degli interventi in progetto.

Dal punto di vista geologico e idrogeologico, dai sopralluoghi condotti e dai risultati delle indagini geognostiche (prova penetrometriche), è stata riscontrata la seguente situazione:

- presenza di depositi superficiali costituiti da sabbie e sabbie limose, mediamente compatti, fino a circa 3,40-3,80 m di profondità a cui seguono depositi fini limoso argillosi e argilloso limosi poco addensati, con sottili intercalazioni argilloso-torbose, fino alla massima profondità investigata;
- presenza di una falda idrica superficiale ad una profondità di circa 2,6 m dal p.c.

Tuttavia, si ritiene opportuno fornire al progettista alcune indicazioni da adottarsi al fine di prevenire fenomeni di risalita capillare all'interno delle strutture fondazionali delle strutture in progetto.

In particolare, si consiglia:

- la posa di uno strato di magrone su cui andare a posare le strutture fondazionali in progetto;
- la preventiva posa in opera di una guaina impermeabilizzante a base di bentonite sodica (es. Bentocell della Levocell), oppure l'additivazione del calcestruzzo con prodotti impermeabilizzanti (es. Idrocrete DM della Mapei), opportunamente miscelati;
- la stessa soluzione indicata al punto precedente va adottata anche per le pareti delle vasche interrate, fino alla quota dell'attuale piano campagna;
- la previsione, vista la presenza di una falda prossima al piano campagna, dell'installazione di un sistema di drenaggio tipo wellpoint (considerando una permeabilità variabile da media a medio-bassa degli orizzonti litologici più superficiali con valori stimabili nell'ordine di $10^{-5}<K<10^{-7}$ cm/s), per garantire un piano di posa delle strutture fondali perfettamente asciutto (con abbattimento della superficie piezometrica di circa 2 m complessivi al fine di raggiungere la quota di circa 4,5 m dal p.c da monitorare con la posa di un piezometro a tubo aperto).

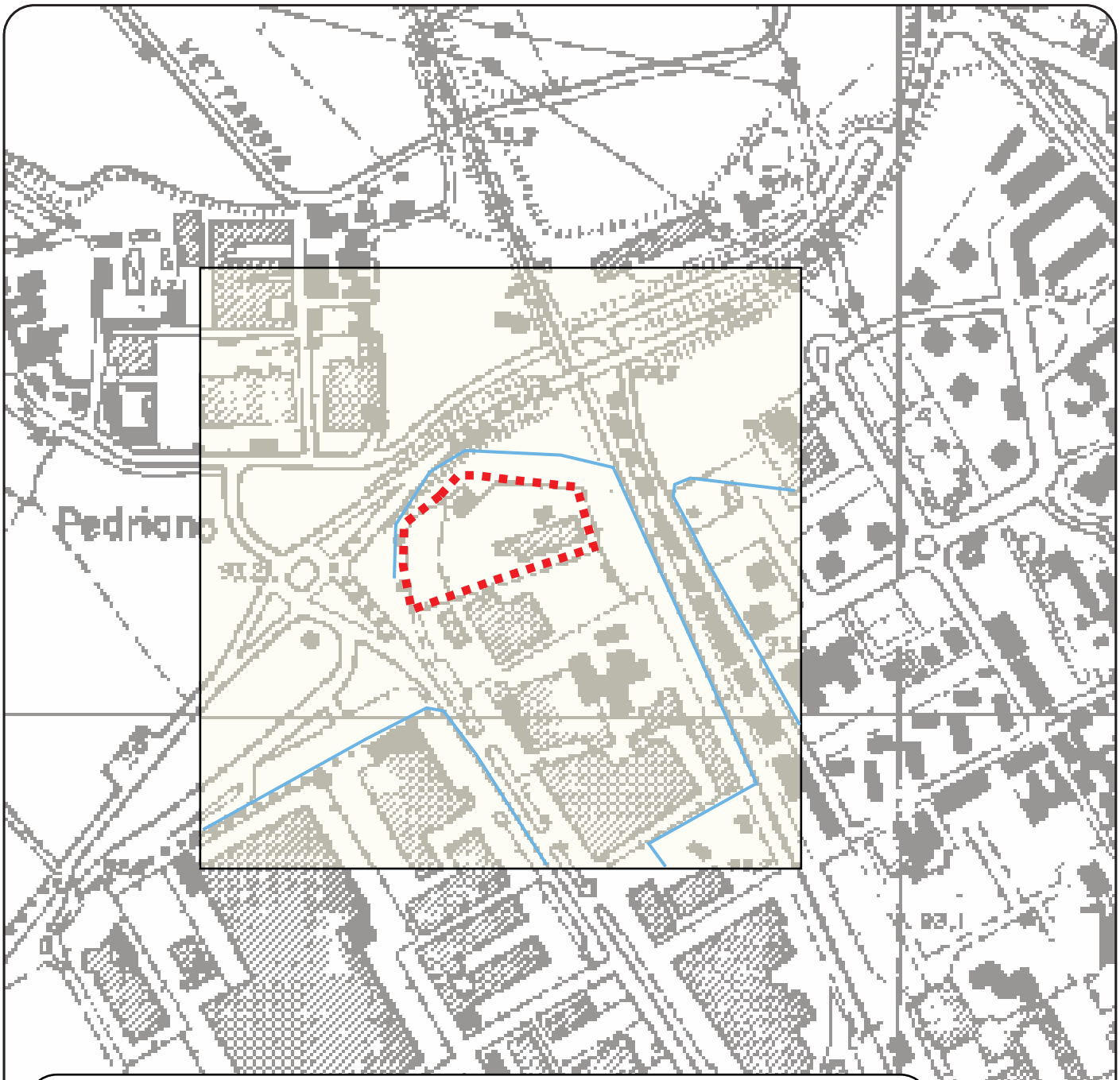
15 Dicembre 2011

dott. Geol. Andrea Nava
N. Iscr. Ordine Geologi Lombardia 1408 AP – sez.A

dott. Geol. Mariano Lerbini
N. Iscr. Ordine Geologi Lombardia 1258 AP – sez.A

Studio Geologico Associato S.E.A.
Soluzioni per Edilizia & Ambiente
Via Stazione, 90 - Carbonara al Ticino (PV)
Tel. 0382-400.986 – Fax 0382-1751163
e-mail: studiogeologicosea@libero.it

ALLEGATI CARTOGRAFICI



LEGENDA

DILUVIUM TARDIVO: alluvioni immediatamente sottostanti il livello fondamentale della pianura, costituite da ghiaie e sabbie fresche con intercalazioni di limi e argille in orizzonti lenticolari.

Colatori e rogge.

Area interessata dagli interventi in progetto.

Interventi di adeguamento dell'impianto di smaltimento delle acque reflue presso il "Centro di raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani e assimilati" di viale Repubblica, 1 - Melegnano (MI)

INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

Tav. 1

scala 1:5.000

N

committente:

MEA S.p.A.
Viale Repubblica, 1
Melegnano (MI)

a cura di:

Studio Geologico S.E.A.
Soluzioni per Edilizia & Ambiente
Via Stazione, 90 Carbonara al Ticino - PV

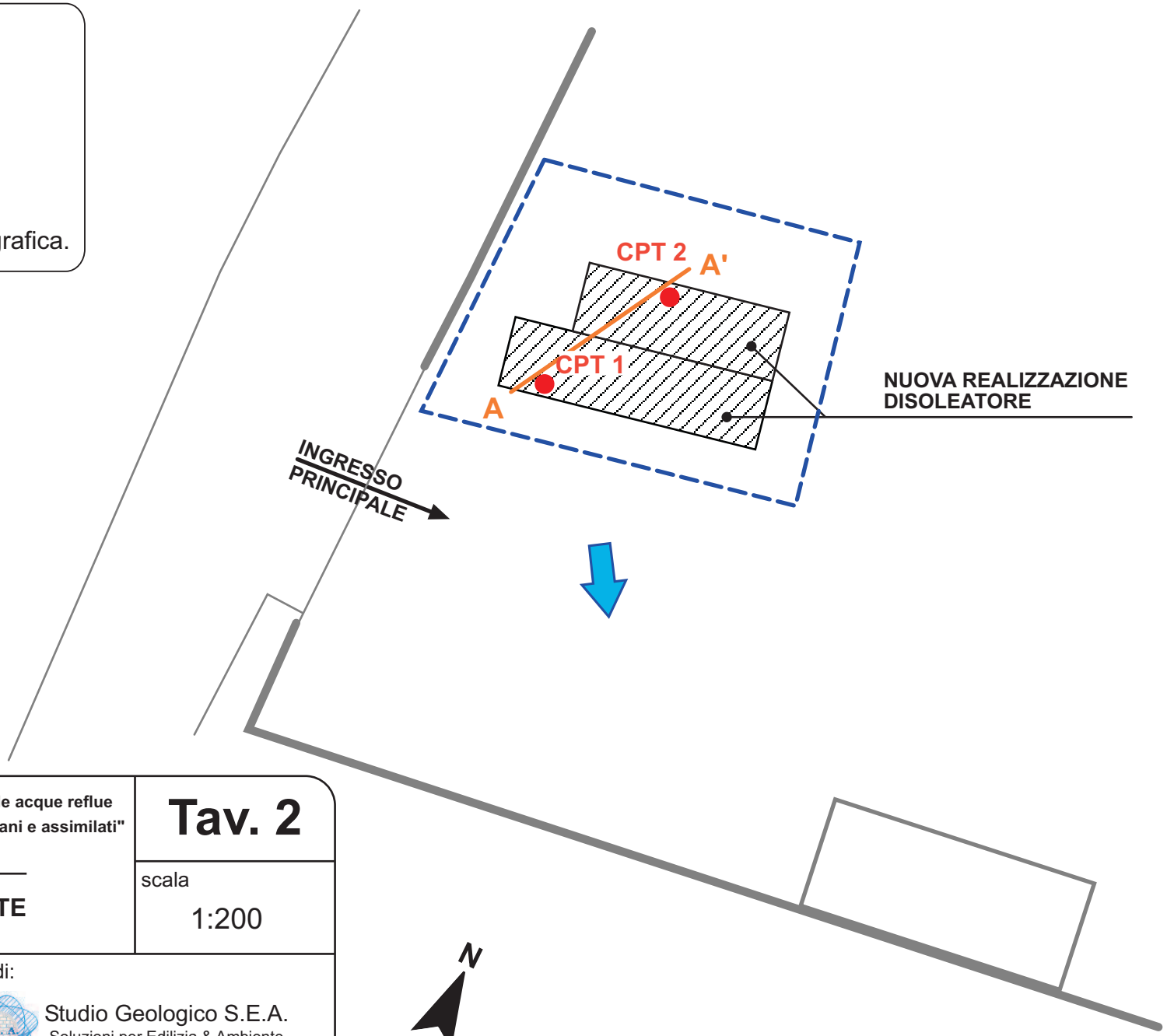
LEGENDA

Area indagata in dettaglio.

CPT 1 Prova penetrometrica statica.

Senso di deflusso principale della falda freatica.

A A' Traccia della sezione litostratigrafica.



Interventi di adeguamento dell'impianto di smaltimento delle acque reflue presso il "Centro di raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani e assimilati" di viale Repubblica, 1 - Melegnano (MI)

UBICAZIONE INDAGINI ESEGUITE

Tav. 2

scala

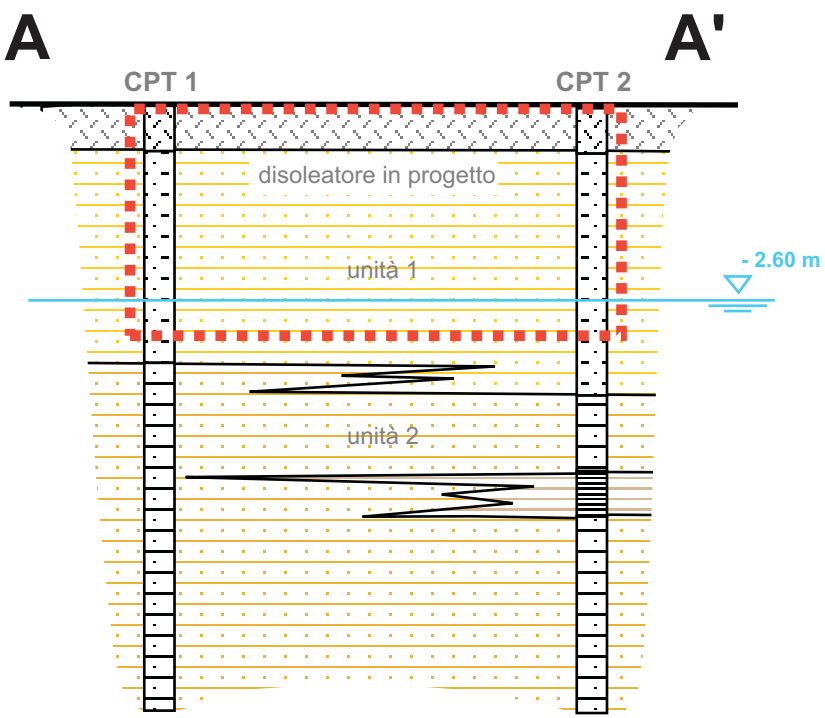
1:200

committente:

MEA S.p.A.
Viale Repubblica, 1
Melegnano (MI)

a cura di:

Studio Geologico S.E.A.
Soluzioni per Edilizia & Ambiente
Via Stazione, 90 Carbonara al Ticino - PV



LEGENDA

- Disoleatore in progetto.
- Materiale di riporto.
- Sabbie limose-argillose (unità 1).
- Limi argillosi-sabbiosi (unità 2).
- Argille limoso-torbose.
- CPT 1 Prova penetrometrica statica.
- Superficie piezometrica.

Interventi di adeguamento dell'impianto di smaltimento delle acque reflue presso il "Centro di raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani e assimilati" di viale Repubblica, 1 - Melegnano (MI)

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA INTERPRETATIVA A- A'

Tav. 3

scala 1:100

committente:

MEA S.p.A.
Viale Repubblica, 1
Melegnano (MI)

a cura di:

Studio Geologico S.E.A.
Soluzioni per Edilizia & Ambiente
Via Stazione, 90 Carbonara al Ticino - PV

Studio Geologico Associato S.E.A.
Soluzioni per Edilizia & Ambiente
Via Stazione, 90 - Carbonara al Ticino (PV)
Tel. 0382-400.986 – Fax 0382-1751163
e-mail: studiogeologicosea@libero.it

ALL.1

INDAGINI GEOGNOSTICHE

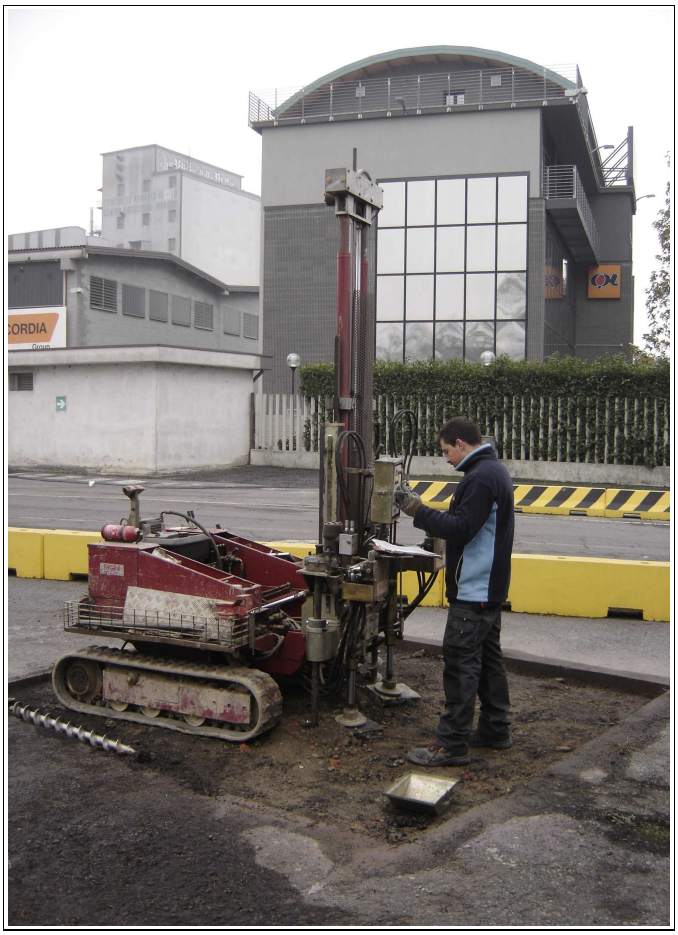
Studio Geologico Associato S.E.A.
Soluzioni per Edilizia & Ambiente
Via Stazione, 90 - Carbonara al Ticino (PV)
Tel. 0382-400.986 - Fax. 0382-175.11.63
e-mail: studiogeologicosea@libero.it

COMMITTENTE: MEA S.p.A. - Viale Repubblica, 1 - Melegnano (MI)

PROGETTO: Indagini geognostiche presso il "Centro di raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani e assimilati" di Viale Repubblica, 1 – Melegnano (MI)

PROVA PENETROMETRICA STATICA - CPT 1

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

committente: MEA S.p.A. — data: 05/12/11

lavoro: Centro raccolta differenziata RSU — quota inizio: piazzale asfaltato

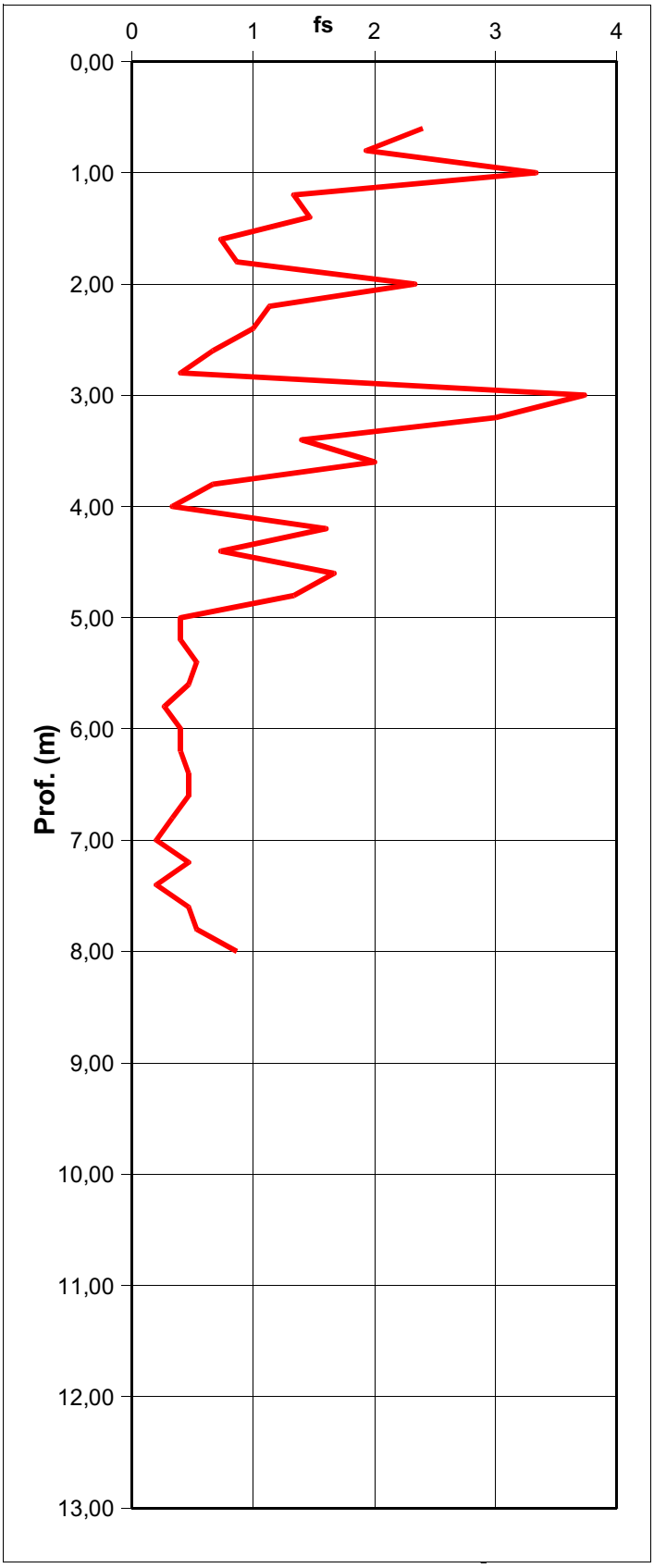
località: Melegnano – Via Repubblica, 1 — prof. falda: -2,60 m

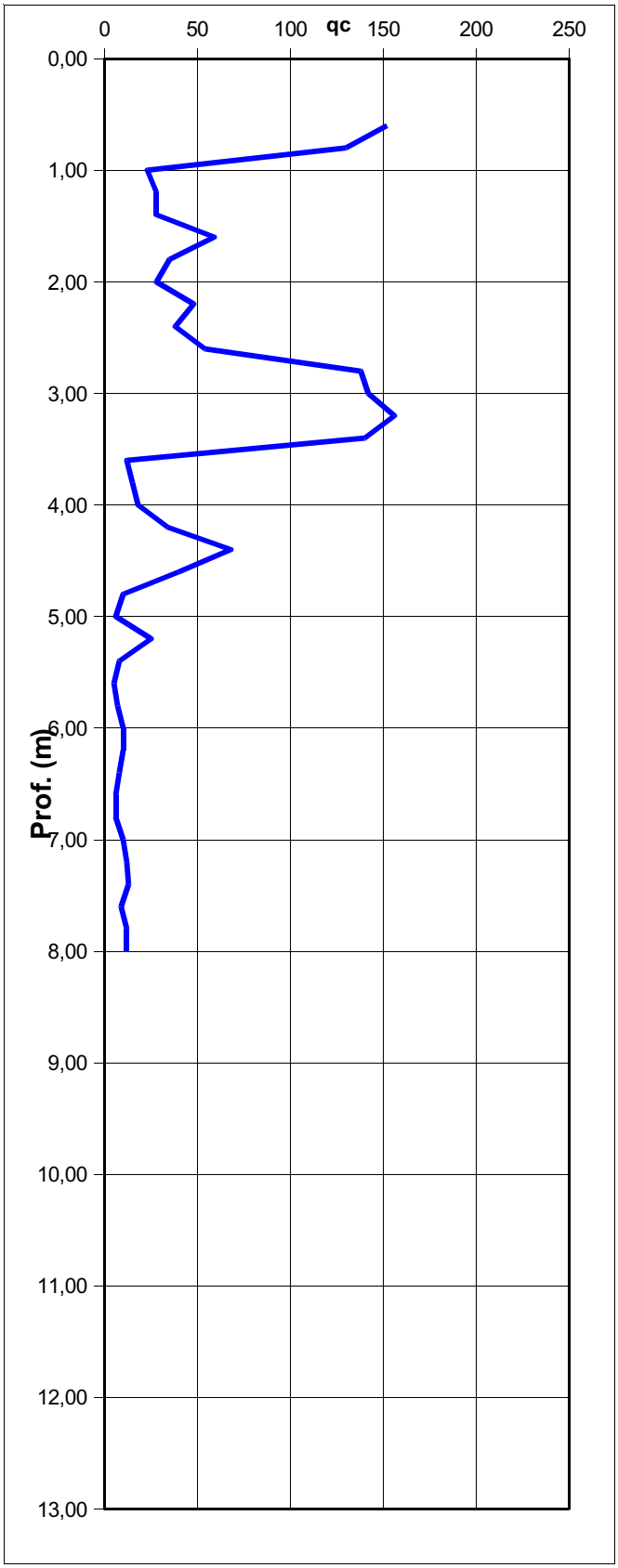
Prof	LP	LL	RP=qc	RL=fs	Rf=fs/qc	Tipo di Terreno	Dr	ϕ	Cu
m	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	%		%	°	Kpa
0,20									
0,40									
0,60	152	188	152,0	2,4	1,58	Sabbie	62	35	--
0,80	130	159	130,0	1,9	1,49	Sabbie	56	35	--
1,00	23	73	23,0	3,3	14,49	Argille Torbose	--	--	216
1,20	28	48	28,0	1,3	4,76	Limi Argillosi	--	26	83
1,40	28	50	28,0	1,5	5,24	Limi Argillosi	--	25	92
1,60	59	70	59,0	0,7	1,24	Sabbie	38	35	--
1,80	35	48	35,0	0,9	2,48	Sabbie limose-argil.	40	30	--
2,00	28	63	28,0	2,3	8,33	Argille	--	23	150
2,20	48	65	48,0	1,1	2,36	Sabbie limose-argil.	44	30	--
2,40	38	53	38,0	1,0	2,63	Sabbie limose-argil.	42	29	--
2,60	54	64	54,0	0,7	1,23	Sabbie	37	34	--
2,80	138	144	138,0	0,4	0,29	Ghiaie	29	46	--
3,00	142	198	142,0	3,7	2,63	Sabbie limose-argil.	70	31	--
3,20	156	201	156,0	3,0	1,92	Sabbie Limose	67	34	--
3,40	140	161	140,0	1,4	1,00	Sabbie Ghiaiose	48	38	--
3,60	12	42	12,0	2,0	16,67	Torbe	--	--	133
3,80	15	25	15,0	0,7	4,44	Limi Argillosi	--	25	44
4,00	18	23	18,0	0,3	1,85	Sabbie Limose	25	30	--
4,20	34	58	34,0	1,6	4,71	Limi Argillosi	--	26	101
4,40	68	79	68,0	0,7	1,08	Sabbie Ghiaiose	38	36	--
4,60	40	65	40,0	1,7	4,17	Limi Argillosi – Sabb.	52	27	52
4,80	10	30	10,0	1,3	13,33	Argille Torbose	--	--	88
5,00	6	12	6,0	0,4	6,67	Argille Limose	--	23	27
5,20	25	31	25,0	0,4	1,60	Sabbie	29	32	--
5,40	8	16	8,0	0,5	6,67	Argille Limose	--	23	35
5,60	5	12	5,0	0,5	9,33	Argille	--	22	31
5,80	7	11	7,0	0,3	3,81	Limi Argillosi – Sabb.	21	26	--
6,00	10	16	10,0	0,4	4,00	Limi Argillosi – Sabb.	29	26	--
6,20	10	16	10,0	0,4	4,00	Limi Argillosi – Sabb.	29	26	--
6,40	8	15	8,0	0,5	5,83	Limi Argillosi	--	24	31
6,60	6	13	6,0	0,5	7,78	Argille Limose	--	23	31
6,80	6	11	6,0	0,3	5,56	Limi Argillosi	--	24	22
7,00	10	13	10,0	0,2	2,00	Sabbie Limose	17	29	--
7,20	12	19	12,0	0,5	3,89	Limi Argillosi – Sabb.	33	26	--
7,40	13	16	13,0	0,2	1,54	Sabbie	17	31	--
7,60	9	16	9,0	0,5	5,19	Limi Argillosi	--	24	31
7,80	12	20	12,0	0,5	4,44	Limi Argillosi	--	25	35
8,00	12	25	12,0	0,9	7,22	Argille Limose	--	23	55

PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10t-Velocità Avanzamento punta di 2 cm/s

Punta meccanica tipo Begemann o=35.7 mm (area punta 10 cm2-apertura 60°) - Manicotto laterale (superfi cie 150 cm2)

CPT 1	PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA	
committente: MEA S.p.A.	data:	05/12/11
lavoro: Centro raccolta differenziata RSU	quota inizio:	piazzale asfaltato
località: Melegnano – Via Repubblica, 1	prof. falda:	-2,60 m





Studio Geologico Associato S.E.A.
Soluzioni per Edilizia & Ambiente
Via Stazione, 90 - Carbonara al Ticino (PV)
Tel. 0382-400.986 - Fax. 0382-175.11.63
e-mail: studiogeologicosea@libero.it

COMMITTENTE: MEA S.p.A. - Viale Repubblica, 1 - Melegnano (MI)

PROGETTO: Indagini geognostiche presso il "Centro di raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani e assimilati" di Viale Repubblica, 1 – Melegnano (MI)

PROVA PENETROMETRICA STATICA - CPT 2

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

committente: MEA S.p.A. data: 05/12/11

lavoro: Centro raccolta differenziata RSU quota inizio: piazzale asfaltato

località: Melegnano – Via Repubblica, 1 prof. falda: ---

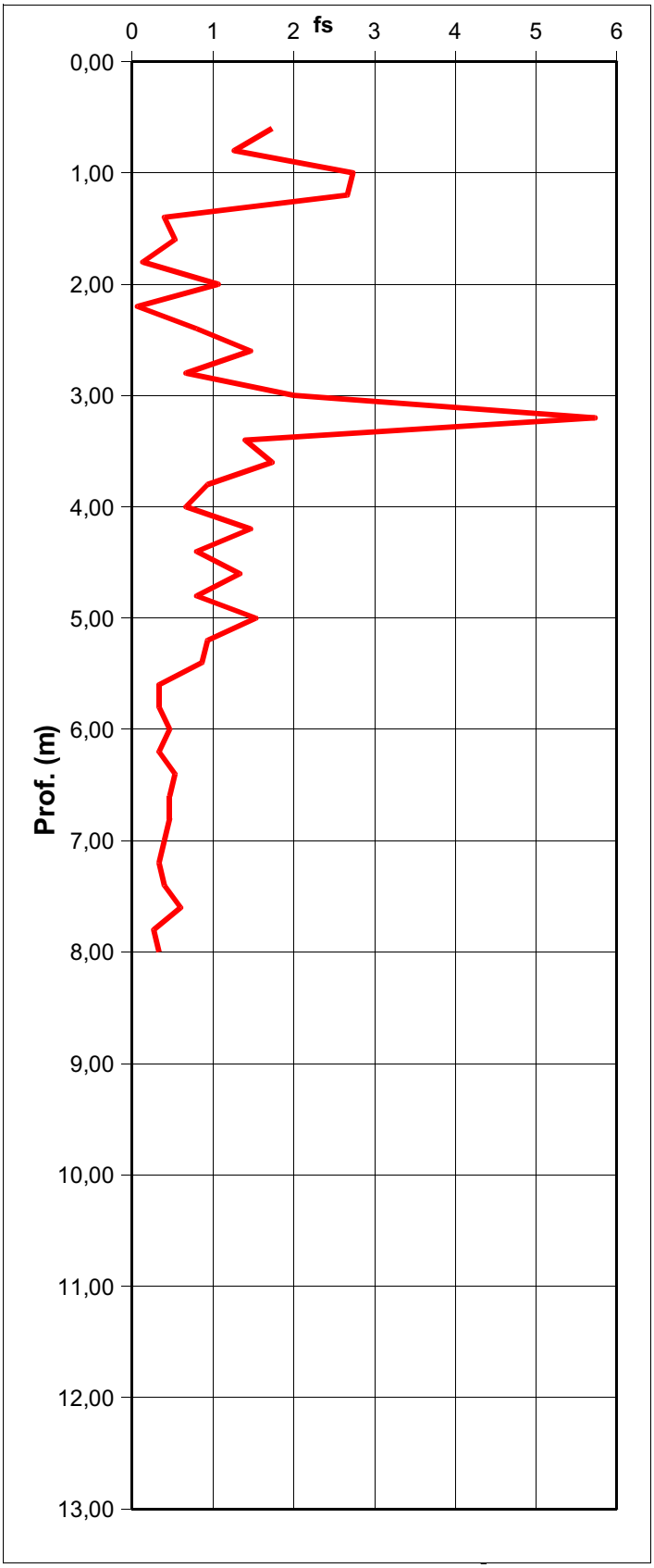
Prof	LP	LL	RP=qc	RL=fs	Rf=fs/qc	Tipo di Terreno	Dr	ϕ	Cu
m	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	%		%	°	Kpa
0,20									
0,40									
0,60	211	237	211,0	1,7	0,82	Ghiaie Sabbiose	53	40	--
0,80	152	171	152,0	1,3	0,83	Sabbie Ghiaiose	46	39	--
1,00	26	67	26,0	2,7	10,51	Argille	--	21	176
1,20	26	66	26,0	2,7	10,26	Argille	--	21	172
1,40	25	31	25,0	0,4	1,60	Sabbie	29	32	--
1,60	24	32	24,0	0,5	2,22	Sabbie Limose	36	30	--
1,80	49	51	49,0	0,1	0,27	Ghiaie	9	43	--
2,00	49	65	49,0	1,1	2,18	Sabbie Limose	43	31	--
2,20	49	50	49,0	0,1	0,14	--	--	--	--
2,40	50	62	50,0	0,8	1,60	Sabbie	39	33	--
2,60	41	63	41,0	1,5	3,58	Limi Argillosi – Sabb.	49	28	--
2,80	54	64	54,0	0,7	1,23	Sabbie	37	34	--
3,00	67	97	67,0	2,0	2,99	Sabbie limose-argill.	57	29	--
3,20	125	211	125,0	5,7	4,59	Limi Argillosi	--	28	365
3,40	174	195	174,0	1,4	0,80	Ghiaie Sabbiose	48	40	--
3,60	125	151	125,0	1,7	1,39	Sabbie	53	35	--
3,80	30	44	30,0	0,9	3,11	Limi Argillosi – Sabb.	41	28	--
4,00	12	22	12,0	0,7	5,56	Limi Argillosi	--	24	44
4,20	18	40	18,0	1,5	8,15	Argille Limose	--	23	95
4,40	16	28	16,0	0,8	5,00	Limi Argillosi	--	25	51
4,60	41	61	41,0	1,3	3,25	Limi Argillosi – Sabb.	47	28	--
4,80	21	33	21,0	0,8	3,81	Limi Argillosi – Sabb.	39	27	--
5,00	11	34	11,0	1,5	13,94	Argille Torbose	--	--	101
5,20	7	21	7,0	0,9	13,33	Argille Torbose	--	--	60
5,40	5	18	5,0	0,9	17,33	Torbe	--	--	56
5,60	6	11	6,0	0,3	5,56	Limi Argillosi	--	24	22
5,80	7	12	7,0	0,3	4,76	Limi Argillosi	--	25	22
6,00	7	14	7,0	0,5	6,67	Argille Limose	--	23	31
6,20	10	15	10,0	0,3	3,33	Limi Argillosi – Sabb.	25	27	--
6,40	7	15	7,0	0,5	7,62	Argille Limose	--	23	35
6,60	7	14	7,0	0,5	6,67	Argille Limose	--	23	31
6,80	6	13	6,0	0,5	7,78	Argille Limose	--	23	31
7,00	4	10	4,0	0,4	10,00	Argille	--	21	27
7,20	3	8	3,0	0,3	11,11	Argille Torbose	--	20	22
7,40	10	16	10,0	0,4	4,00	Limi Argillosi – Sabb.	29	26	--
7,60	8	17	8,0	0,6	7,50	Argille Limose	--	23	40
7,80	6	10	6,0	0,3	4,44	Limi Argillosi	--	25	17
8,00	8	13	8,0	0,3	4,17	Limi Argillosi – Sabb.	25	25	25

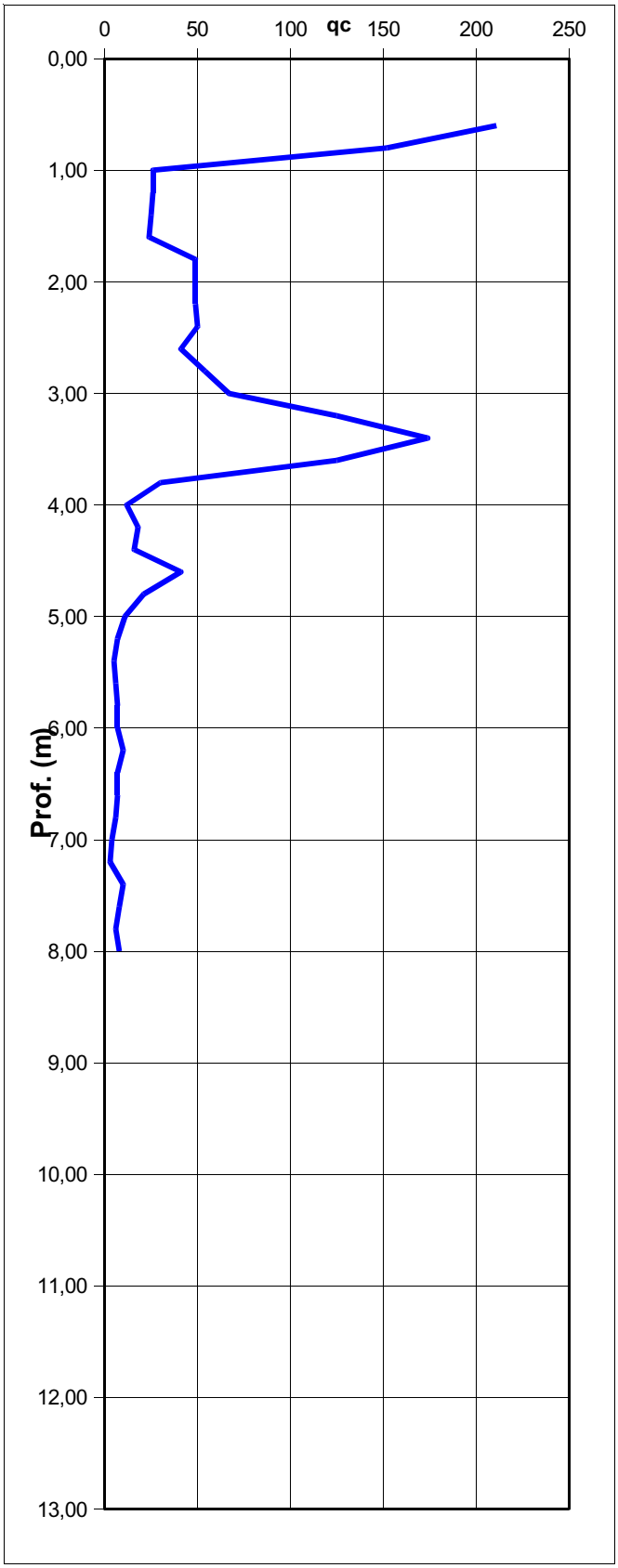
PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10t-Velocità Avanzamento punta di 2 cm/s

Punta meccanica tipo Begemann o=35.7 mm (area punta 10 cm2-apertura 60°) - Manicotto laterale (superfi cie 150 cm2)

CPT 2	PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

committente: MEA S.p.A.		data:	05/12/11
lavoro: Centro raccolta differenziata RSU		quota inizio:	piazzale asfaltato
località: Melegnano – Via Repubblica, 1		prof. falda:	---





Studio Geologico Associato S.E.A.
Soluzioni per Edilizia & Ambiente
Via Stazione, 90 - Carbonara al Ticino (PV)
Tel. 0382-400.986 – Fax 0382-1751163
e-mail: studiogeologicosea@libero.it

ALL.2

PARAMETRI SISMICI DEL SITO OGGETTO DI STUDIO

Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS** http://www.geostru.com/geoapp

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 45,361864 [°]

longitudine: 9,314821 [°]

Classe d'uso: 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 Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	12706	45,361910	9,295484	1510,8
Sito 2	12707	45,364360	9,366361	4036,2
Sito 3	12929	45,314410	9,369864	6808,2
Sito 4	12928	45,311970	9,299035	5683,5

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,023	2,549	0,182
Danno (SLD)	63	50	0,029	2,540	0,204
Salvaguardia della vita	10	475	0,061	2,615	0,286

(SLV)					
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,076	2,627	0,294

Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,840	1,000	0,007	0,003	0,333	0,200
SLD	1,500	1,770	1,000	0,009	0,004	0,423	0,200
SLV	1,500	1,590	1,000	0,018	0,009	0,897	0,200
SLC	1,500	1,570	1,000	0,023	0,011	1,117	0,200

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50
Geostru software - www.geostru.com