



**Comune di Ozzero (MI)**

#### ELENCO DOCUMENTI

A - Relazione Tecnica Illustrativa;  
B - Relazione sul processo di depurazione, meccanica ed elettrica  
C - Relazione Geologica  
D - Relazione Geotecnica  
E - Relazione di Calcolo delle strutture  
F - Relazione sui Materiali  
G - Tabulati di calcolo  
H - Piano di manutenzione dell'opera  
I - Piano di sicurezza e di coordinamento  
L - Elenco dei prezzi unitari ed analisi  
M - Computo metrico estimativo  
N - Quadro economico  
O - Cronoprogramma  
P - Capitolato Speciale di Appalto e specifiche tecniche

#### ELENCO ELABORATI GRAFICI

E01 – Inquadramento territoriale  
E02 – Planimetria Generale  
E03 – Piano Quotato  
E04 – Rilievo dello stato di fatto  
E05 – Stato di progetto – Piante, Prospetti, Sezioni  
E06 – Stato di progetto – Sezioni Ambientali  
E07 – Stato di progetto – Demolizione e costruzione  
E08 – Stato di progetto – Locale Soffianti  
E09 – Stato di progetto – Progetto Strutturale – Ampliamento Locale Soffianti  
E10 – Stato di progetto – Progetto Strutturale – Nuovo Canale Grigliatura  
E11 – Stato di progetto – Schema meccanico e funzionale  
E12 – Stato di progetto – Linea 2 – Opere Meccaniche  
E13 – Stato di progetto – Pianta collegamenti elettrici  
E14 – Stato di progetto – Schemi elettrici unifilari

#### PROGETTO ESECUTIVO

**Lavori di ripristino della funzionalità della seconda linea di trattamento presso l'impianto di depurazione di Ozzero**

#### C - RELAZIONE GEOLOGICA

**R.U.P**

Ing. Paola Arisi di CAP Holding, iscritto all'Ordine di Milano al n. 17724

#### PROGETTISTA

Ing. Mariarosaria Saulino – Interstudio  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano, Sez. A n. 29380;  
Arch. Silvano Carone – Interstudio  
Ordine Degli Architetti di Milano n. 14229

**PROG. 5712**

**FEBBRAIO 2014**



**CAP Holding S.p.A.**

**Depuratore di Ozzero (MI)**

**REALIZZAZIONE INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE  
DEL DEPURATORE DI OZZERO (MI)**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

**ai sensi del D.M. 14.01.2008 “Norme tecniche per le costruzioni”**

**BOZZA**

Preparato da:



**AMEC Earth & Environmental GmbH**

Piazza Don Mapelli, 1

20099, Sesto San Giovanni (MI)

Preparato per:

**CAP Holding S.p.A.**

Via del Mulino, 2

20090 Assago (MI)

*Gennaio 2014*

*AMEC Project # 57844004IT*



## INDICE

<b>1.0 INTRODUZIONE.....</b>	<b>1</b>
1.1 Premessa.....	1
1.2 Caratteristiche generali dell'intervento .....	2
<b>2.0 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....</b>	<b>2</b>
<b>3.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>4</b>
3.1 Geologia dell'area .....	4
3.1.1 Unità litologiche affioranti.....	5
3.2 Geomorfologia dell'area.....	7
3.3 Idrografia.....	7
3.4 Idrogeologia .....	8
<b>4.0 INQUADRAMENTO URBANISTICO DELL' AREA .....</b>	<b>12</b>
4.1 Vincoli .....	12
4.2 Fattibilità.....	12
4.2.1 Vulnerabilità degli acquiferi.....	13
<b>5.0 INDAGINI GEOGNOSTICHE .....</b>	<b>15</b>
5.1 Prove penetrometriche dinamiche continue tipo SCPT .....	17
5.2 Indagine sismica MASW .....	22
5.2.1 Determinazione della categoria di suolo di fondazione .....	26
5.2.2 Determinazione dell'amplificazione stratigrafica.....	28
5.2.3 Determinazione dell'amplificazione topografica .....	28
<b>6.0 AZIONE SISMICA.....</b>	<b>29</b>
6.1 Pericolosità di riferimento per il territorio nazionale e regionale.....	29
6.2 Definizione dell'azione sismica .....	30
6.3 Pericolosità sismica di sito .....	33
<b>7.0 LITOSTRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO .....</b>	<b>37</b>
7.1 Modello geologico di riferimento .....	37
<b>8.0 CONCLUSIONI .....</b>	<b>41</b>



## **ALLEGATI**

**Allegato 1** Corografia dell'area

**Allegato 2** Planimetria del sito con ubicazione opere da realizzarsi e indagini geognostiche condotte

**Allegato 3** Log prove penetrometriche



## **NORMATIVA DI RIFERIMENTO E BIBLIOGRAFIA**

- Decreto Ministeriale 14.01.2008 - Testo unico “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. 14.01.2008. Circolare 2 Febbraio 2009 e succ. mod. ed integrazioni;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.;
- Eurocodice 8 (1998) - Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture Parte 5 : fondazioni, strutture di contenimento e aspetti geotecnici (2003);
- Eurocodice 7.1 (1997) - Progettazione geotecnica – Parte I: regole generali UNI;
- Eurocodice 7.3 (2002) - Progettazione geotecnica – Parte II: progettazione assistita con prove in sito (2002);
- Legge Regionale Lombardia 11.03.2005 n. 12 – “Legge per il governo del territorio”;
- D.G.R. Lombardia n. 8/7374 del 28.05.2008 “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57 della L.R. 11.03.2005 n.12”;
- PGT del Comune di Ozzero (MI) e relative norme di attuazione.
- Pianificazione Regionale e Provinciale PTR e PTCP.
- Cartografia e basi informative geografiche e tematiche;
- Basi informative ambientali ERSAL;
- Programma di tutela ed uso delle acque PTUA – DGR n. 2244 03/2006 e relative NTA.



## 1.0 INTRODUZIONE

### 1.1 Premessa

Il presente documento è stato elaborato da AMEC Earth & Environmental GmbH (AMEC) per conto di CAP Holding S.p.A. (di seguito CAP) e costituisce la relazione geologica a corredo del progetto di ripristino e potenziamento delle strutture relative all'ampliamento del locale soffianti ed il nuovo canale di grigliatura grossolana intorno alla stazione di sollevamento dell'impianto di depurazione del comune di Ozzero (MI). In Allegato 1 si presenta la corografia del sito in esame.

La presente relazione, sintesi e compendio dei dati acquisiti durante il rilevamento geologico dell'area e le indagini geognostiche, è finalizzata alla definizione dell'assetto geologico, idrogeologico e sismico del sito, con particolare riguardo alla definizione delle caratteristiche litostratigrafiche ed alle proprietà fisico meccaniche dei terreni coinvolti dalle opere in progetto, per la valutazione della fattibilità dell'intervento sulla base del modello geologico e geotecnico dell'area, necessario alla successiva progettazione esecutiva delle opere di fondazione e strutturali del fabbricato.

Per le notizie di carattere geologico generale è stato consultato il documento di pianificazione urbanistica comunale (PGT) nonché la documentazione geologica generale disponibile in letteratura, integrata da rilievi eseguiti in campagna, basati sull'osservazione delle forme del territorio e delle litologie superficiali, correlati al passato geologico dell'area.

Lo studio è stato condotto in ottemperanza alla vigente normativa DM 14/01/2008“ Norme tecniche per le costruzioni” (Cap. 6 Progettazione geotecnica e Cap. 7 Progettazione per azioni sismiche).

Il lavoro è stato articolato nelle seguenti fasi:

- ricerca bibliografica riguardante la raccolta di dati su studi precedenti e la consultazione della Carta Geologica (Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000 - Foglio 44 – Novara) e della componente geologica allegata al vigente PGT comunale;
- caratterizzazione geologica del sito mediante il rilevamento diretto di superficie, esteso anche alle aree limitrofe ed esame delle condizioni geomorfologiche con il rilievo delle forme morfologiche presenti;
- caratterizzazione sismica attraverso l'esecuzione di indagine sismica;
- caratterizzazione litologico-stratigrafica e geotecnica del sito attraverso l'esecuzione di n. 2 prove penetrometriche dinamiche SCPT, spinte sino alla profondità massima di 6,00 m da p.c.



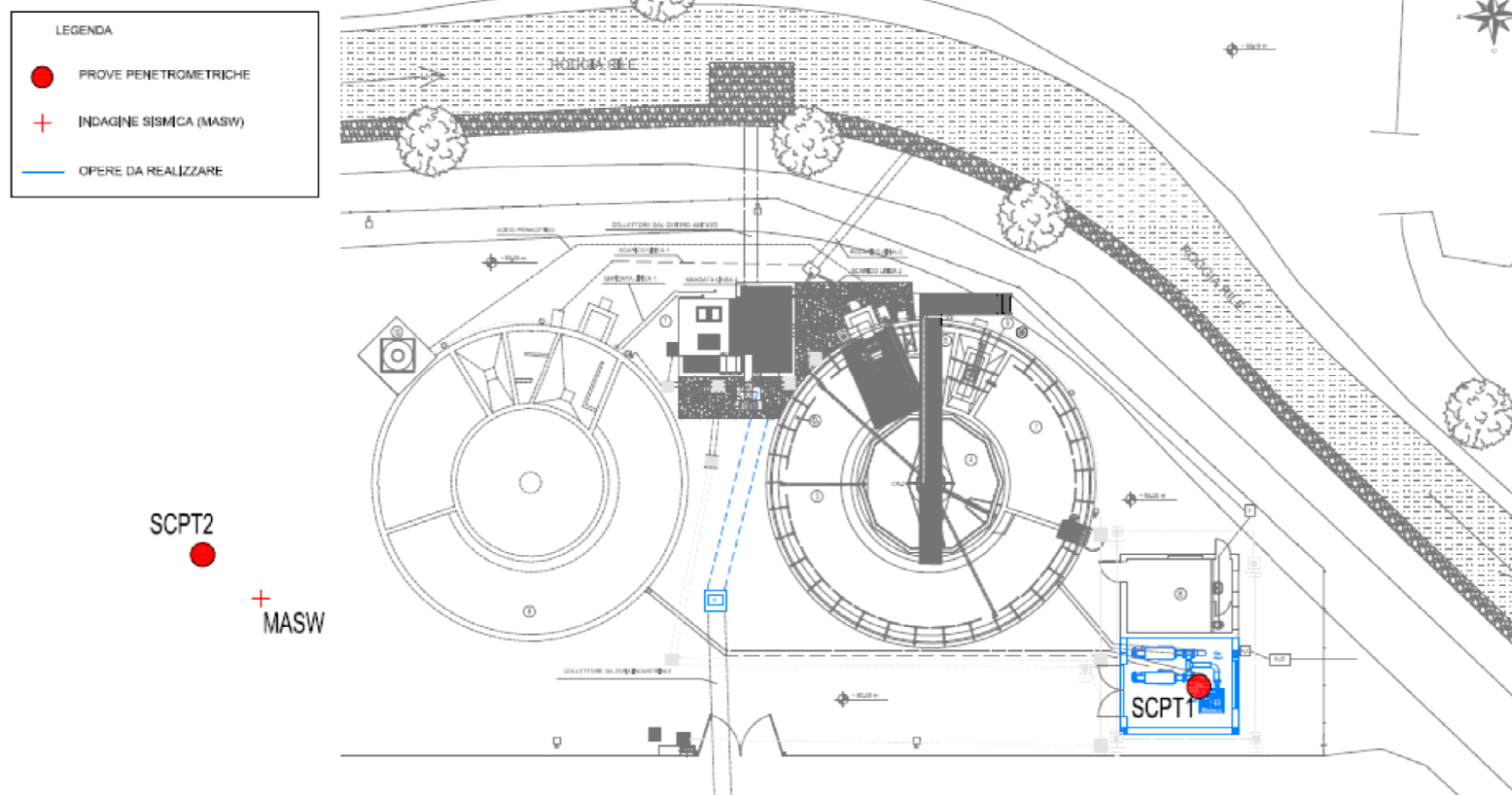
## **1.2 Caratteristiche generali dell'intervento**

Gli interventi di ripristino funzionale dell'impianto di depurazione di Ozzero constano nella realizzazione delle opere di seguito indicate:

- ampliamento del locale soffianti;
- nuovo canale di grigliatura grossolana intorno alla stazione di sollevamento.

Nella figura sotto riportata sono indicate le opere da realizzarsi (in azzurro) e le indagini geognostiche condotte (prove penetrometriche e indagine sismica di tipo MASW).





**Figura 1:** Planimetria del sito con opere da realizzarsi ed indagini effettuate



## 2.0 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sito di intervento oggetto del presente studio è ubicato in comune di Ozzero (MI), in via L. Galvani, ad una quota di circa 91,0 m s.l.m., in un'area delimitata e circoscritta, su cui sorge l'attuale impianto di depurazione comunale. In particolare l'area si dispone in destra idrografica del torrente Rile, (che ne delimita il confine est) che in questa zona di pianura presenta un andamento sinuoso.



**Figura 2:** Ubicazione del sito (fonte: Google Earth)

L'area circostante è pianeggiante a destinazione prevalentemente artigianale/industriale ed agricola in area periferica esterna all'abitato. Il territorio comunale di Ozzero si colloca nella media/alta Pianura Occidentale ed è caratterizzato dalla pianura Würmiana (Livello Fondamentale della Pianura), leggermente ondulata e intensamente modificata dall'attività antropica legata ad interventi di uso agricolo.

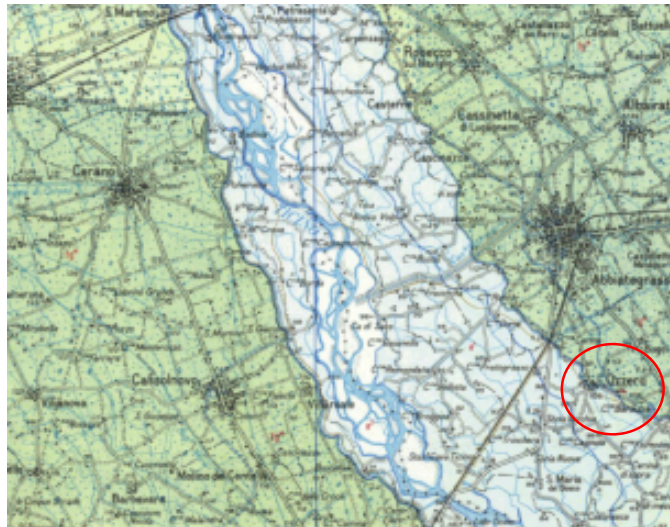
Nella quasi totalità del territorio comunale, la pianura Würmiana si presenta con un andamento pressoché piatto o leggermente ondulato e debolmente degradante verso sud.

Geograficamente è rappresentata nella CTR RL (Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia) alla scala 1: 10.000 nella sezione A6e5 con coordinate baricentriche dell'area (WGS 84): 45°35'87" latitudine N, 8°91'40" longitudine E.

Dal punto di vista geologico l'area è descritta a scala regionale nel foglio n.44 "Novara" della CGI (Carta Geologica D'Italia) alla scala 1:100.000 (Fig. 3) ed in maggior



dettaglio nella Carta Geolitologica alla scala 1: 10.000 dello studio geologico a corredo del vigente PGT comunale.



**Figura 3:** Stralcio Carta Geologica, Foglio 44.



### **3.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO**

#### **3.1 Geologia dell'area**

La geologia dell'area deriva da una serie di eventi morfogenetici e deposizionali che soprattutto nella fase del Quaternario continentale hanno contribuito alla creazione della morfologia attuale.

L'area di studio si trova nella Pianura Padana, delimitata a Nord da formazioni geologiche di vario tipo che costituiscono l'alta Lombardia e che sono disposte all'incirca in fasce orientate in direzione Est-Ovest.

La geologia della Pianura Padana è molto complessa e la sua evoluzione Plio-Quaternaria può essere sintetizzata nelle seguenti tre fasi:

- fase del ritiro del mare e della sedimentazione di depositi continentali fluvio-lacustri, deltizi e di pianura costiera su parte della pianura (Pliocene superiore-Pleistocene inferiore);
- fase glaciale, comprende le diverse fasi di glaciazione (Pleistocene);
- fase postglaciale, di sedimentazione alluvionale e di erosione (Olocene).

Il sollevamento della Pianura iniziò dal Piemonte Occidentale nel Pliocene Superiore e si estese gradualmente e con minore intensità alla Lombardia. La successione stratigrafica che costituisce la Pianura Padana, inizia, dal basso verso l'alto, con l'unità "Villafranchiano", costituita da sedimenti continentali fini (limi, sabbie fini, argille e torbe) che indicano un ambiente di sedimentazione in acque ferme. L'unità "Villafranchiano" è ricoperta da uno spessore variabile di depositi grossolani, che risultano sottili in prossimità delle fasce pedemontane, lontano dalle aree di maggiore sedimentazione alluvionale e molto spessi al centro della Pianura. La pianura lombarda è composta in prevalenza da depositi fluvio-glaciali quaternari, formati dall'affiancamento e dalla sovrapposizione dei coni di deiezione dei fiumi che scorrono con direzione Nord-Sud. Verso Sud i depositi alluvionali dei fiumi prealpini si mescolano e si confondono con le alluvioni del Po.

Tutto questo complesso è stato continuamente sottoposto più volte a fenomeni di erosione, in modo particolare durante i periodi di massima piena dei fiumi, per poi essere ricoperto da alluvioni più recenti.



I depositi fluvio-glaciali sono tendenzialmente molto grossolani nella media ed alta pianura, mentre nella parte assiale della pianura sono sabbioso-limosi, con rare lenti di ghiaia.

Geologicamente sono presenti i caratteri morfologici legati all'attività fluviale e fluvioglaciale quaternaria; l'area è infatti caratterizzata dalla presenza di una successione di depositi quaternari appartenenti ai sistemi deposizionali fluviali e fluvioglaciali.

Le litologie che costituiscono il sottosuolo sono di natura prevalentemente ghiaiosa con strato di alterazione superficiale argilloso rossastro che copre i sottostanti depositi alluvionali costituiti da alternanze in successione cronologica appartenenti a diverse unità litostratigrafiche.

### **3.1.1 Unità litologiche affioranti**

In base alle osservazioni di superficie, alla ricostruzione degli eventi geologici del Quaternario ed alle correlazioni geomorfologiche, si distinguono le unità formazionali che seguono (a partire dai depositi più recenti).

#### **Diluvium Medio (fluvioglaciale Riss Auct.)**

I sedimenti sono essenzialmente di natura ghiaiosa con ciottoli molto arrotondati aventi diametro medio di circa 10 cm, immersi in una matrice abbondante a tessitura argilloso/sabbiosa.

La natura litologica dei ciottoli è varia, ma raramente si hanno elementi clastici calcarei; il grado di alterazione dei sedimenti varia da medio ad elevato. Questa tipologia di deposito è stata associata ad un ambiente deposizionale simile a quello del Diluvium Antico, ma cronologicamente posteriore, attribuibile al Riss Auct.

Localmente le ghiaie sono ricoperte da un orizzonte di depositi limosi e più frequentemente limoso/ sabbiosi, lo spessore risulta di difficile individuazione, comunque compreso tra 1 e 1,5 metri.

I caratteri litologici peculiari di questo deposito sommitale sono l'estrema omogeneità e l'elevato grado di assortimento granulometrico.



### Diluvium Recente (fluvioglaciale Wurm Auct.)

Vengono così definiti quei depositi di natura ghiaioso/sabbiosa, tradizionalmente interpretati come frutto di episodi di sedimentazione fluvioglaciale e fluviale delle ultime fasi glaciali.

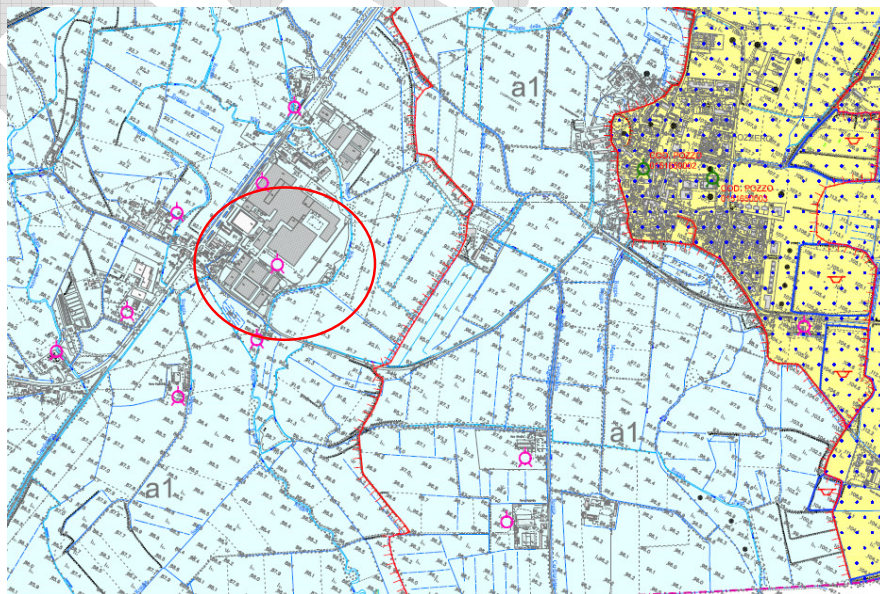
Questa Unità, che costituisce il cosiddetto “livello fondamentale della pianura”, affiora con continuità nell’area di studio. La tessitura della matrice è generalmente sabbiosa, anche se non raramente si ha un aumento della componente limoso/argillosa. Questo carattere è tipico delle porzioni più superficiali del deposito e sembra essere legato a fenomeni di lisciviazione dagli orizzonti pedogenizzati ad opera delle acque di infiltrazione.

### Alluvioni recenti e attuali

A questa Unità sono attribuiti i depositi che affiorano in corrispondenza degli alvei dei corsi d’acqua; sono costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose con locali intercalazioni di livelli sabbioso/limosi legati a fenomeni di esondazione.

L’elevata attività delle dinamiche deposizionali e le continue trasformazioni antropiche non consentono la formazione di un orizzonte di alterazione superficiale significativo.

Facendo riferimento alla Carta Geolitologica del Comune di Ozzero, si evince che presso l’area in esame si rinvenivano alluvioni fluvioglaciali e fluviali ciottolose non alterate, terrazzate a terreni grigio-bruni (Fig.4).



**Figura 4:** Stralcio carta geolitologica (PGT comune di Ozzero)



### 3.2 Geomorfologia dell'area

Dal punto di vista geomorfologico il territorio è caratterizzato da alcuni lineamenti chiaramente riferibili alle passate divagazioni fluviali, che qui hanno lasciato un'impronta indelebile della loro azione. E' possibile distinguere nella pianura una parte alta ed una parte bassa.

- l'alta pianura si presenta sotto forma di ripiani sopraelevati di una decina di metri sul livello generale; è formata dai più antichi livelli deposizionali situati ai piedi delle Alpi. Tali depositi, denominati "Diluvium antico", sono coevi alla glaciazione Mindeliana e sono caratterizzati dalla presenza del Ferretto, una copertura argillosa giallo-rossastra dello spessore di qualche metro, di natura eluviale
- il livello generale della pianura è invece formato da terreni databili con le glaciazioni del Riss e del Würm e denominati "Diluvium Recente". (media pianura)

Lungo le aste dei principali corsi d'acqua attuali si hanno fasce di depositi terrazzati composti da alluvioni fresche, denominate "Alluvium", di età contemporanea e posteriore alla glaciazione Würmiana.

### 3.3 Idrografia

Il territorio in esame è caratterizzato da una grande ricchezza di acque superficiali e da una falda freatica di norma prossima alla superficie topografica, che ha rappresentato storicamente una facile fonte di approvvigionamento, raggiungibile mediante scavi poco profondi e con buone caratteristiche di continuità sia su base stagionale sia annua.

Le acque superficiali si possono suddividere in acque fluviali e torrentizie in alvei naturali, più o meno controllate e modificate dall'opera dell'uomo e in acque incanalate, di adduzione o raccolta e di uso prevalentemente agricolo.

Queste ultime possono essere di origine interna (risorgive e derivazioni locali) o esterna provenienti dai canali irrigui maggiori.

Il sottosuolo dell'area posta tra il limite delle risorgive ed il Po, all'interno del solco vallivo del fiume Ticino, risulta costituito essenzialmente da sabbie e ghiaie assai permeabili, con frazione ghiaiosa che tende a diminuire da nord a sud, a favore di



quella sabbiosa e da lenti e livelli argillosi di vari dimensioni e spessori, più frequenti verso sud, che non presentano comunque continuità laterale.

Dai dati in possesso relativi ai pozzi per acqua terebrati all'interno del territorio comunale di Ozzero si rileva la sostanziale conferma di quanto esposto a scala regionale.

Dal confronto dei dati stratigrafici si può notare, nei primi 30-40 metri attraversati, una maggiore presenza di litotipi grossolani (ghiaie e ghiaie sabbiose) nei pozzi privati trivellati nei depositi alluvionali olocenici rispetto a quelli acquedottistici eseguiti all'interno dei depositi pleistocenici del Fluvioglaciale Wurm.

Nel proseguo tutte le stratigrafie tendono ad uniformarsi verso litotipi più fini, anche se non mancano episodi ghiaiosi anche ad elevate profondità.

Il dato di fatto fondamentale che si può osservare nell'area milanese è l'andamento dei corsi d'acqua, all'incirca paralleli fra di loro, e con direzione di scorrimento da Nord-Ovest verso Sud-Est, corrispondentemente alla direzione di pendenza del piano padano.

Dal punto di vista idrografico, la zona è caratterizzata dalla presenza di un reticolato di corsi d'acqua naturali molto sviluppato. I corsi d'acqua naturali presentano, in generale, un andamento Nord-Sud e pendenze modeste. Il regime è tipico dei fiumi prealpini, con periodi di piena in primavera ed in autunno e periodi di magra in inverno e in estate. Esistono corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore la cui cura e manutenzione viene gestita da consorzi locali o da privati: Roggia Gambarera, Roggia Gambarina, Roggia Rile.

### **3.4 Idrogeologia**

La geologia della pianura è particolarmente complessa; vi si possono, infatti, riconoscere diverse Unità Idrogeologiche e strutture (quali dorsali del substrato e paleolavei).

Il sottosuolo della pianura milanese è formato, da una successione di sedimenti plio-pleistocenici costituiti nella parte basale prevalentemente da limi ed argille d'origine marina con rare sabbie e ghiaie, mentre nella parte sommitale si hanno alternanze di ghiaie, sabbie, limi ed argille di origine alluvionale e fluviglaciale.



Da un punto di vista idrogeologico, nella Pianura Padana si possono distinguere tre acquiferi principali: un acquifero superficiale o primo acquifero, un acquifero tradizionale o secondo acquifero e un acquifero profondo.

Unità idrogeologiche presenti nella Pianura Padana				
Sottounità	Unità idrogeologica	Caratteri idrogeologici	Spessore	
			Alta pianura	Bassa pianura
Alluvioni e fluvioglaciale recente	Acquifero superficiale o "primo"	Falde libere, di elevata trasmissività nella parte alta della pianura	In media 40 m	Circa 10 m
Fluvioglaciale antico o "Diluvium Medio"	Acquifero tradizionale o "secondo"	Falde semiconfinate nell'alta pianura, confinate nella media e bassa pianura, trasmissività media	In media 80 m	In media 120 m
Fluvioglaciale antico o "Diluvium Antico"				
Ceppo				
Acquifero sotto il Ceppo				
Villafranchiano	Acquifero profondo o "vero"	Falde confinate, trasmissività scarsa	Circa 150 m	

Il primo acquifero è costituito da falde libere e semiconfinate.

Le falde libere interessano sedimenti ghiaioso-sabbiosi con scarse lenti argillose e sono caratterizzate da un'elevata trasmissività.

Le falde semiconfinate interessano i depositi fluvio-glaciali più antichi e il Ceppo, nei quali sono presenti livelli argillosi più rilevanti.

Il primo acquifero è alimentato direttamente dalle piogge, dai corsi d'acqua e dalle irrigazioni e alimenta le falde semiconfinate e il secondo acquifero. Nella media pianura, l'ispessimento dei livelli argilloso-limosi presenti nei depositi fluvio-glaciali, soprattutto in quelli più antichi, annulla o limita il trasferimento di acqua dal primo acquifero agli acquiferi semiconfinati, i quali divengono pressoché ovunque acquiferi confinati veri e propri.

Il secondo acquifero è costituito da falde semiconfinate nell'alta pianura e da falde confinate nella media e bassa pianura, caratterizzate da una trasmissività media e



interessa depositi fluvio-glaciale più antichi e il Ceppo. Tale acquifero presenta uno spessore variabile tra 80 m in corrispondenza dell'alta pianura e 120 m in corrispondenza della bassa pianura.

Il terzo acquifero è tipicamente multistrato, essendo costituito da banchi argillosi, anche molto spessi e continui, ai quali sono intercalati lenti e banchi di ghiaia e sabbia.

La permeabilità della pianura è alta in corrispondenza dei depositi ghiaiosi-sabbiosi, mentre diminuisce all'aumentare della frazione fine presente nei sedimenti. Il Po costituisce l'asse drenante principale della pianura, per cui la falda freatica ha pendenza indicativamente verso Sud/Sud-Est.

L'alimentazione della falda idrica sotterranea dipende dalle infiltrazioni superficiali, dai corsi d'acqua, dagli afflussi da monte e dalle irrigazioni. Il deflusso è invece condizionato dai prelievi. Per quanto attiene l'area essa appartiene all'Unità ghiaioso-sabbiosa (Pleistocene superiore e Olocene, Unità A della classificazione Eni-Regione Lombardia). La litozona ghiaioso - sabbiosa, identificata per la prima volta da Martinis B. B. & Mazzarella S. S. (1971), si sviluppa dal piano campagna fino a una profondità di circa 40 m, è costituita da ghiaie e sabbie, talora cementate, con rare intercalazioni argillose, che vanno aumentando come continuità e spessore nella parte meridionale della città.

Essa corrisponde al fluvioglaciale Wurm (Diluvium recente Auct.) e all'Unità A della classificazione regionale.

Nell'area della media pianura i valori di trasmissività sono di circa  $2 \times 10^{-2} - 4 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ ; questi si mantengono relativamente elevati anche procedendo verso i settori più meridionali della Provincia di Milano, nonostante una progressiva diminuzione della granulometria, dove si riscontra una trasmissività di  $8 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ .

Tali depositi a granulometria incoerente ghiaiosa sabbiosa sono altamente permeabili e consentono una rapida circolazione idrica ed il drenaggio delle acque di infiltrazione.

La carta idrogeologica rappresenta, per l'area in questione, una direzione di flusso NE-SW riferita alla falda presente nei depositi alluvionali. Dalla piezometria si riporta il valore del livello freatico che si situa a quota di 90,00 m s.l.m., (circa 1,00 m da p.c.)

Il livello piezometrico, nel corso dell'anno, è comunque soggetto ad oscillazioni in positivo ed in negativo rispetto alla misura rilevata. Le motivazioni sono molteplici e legate a fattori sia di carattere antropico (attività di emungimento dei pozzi, pratiche di irrigazione delle colture nei periodi tardo primaverili ed estivi, etc.), sia di indole



naturale (ricarica delle falde in seguito alle precipitazioni in seguito a periodi più o meno piovosi, fenomeni di evapotraspirazione più o meno intensi, etc.).

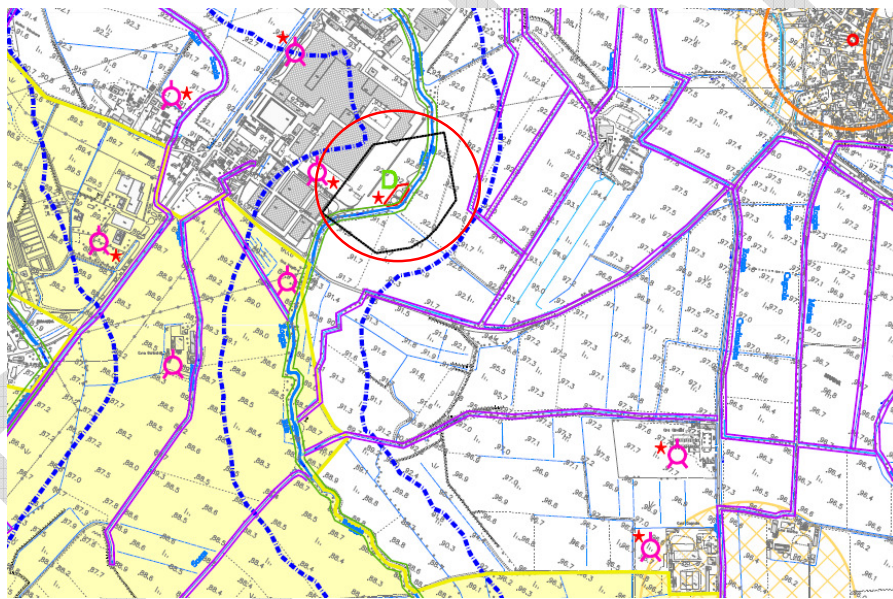
DRAFT



## 4.0 INQUADRAMENTO URBANISTICO DELL'AREA

### 4.1 Vincoli

La fase di progettazione preliminare e di valutazione della fattibilità dell'intervento ha previsto l'analisi delle limitazioni d'uso del territorio (vincoli) in particolare modo quelli descritti e presenti nella relazione geologica a corredo del vigente PGT comunale e quelli relativi alla normativa sovraordinata (PTCP, Ambientale, Regionale e di Bacino - Tav 5b). Sulla base di detta analisi si afferma che sull'area in questione perimetrata alla lettera D – Depuratore comunale con fascia di rispetto di 100 m sussiste il vincolo idraulico in relazione alla presenza del torrente Rile in adiacenza al perimetro nord dell'area. Sulla base del R.R. n.3-2010 vige la fascia di inedificabilità pari a 10 m dalle sponde per corso d'acqua di pregio (Fig.5).



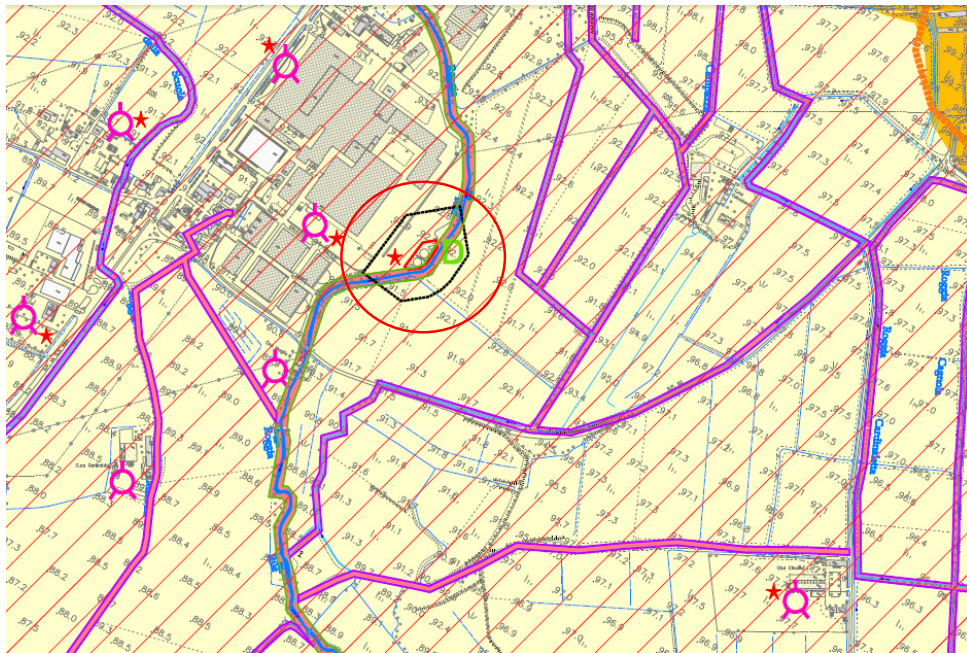
**Figura 5:** Stralcio Carta vincoli, PGT Comune di Ozzero – Tav5b

### 4.2 Fattibilità

La carta della fattibilità allegata alla “Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT del Comune di Ozzero (Tav7a) indica per l'area in questione una Classe 2ap (classe di fattibilità con modeste limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni) (Fig.6).



Ricadono in questa classe le piane alluvionali inferiori caratterizzate da sufficienti caratteristiche geotecniche dei depositi superficiali a media vulnerabilità delle acque sotterranee (prima falda). Per tale classe vi sono limitate prescrizioni all'utilizzo del suolo. Ciò nonostante, le NTA impongono per la classe di fattibilità 2ap che in sede di redazione del progetto venga redatta specifica relazione geologica, idrogeologica e sismica basata su indagini in sito e misura della Vs30 per la determinazione della categoria di suolo di fondazione.



**Figura 6:** Stralcio Carta fattibilità, PGT Comune di Ozzero – Tav7a

Con riferimento alla pericolosità sismica locale l'area è inquadrata nello scenario Z4 a “zone di fondovalle con presenza di depositi alluvionali”, con fattore di amplificazione (Fa) inferiore al valore di soglia comunale DGR 1566/2005.

#### **4.2.1 Vulnerabilità degli acquiferi**

La vulnerabilità degli acquiferi ed in particolare modo del primo acquifero freatico è in relazione alle caratteristiche litologiche e granulometriche dei primi strati di sottosuolo, direttamente connesse alla permeabilità degli stessi ed alla potenzialità con cui sostanze “contaminanti” possono raggiungere la risorsa idrica e in essa diffondersi.



Sulla base della cartografia del nuovo PGT del comune di Ozzero, che riporta parte dei vincoli e delle zone classificate a vulnerabilità ambientale, per quanto riguarda la pericolosità idrogeologica l'area in oggetto ricade in una zona vulnerabilità media della falda.

L'area in esame è caratterizzata da bassa soggiacenza della falda freatica (1,00 m).

DRAFT



## 5.0 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le indagini geognostiche hanno lo scopo di fornire i dati e le informazioni necessarie per la caratterizzazione geotecnica dei terreni ad un livello adeguato alle necessità del progetto.

La caratterizzazione eseguita in fase di progettazione è da considerarsi esaustiva, e potrà essere eventualmente integrata da indagini di maggior dettaglio qualora necessario in relazione esigenze specifiche di calcolo strutturale.

Con l'obiettivo di acquisire validi e significativi dati geotecnici, circa le caratteristiche del sottosuolo, è stato predisposto un piano delle indagini consistente nell'esecuzione di n. 2 prove penetrometriche dinamiche SCPT, integrate da una sismica di superficie di tipo MASW per la determinazione della Vs30 e conseguente categoria di suolo di fondazione.

Le indagini eseguite in data 09/01/2014 sono consistite nella realizzazione di:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche tipo SCPT spinte sino alla profondità massima di 6,00 m da p.c.;
- n. 1 prova sismica MASW.

In Allegato 2 si riporta la planimetria del sito con l'ubicazione delle indagini condotte e le opere da realizzarsi.

In relazione al volume significativo dei depositi direttamente influenzati dalla costruzione delle opere in progetto, si riassumono le profondità massime investigate con le indagini in sito:

PROVA	DATA ESECUZIONE	PROFONDITA' (m da p.c.)
SCPT 1	09/01/2014	6,00 m
SCPT 2	09/01/2014	6,00m



Le prove hanno consentito di delineare con chiarezza l'andamento in profondità della litostratigrafia dei depositi che verranno interessati dalle opere in progetto evidenziandone la litostratigrafia e la distribuzione spaziale all'interno del lotto.

DRAFT



## 5.1 Prove penetrometriche dinamiche continue tipo SCPT

L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche è costituita da un penetrometro cingolato marca Pagani TG 63/200 statico dinamico.

Le caratteristiche costruttive e prestazionali sono le seguenti:

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: SCPT (Standard Cone Penetration Test)

•	Rif. Norme	N 4094
•	Peso Massa battente	2,5 Kg
•	Altezza di caduta libera	0,75 m
•	Peso sistema di battuta	6 Kg
•	Diametro punta conica	50,46 mm
•	Area di base punta	0 cm <sup>2</sup>
•	Lunghezza delle aste	1 m
•	Peso aste a metro	7 Kg/m
•	Profondità giunzione prima asta	0,80 m
•	Avanzamento punta	0,30 m
•	Numero colpi per punta	N(30)
•	Coeff. Correlazione	1,15
•	Rivestimento/fanghi	No
•	Angolo di apertura punta	60°

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi) e misurando il numero di colpi N necessari all'avanzamento della punta.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, permettendo anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.



La sonda penetrometrica consente inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette, facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente (M);
- altezza libera caduta (H);
- punta conica: diametro base cono (D), area base (A - angolo di apertura);
- avanzamento (penetrazione);
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente):

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

### **Correlazione con $N_{spt}$**

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi  $N_{spt}$  ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con il corrispondente valore  $N_{spt}$ .

Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

dove:



$$\beta_i = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e  $Q_{SPT}$  è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M = peso massa battente;
- M' = peso aste;
- H = altezza di caduta;
- A = area base punta conica;
- $\delta$  = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta $R_{pd}$

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Dove:

- $R_{pd}$  = resistenza dinamica punta (area A);
- e = infissione media per colpo ( $\delta / N$ );
- M = peso massa battente (altezza caduta H);
- P = peso totale aste e sistema battuta.

### Metodologia di elaborazione

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.



Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici;
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche;
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

### **Valutazione statistiche**

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Static Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

- Medio Media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.
- Media minima Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.
- Massimo Valore massimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.
- Minimo Valore minimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.
- Media + s Media + scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.
- Media - s Media - scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.



La buona diffusione di questo tipo di prove e la sua standardizzazione consentono di ottenere una significativa caratterizzazione dei terreni attraversati, nonché un'attendibile identificazione dei principali parametri geotecnici, mediante l'utilizzo delle principali correlazioni presenti in bibliografia.

I dati desunti dall'indagine di cui sopra sono stati integrati dalle conoscenze acquisite dallo scrivente nella zona, attraverso precedenti indagini.

In Allegato 3 si riportano i log delle prove penetrometriche realizzate.

I risultati delle indagini di cui sopra sono riportati di seguito.

### PROVA SCPT 1

**Strumento utilizzato**  
**Penetration Test)**  
**Prova eseguita in data**  
**Profondità prova**  
**Falda rilevata**

**SCPT (Standard Cone**

**09/01/2014**  
**6,00 m da p.c.**

**Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio**

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	8	0,853	52,42	61,48	2,62	3,07
0,60	17	0,797	104,12	130,64	5,21	6,53
0,90	11	0,842	65,75	78,13	3,29	3,91
1,20	7	0,836	41,58	49,72	2,08	2,49
1,50	4	0,831	23,62	28,41	1,18	1,42
1,80	2	0,826	11,74	14,21	0,59	0,71
2,10	2	0,822	10,85	13,21	0,54	0,66
2,40	10	0,817	53,96	66,03	2,70	3,30
2,70	7	0,813	37,57	46,22	1,88	2,31
3,00	12	0,809	59,87	74,03	2,99	3,70
3,30	23	0,705	99,99	141,89	5,00	7,09
3,60	37	0,651	148,57	228,26	7,43	11,41
3,90	38	0,647	142,37	219,98	7,12	11,00
4,20	33	0,644	122,97	191,03	6,15	9,55
4,50	30	0,690	119,89	173,66	5,99	8,68
4,80	33	0,637	121,71	191,03	6,09	9,55
5,10	31	0,634	107,17	169,03	5,36	8,45
5,40	40	0,581	126,73	218,10	6,34	10,91
5,70	42	0,578	132,41	229,01	6,62	11,45
6,00	20	0,725	74,77	103,06	3,74	5,15



## PROVA SCPT 2

**Strumento utilizzato**  
**Penetration Test)**  
**Prova eseguita in data**  
**Profondità prova**  
**Falda rilevata**

**SCPT (Standard Cone**

**09/01/2014**  
**6,00 m da p.c.**

**Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio**

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	14	0,803	86,36	107,58	4,32	5,38
0,60	16	0,797	97,99	122,95	4,90	6,15
0,90	6	0,842	35,86	42,62	1,79	2,13
1,20	3	0,836	17,82	21,31	0,89	1,07
1,50	3	0,831	17,71	21,31	0,89	1,07
1,80	2	0,826	11,74	14,21	0,59	0,71
2,10	1	0,822	5,43	6,60	0,27	0,33
2,40	1	0,817	5,40	6,60	0,27	0,33
2,70	2	0,813	10,73	13,21	0,54	0,66
3,00	6	0,809	29,93	37,02	1,50	1,85
3,30	15	0,755	69,84	92,54	3,49	4,63
3,60	23	0,701	99,45	141,89	4,97	7,09
3,90	34	0,647	127,38	196,82	6,37	9,84
4,20	17	0,744	73,19	98,41	3,66	4,92
4,50	18	0,740	77,14	104,20	3,86	5,21
4,80	20	0,737	85,34	115,78	4,27	5,79
5,10	22	0,684	82,05	119,96	4,10	6,00
5,40	11	0,781	46,85	59,98	2,34	3,00
5,70	10	0,778	42,43	54,53	2,12	2,73
6,00	10	0,775	39,96	51,53	2,00	2,58

## 5.2 Indagine sismica MASW

La MASW (Multichannel Analysis of Seismic Waves) è una metodologia di indagine geofisica che consente l'individuazione di frequenza, ampiezza, lunghezza d'onda e velocità di propagazione delle onde sismiche superficiali (principalmente onde di Rayleigh) generate artificialmente.

L'analisi delle onde superficiali permette la determinazione delle velocità delle onde di taglio verticali (Vs) nei terreni al di sotto dello stendimento sismico.

L'indagine è realizzata un accelerometro tridimensionale a stazione singola a più tiri. La fonte di energia, a battuta e rumore sismico, produce treni d'onda che attraversano il



terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è un sismogramma che contiene molteplici informazioni quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione ed elaborazione matematica con algoritmi capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata all'indagine di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.

Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume ( $V_p$ ).

Le onde di Rayleigh si propagano secondo fronti d'onda cilindrici, producendo un movimento ellittico delle particelle durante il transito. Con i metodi di energizzazione usuali i due terzi dell'energia prodotta viene trasportata dalle onde di Rayleigh a fronte di meno di un terzo suddiviso tra le rimanenti tipologie di onde. Inoltre le onde di Rayleigh sono meno sensibili delle onde P e S alla dispersione in funzione della distanza e con un'attenuazione geometrica inferiore.

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi. In pratica il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.

Il sito di indagine è collocato in area non urbanizzata, non caratterizzata da particolari fonti di rumore antropico in grado di interferire in modo significativo con il segnale sismico.

In Allegato 2 si riporta l'ubicazione della prova MASW realizzata.



## **Strumentazione**

Il sistema di acquisizione è costituito da un sismografo tridimensionale mod. Gemini-2 per acquisizione dati con tecnica Masw – Holisurface e HVSR: un unico contenitore waterproof con integrato una terna di geofoni a bassa frequenza da 2Hz accuratamente accoppiati con elevate caratteristiche e un potente acquisitore dati 24 bit reali.

Tramite l'interfaccia USB e il relativo software di acquisizione dati, il PC permette la memorizzazione e la successiva analisi dei dati dalle prestazioni straordinarie.

Lo strumento è in grado di acquisire simultaneamente sui 3 canali. La gestione del sismografo avviene tramite software proprietario installato su laptop, tramite il quale è possibile gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione filtri delle frequenze indesiderate;
- visualizzazione in tempo reale del segnale su tutti i geofoni attivi;
- visualizzazione del sismogramma con misura dei tempi di arrivo;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione.



*Sismografo Gemini 2*



### **Elaborazione dei dati**

L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale.

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

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

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

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

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

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



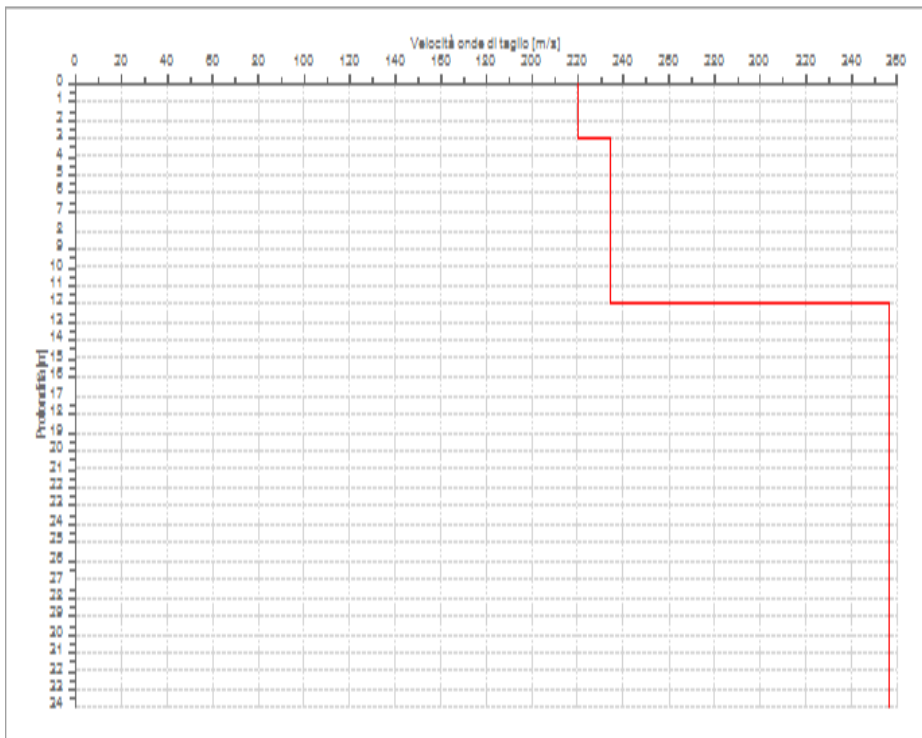
L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione,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

Va ricordato che il diagramma 1D mostra una suddivisione sismo-stratigrafica ricostruita sul differente comportamento sismico dei materiali investigati. È quindi possibile che variazioni di velocità non corrispondano necessariamente a passaggi litologici netti.

### 5.2.1 Determinazione della categoria di suolo di fondazione

L'analisi dei rapporti spettrali ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore Vs30 per la sezione indagata.


Il valore di Vs30, riferito ai primi 30 m a partire dalla base delle fondazioni, è pari a 292 m/s, tale da far ricadere il terreno nella categoria equivalente C.





Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	3	21	0,45	220
2	3	9	22	0,4	234
3	12	22	23	0,2	356

Frequenza del picco del rapporto H/V: 3,35 Hz

CATEGORIA di SOTTOSUOLO	Descrizione da D.M. 14/01/2008 – Tabella 3.2.II
<b>A</b>	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da Vs30 superiori a 800 m/sec, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3.00 m.
<b>B</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 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).
<b>C</b> 	Deposti di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di 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).
<b>D</b>	Deposti di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs>800 m/sec).

Estratto da D.M. 14/01/2008 – Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo



### 5.2.2 Determinazione dell'amplificazione stratigrafica

CATEGORIA SOTTOSUOLO	di	$S_s$	$C_c$
A		1.00	1.00
B		$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_C^*)^{-0.20}$
C		$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_C^*)^{-0.33}$
D		$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_C^*)^{-0.50}$
E		$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_C^*)^{-0.40}$

Estratto da D.M. 14/01/2008 – Tabella 3.2.V

### 5.2.3 Determinazione dell'amplificazione topografica

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

Estratto da D.M. 14/01/2008 – Tabella 3.2.IV



## 6.0 AZIONE SISMICA

L'azione sismica di progetto si definisce a partire dalla "Pericolosità Sismica di base", che rappresenta in senso probabilistico, lo scuotimento atteso in un dato sito, in un dato intervallo di tempo (finestra temporale).

La Pericolosità Sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero (field free) su sito di riferimento rigido, con superficie topografica orizzontale (di categoria A), con prefissate probabilità di eccedenza  $P_{v_r}$ , nel periodo di riferimento  $V_r$ .

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{v_r}$ , a partire dai seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T^*_C$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

### 6.1 Pericolosità di riferimento per il territorio nazionale e regionale

- Ordinanza del P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 che emana i "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche (G.U. n.105 del 08/05/2003).
- Ordinanza del P.C.M. n° 3519 del 28/04/2006 che emana i "criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (G.U. n.108 del 11/05/2006)".

L'emanazione di successive ordinanze (Ordinanza di protezione civile n° 3379 del 05/11/2004, Ordinanza del P.C.M. n° 3431 del 03/05/2005, Ordinanza del P.C.M. n° 3452 del 01/08/2005, legge n. 31/08 del 28/02/2008), hanno preceduto la definitiva obbligatorietà all'applicazione del D.M. 14 Gennaio 2008 " Norme Tecniche sulle costruzioni" (Cap 3.2 Azione sismica) per la valutazione della "pericolosità sismica di base" del sito interessato da nuove opere di costruzione.



- D.G.R. della Regione Lombardia, n. 7/14964 del 7/11/2003 “ Disposizioni preliminari per l’attuazione dell’Ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 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".
- Il D.G.R. della Regione Lombardia, n. 11/2616 del 30/11/2011: aggiornamento dei “Criteri e indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio”.

La norma nazionale prevede di definire l’accelerazione sismica al suolo, sulla base di una mappatura del territorio italiano a cura dell’INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), riportante le accelerazioni massime attese al suolo.

La porzione di territorio in cui ricade l’area in studio è definita a bassa sismicità, ovvero il comune di Ozzero è classificato in zona sismica 4

Si riporta la tabella che individua ciascuna zona secondo i valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

<i>Zona sismica</i>	<i>Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [<math>a_g/g</math>]</i>	<i>Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [<math>a_g/g</math>]</i>
1	$> 0.25$	0.35
2	$0.15 - 0.25$	0.25
3	$0.05 - 0.15$	0.15
4	$< 0.05$	0.05

## 6.2 Definizione dell’azione sismica

Con l’entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 NTC 2008, la stima della pericolosità sismica è definita mediante un approccio “sito dipendente”. Il territorio nazionale è stato suddiviso in punti, denominati “nodi”, a ciascuno dei quali è stato assegnato un valore dell’accelerazione orizzontale massima al suolo ( $a_g$ ), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (corrispondente a un periodo di ritorno di 475 anni).



Sulla base delle disposizioni previste nelle NTC 08, si definiscono per l'opera in progetto i seguenti parametri sismici:

#### RIPRISTINO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI DEPURAZIONE

- COMUNE di: OZZERO (MI) – DEPURATORE COMUNALE
- Zona sismica : 4
- Vs30: 292 m/sec
- Categoria suolo di fondazione: C
- Categoria topografica : T1
- Coefficiente topografico: St=1,00
- Vita nominale:  $V_N \leq 50$  anni.

Numero di anni nel quale la struttura, soggetta alla manutenzione ordinaria, deve essere usata allo scopo al quale è destinata.

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

**Classe d'uso = III** ; (rif. par. 2.4.2. NTC 08)

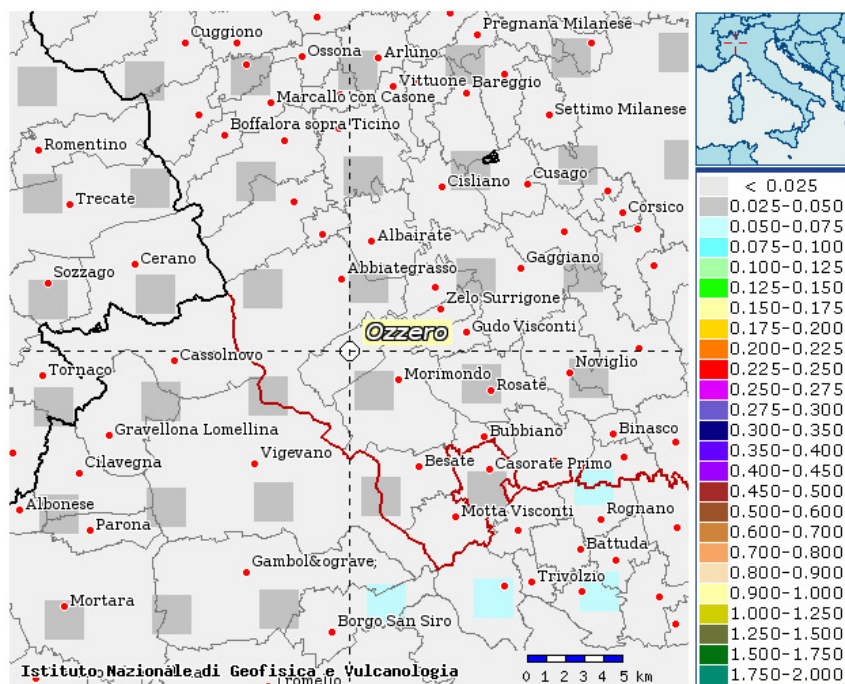
Il valore del coefficiente d'uso  $C_u$  è definito al variare della classe d'uso secondo la tabella seguente:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_u$	0,70	1,0	1,5	2,0

I valori utilizzati per la definizione dell'azione sismica, sono puntualmente definiti da un reticolo di riferimento (griglia di 10751 punti) sulla base delle coordinate geografiche (latitudine e longitudine) del sito di studio.



Di seguito viene riportata la mappa di pericolosità sismica del progetto DPC INGV S1 utilizzata per la definizione dei valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*_c$  :



Estratto mappa interattiva della pericolosità sismica (prob. 10% in 50 anni, 50° percentile)

- Periodo di riferimento per l'azione sismica:  $PV_r = 75$  ; pari a  $V_R = V_N \cdot C_U$

Coordinate Geografiche della località in esame (WGS84)	
Latitudine:	45.3587
Longitudine:	8,9140

Utilizzando il software automatico di calcolo Geostru PS Advanced, della Geostru® Software, introducendo i dati di input sopra riportati, si ottengono in forma tabellare i seguenti parametri e coefficienti sismici, riferiti ai diversi stati limite da considerare:



<b>PARAMETRI SISMICI</b>					
<b>STATO LIMITE</b>	<b>Prob. superam. (%)</b>	<b>Tr (anni)</b>	<b><math>a_g</math> (g)</b>	<b>F0 (-)</b>	<b><math>T_c^0</math> (sec)</b>
<b>Operatività (SLO)</b>	45	0,020	2,515	0,184	45
<b>Danno(SLD)</b>	75	0,025	2,574	0,201	75
<b>Salvaguardia Vita (SLV)</b>	712	0,047	2,696	0,295	712
<b>Prev. Collasso (SLC)</b>	1462	0,056	2,776	0,312	1462

### 6.3 Pericolosità sismica di sito

#### Categoria sottosuolo

C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di 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).

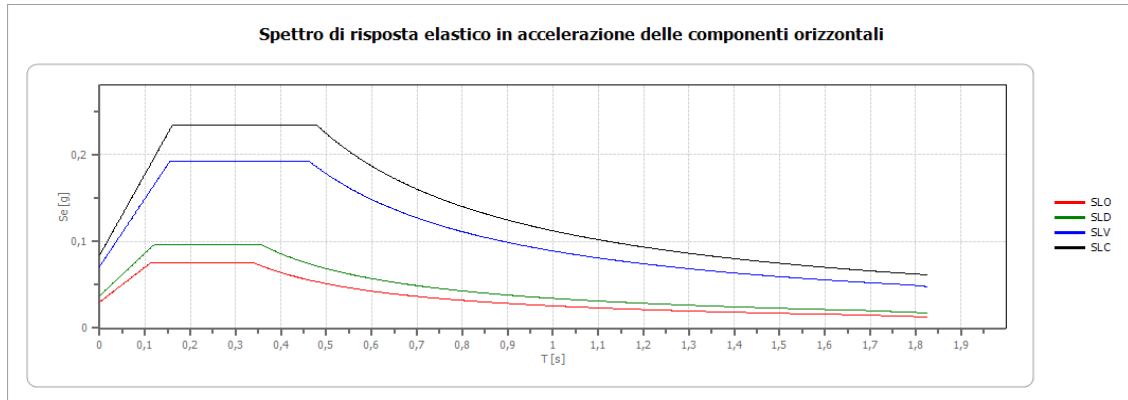
#### Categoria topografica

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°.

<b>COEFFICIENTI SISMICI STABILITA' DI PENDII E FONDAZIONI</b>				
<b>Coefficienti</b>	<b>SLO</b>	<b>SLD</b>	<b>SLV</b>	<b>SLC</b>
<b>kh</b>	0,006	0,007	0,014	0,017
<b>kv</b>	0,003	0,004	0,007	0,008
<b>Amax [m/s<sup>2</sup>]</b>	0,295	0,366	0,699	0,826
<b>Beta</b>	0,200	0,200	0,200	0,200



## Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag	F0	Tc*	Ss	Cc	St	S	$\eta$	TB	TC	TD	Se(0)	Se(TB)
		[g]	[-]	[s]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[s]	[s]	[g]	[g]
<b>SLO</b>	1,5	0,020	2,515	0,184	1,500	1,840	1,000	1,500	1,000	0,113	0,339	1,680	0,030	0,076
<b>SLD</b>	1,5	0,025	2,574	0,201	1,500	1,780	1,000	1,500	1,000	0,119	0,358	1,699	0,037	0,096
<b>SLV</b>	1,5	0,047	2,696	0,295	1,500	1,570	1,000	1,500	1,000	0,154	0,463	1,790	0,071	0,192
<b>SLC</b>	1,5	0,056	2,776	0,312	1,500	1,540	1,000	1,500	1,000	0,160	0,480	1,825	0,084	0,234

## Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50

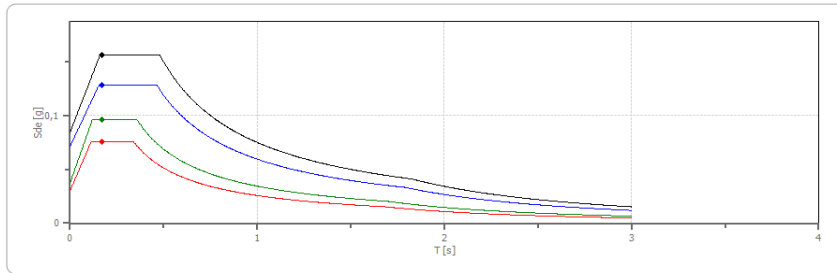
Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50

Periodo fondamentale T: 0,17[s]

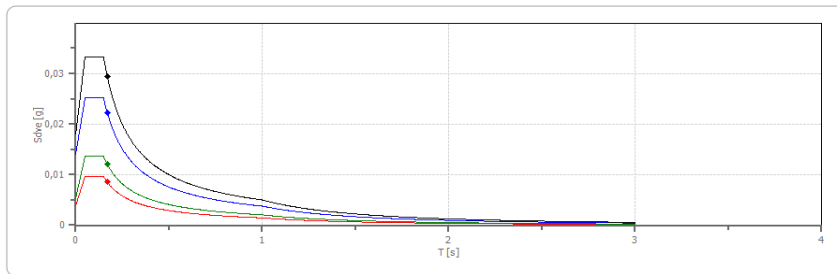
	<b>SLO</b>	<b>SLD</b>	<b>SLV</b>	<b>SLC</b>
k <sub>hi</sub> = S <sub>de</sub> (T) Orizzontale [g]	0,076	0,096	0,128	0,156
k <sub>v</sub> = S <sub>dve</sub> (T) Verticale [g]	0,008	0,012	0,022	0,029



Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag	F0	Tc*	Ss	Cc	St	S	q	TB	TC	TD	Sd(0)	Sd(TB)
		[g]	[-]	[s]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[s]	[s]	[g]	[g]
SLO orizzontale	1,5	0,020	2,515	0,184	1,500	1,840	1,000	1,500	1,000	0,113	0,339	1,680	0,030	0,076
SLO verticale	1,5	0,020	2,515	0,184	1,500	1,840	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,004	0,010
SLD orizzontale	1,5	0,025	2,574	0,201	1,500	1,780	1,000	1,500	1,000	0,119	0,358	1,699	0,037	0,096
SLD verticale	1,5	0,025	2,574	0,201	1,500	1,780	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,005	0,014
SLV orizzontale	1,5	0,047	2,696	0,295	1,500	1,570	1,000	1,500	1,500	0,154	0,463	1,790	0,071	0,128
SLV verticale	1,5	0,047	2,696	0,295	1,500	1,570	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,014	0,025
SLC orizzontale	1,5	0,056	2,776	0,312	1,500	1,540	1,000	1,500	1,500	0,160	0,480	1,825	0,084	0,156
SLC verticale	1,5	0,056	2,776	0,312	1,500	1,540	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,018	0,033



Il rispetto dei vari stati limite viene considerato conseguito dalle NTC:

- nei confronti di tutti gli Stati Limite Ultimi (SLU) quando siano soddisfatte le verifiche al solo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).
- nei confronti di tutti gli Stati Limite di Esercizio (SLE) quando siano soddisfatte le verifiche al solo Stato Limite di Danno (SLD).



## 7.0 LITOSTRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO

I dati seguenti sono stati desunti dall'indagine geognostica specifica condotta, debitamente interpretati ed elaborati alla luce della normativa nazionale e sulla base di precedenti esperienze professionali; si ritiene che i risultati dell'indagine siano sufficientemente rappresentativi delle caratteristiche litologico - geotecniche del terreno indagato, il quale risulta caratterizzato da una stratigrafia media del sottosuolo come descritto nel seguito.

### 7.1 Modello geologico di riferimento

Il modello geologico del sito si basa sulle risultanze dell'indagine geognostica e sismica.

UNITA'	Prof. Strato (m)	Tipo	Nspt	Descrizione
A	0,9	Incoerente	5,62	RIPORTO
B	3	Incoerente - coesivo	3	LIMI SABBIOSI
C	5,1	Incoerente	13,51	GHIAIA E SABBIA
D	6	Incoerente	10,99	SABBIA CON GHIAIA

Sulla base delle resistenze e dell'andamento delle verticali penetrometriche possono essere distinti i seguenti strati da piano campagna:

UNITA' GEOTECNICA A da 0,00 a 0,90 m da p.c.

Riporto indifferenziato costituente il piano campagna.

Caratteristiche geotecniche mediocri con valori medi di  $N_{spt} \leq 12$  c/p (colpi punta).

Si possono assegnare i seguenti parametri geotecnici medi:

<i>Peso di volume naturale (t/mc)</i>	$\gamma = 1,90$
<i>Angolo di resistenza al taglio (°gradi)</i>	$\phi^\circ = 26^\circ$
<i>Coesione non drenata <math>C_u</math> (kg/cmq)</i>	$C_u = 0,50$
<i>Densità relativa (%)</i>	$D_r = 40-45\%$



<i>Classificazione AGI</i>	Da poco a moderatamente addensato
<i>Modulo di Young (kg/cmq)</i>	E=150
<i>Modulo Edometrico (kg/cmq)</i>	E =50
<i>Modulo di Poisson (kg/cmq)</i>	P =-
<i>Modulo di reazione K<sub>0</sub></i>	K <sub>0</sub> =-

UNITA' GEOTECNICA B da 0,90 a 3,00 m da p.c.

LIMI SABBIOSI – ARGILLOSI SATURI DALLA QUOTA DI 0,95 m DA P.C.

Caratteristiche geotecniche scadenti con valori medi di  $N_{spt} \leq$  di 3 c/p (colpi punta).

Si possono assegnare i seguenti parametri geotecnici medi:

<i>Peso di volume naturale (t/mc)</i>	$\gamma = 1,60$
<i>Peso di volume saturo (t/mc)</i>	$\gamma_{sat} = 1,80$
<i>Angolo di resistenza al taglio (°gradi)</i>	$\phi^\circ = 24^\circ$
<i>Coesione non drenata Cu (kg/cmq)</i>	Cu = 0,20
<i>Densità relativa (%)</i>	Dr = -
<i>Classificazione AGI</i>	Molle o poco consistente
<i>Modulo di Young (kg/cmq)</i>	E=40
<i>Modulo Edometrico (kg/cmq)</i>	E =50
<i>Modulo di Poisson (kg/cmq)</i>	P =-
<i>Modulo di reazione K<sub>0</sub></i>	K <sub>0</sub> =-

UNITA' GEOTECNICA C da 3,00 a 5,10 m da p.c.

GHIAIA CON SABBIA MODERATAMENTE ADDENSATA SATURA

Caratteristiche geotecniche discrete con valori medi di  $N_{spt} \leq$  di 25 c/p (colpi punta).



Si possono assegnare i seguenti parametri geotecnici medi:

<i>Peso di volume naturale (t/mc)</i>	$\gamma = 1,95$
<i>Peso di volume saturo (t/mc)</i>	$\gamma_{sat} = 2.20$
<i>Angolo di resistenza al taglio (°gradi)</i>	$\phi = 33^\circ$
<i>Coesione non drenata <math>C_u</math> (kg/cmq)</i>	$C_u = 0,00$
<i>Densità relativa (%)</i>	$Dr = 45-55\%$
<i>Classificazione AGI</i>	Da moderatamente addensato ad addensato
<i>Modulo di Young (kg/cmq)</i>	$E = 240$
<i>Modulo Edometrico (kg/cmq)</i>	$E = 68$
<i>Modulo di Poisson (kg/cmq)</i>	$\mu = 0,31$
<i>Modulo di reazione <math>K_0</math></i>	$K_0 = 4,00$

UNITA' GEOTECNICA D da 5,10 a 6,00 m da p.c.

SABBIE CON GHIAIA

Caratteristiche geotecniche sufficienti con valori medi di  $N_{spt} \leq$  di 12 c/p (colpi punta).

Si possono assegnare i seguenti parametri geotecnici medi:

<i>Peso di volume naturale (t/mc)</i>	$\gamma = 1,80$
<i>Peso di volume saturo (t/mc)</i>	$\gamma_{sat} = 2.00$
<i>Angolo di resistenza al taglio (°gradi)</i>	$\phi = 30^\circ$
<i>Coesione non drenata <math>C_u</math> (kg/cmq)</i>	$C_u = 0,00$
<i>Densità relativa (%)</i>	$Dr = 30-40\%$
<i>Classificazione AGI</i>	Da poco addensato a moderatamente addensato
<i>Modulo di Young (kg/cmq)</i>	$E = 140$



<i>Modulo Edometrico (kg/cm<sup>q</sup>)</i>	E =50
<i>Modulo di Poisson (kg/cm<sup>q</sup>)</i>	P =0,33
<i>Modulo di reazione K<sub>0</sub></i>	K <sub>0</sub> =2,50



## 8.0 CONCLUSIONI

Lo studio ha permesso di definire la natura e le caratteristiche dei terreni presenti nell'area esaminata; in particolare in corrispondenza dell'area d'intervento sono presenti riporti indifferenziati sino a profondità di 0,90 m da quota piazzale interno, seguiti da depositi naturali incoerenti prevalentemente sabbie e ghiaie da addensate a ben addensate di natura fluviale, che nel complesso possiedono buone caratteristiche geotecniche oltre la profondità di 3,00 m.

Sulla base delle considerazioni svolte nei paragrafi precedenti di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico, sismico e delle indagini realizzate nell'area in oggetto si traggono le seguenti conclusioni:

- ✓ le indagini eseguite mostrano una significativa omogeneità della litostratigrafia dell'area esaminata sia per quanto attiene l'area di intervento del nuovo locale soffianti che nell'area a margine della vasca di sedimentazione;
- ✓ la geomorfologia dell'area, limitatamente alla zona interessata dagli interventi, risulta esente da fenomeni in rapida evoluzione geomorfologica in atto che pregiudichino la stabilità dei luoghi e la buona riuscita delle opere in progetto. Si rammenta la vicinanza con la sponda del torrente Rile e di fatto anche in parte con la fascia di rispetto del reticolo idrico minore;
- ✓ all'atto delle prove in sito il livello piezometrico della falda è stato misurato direttamente per le profondità indagate; esso si situa a profondità superiori a 0,95 m da p.c. internamente ai depositi alluvionali; come già precedentemente citato, nel corso dell'anno tale livello piezometrico è soggetto a variazioni rispetto alla misura rilevata e perciò soggetto a possibile innalzamento durante la stagione autunnale e primaverile a seguito di periodi particolarmente piovosi o intensi eventi meteorici;
- ✓ l'area in oggetto ricade nello scenario di microzonazione sismica individuato come Z4a "Zone di pianura con presenza di depositi granulari e coesivi" con fattore di amplificazione (Fa) inferiore al valore di soglia comunale DGR 1566/2005;
- ✓ le fondazioni dovranno essere impostate in corrispondenza del terreno naturale ed in nessun caso su materiale riportato o rimaneggiato. Si raccomanda



pertanto di evitare rimaneggiamenti o deterioramento del terreno di fondazione prima della messa in opera delle fondazioni, al fine di evitare cedimenti o assestamenti non prevedibili. La tipologia e la geometria delle fondazioni dovranno essere dimensionate sulla base di apposita relazione geotecnica a firma di professionista abilitato;

- ✓ la natura litologica dei depositi superficiali (ghiaie e sabbie prevalenti) conferiscono agli acquiferi un grado di vulnerabilità all'inquinamento elevato; sarà dunque importante verificare le modalità di realizzazione di eventuali nuove strutture interrato che prevedano lo stoccaggio o la circolazione di fluidi potenzialmente inquinanti quali: scarichi, fognature e cisterne interrato;
- ✓ in ogni caso il piano di imposta delle fondazioni dovrà essere ad una profondità tale da superare lo strato di terreno vegetale di copertura, che cambia di volume per effetto della variazione di contenuto d'acqua capillare stagionale, sensibile alle azioni di gelo e disgelo;
- ✓ sulla base dell'indagine sismica eseguita il valore della velocità di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità ( $V_{s30}$ ) nei terreni interessati dall'intervento in oggetto è pari a 292 m/sec, pertanto la categoria di appartenenza del litotipo equivalente è la C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa  $c_{u30}$  compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fine);
- ✓ attività di scavo e movimentazione materiali dovranno essere condotte secondo i criteri, requisiti e condizioni previste dalla vigente normativa (D.M. 161/12 e s.m.i).

Dalle considerazioni espone nei paragrafi precedenti e dall'esame delle condizioni geomorfologiche, geologiche dell'area e dei depositi indagati con indagine in sito, si può dedurre che le caratteristiche dell'area in oggetto appaiono compatibili con la destinazione d'uso prevista, adottando le prescrizioni sin qui espone.

Il presente elaborato è stato redatto in ottemperanza ai contenuti del DM 14/01/2008 e contempla i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica ivi prescritti,



costituendo documento idoneo per il rilascio della concessione edilizia sulla base del progetto di costruzione ad esso allegato.



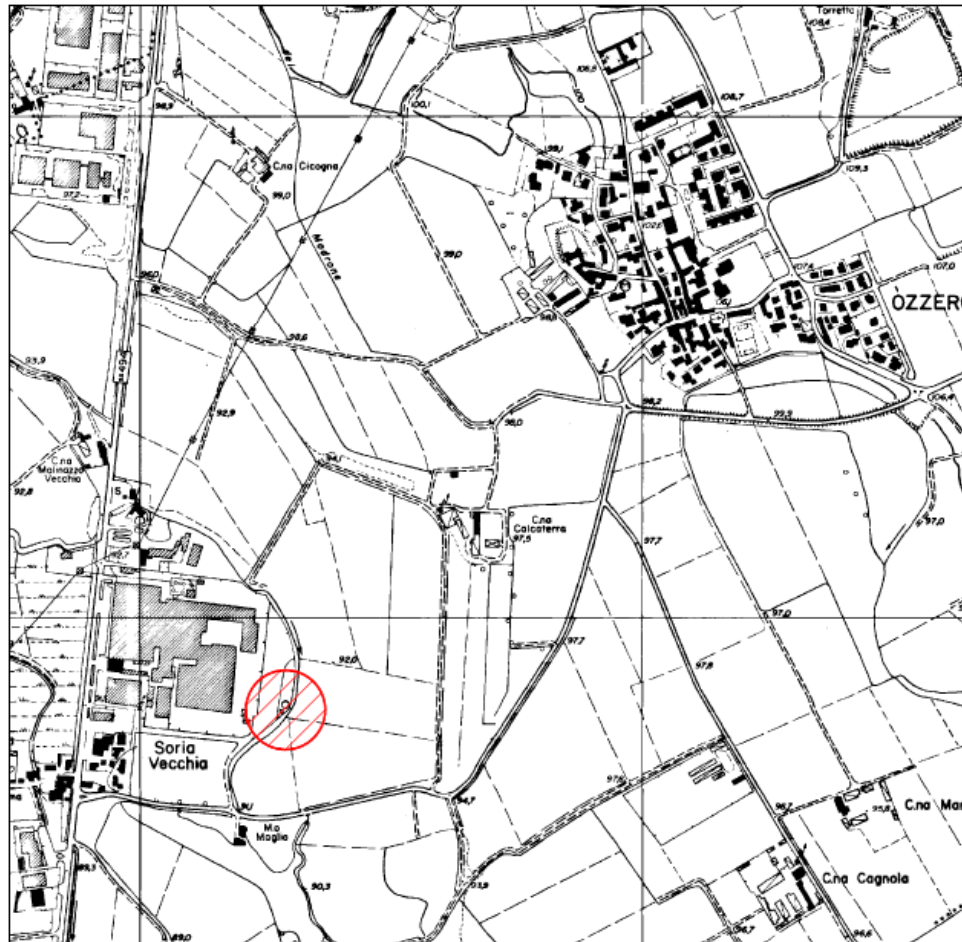
## **ALLEGATI**



## **ALLEGATO 1**

### **Corografia dell'area**







## **ALLEGATO 2**

### **Planimetria del sito con ubicazione opere da realizzarsi e indagini geognostiche condotte**



## **ALLEGATO 3**

### **Log prove penetrometriche**

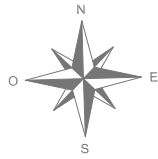


LEGENDA

● PROVE PENETROMETRICHE

+ INDAGINE SISMICA (MASW)

— OPERE DA REALIZZARE



ROGGIA RILE

+ 92,10 m

ACQUO FERRACETICO

COLLETTORE DAL CENTRO ABITATO

+ 92,00 m

SCARICO LINEA 1

MANDATA LINEA 1

MANDATA LINEA 2

RICOPIRO FINALE

SCARICO LINEA 2

ROGGIA RILE

+ 92,00 m

+ 92,00 m

+ 92,00 m

SCPT2

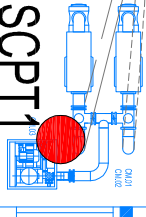


+ MASW

COLLETTORE DA ZONA INDUSTRIALE

+ 92,00 m

SCPT1



H2O

H2O

+ 92,90 m

+ 92,90 m

+ 92,00 m

F



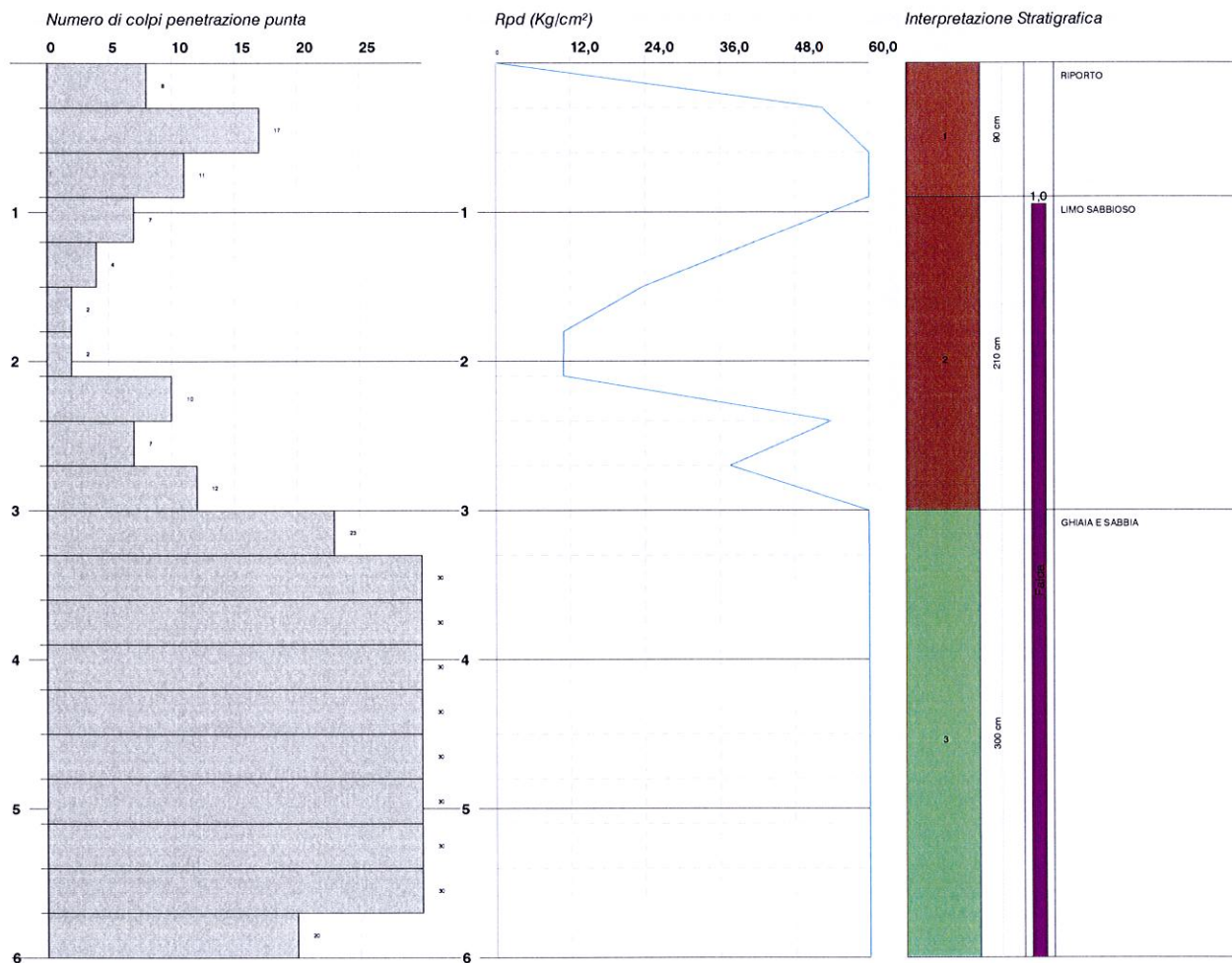
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT 1**

Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Committente: CAP HOLDING SPA  
Cantiere: DEPURATORE COMUNALE DI OZZERO (MI)  
Località: Via L. Galvani Ozzero (MI)

Data: 09/01/2014

Scala 1:50





**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT 2**  
**Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)**

Committente: CAP HOLDING SPA  
Cantiere: DEPURATORE COMUNALE DI OZZERO (MI)  
Località: Via L. Galvani Ozzero (MI)

Data: 09/01/2014

Scala 1:50

