

COMUNE DI  
**MILANO**  
VIA MACCONAGO 24-36

**PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO  
AI SENSI DELLA L.R. 12/2005**



Elaborato:

**M**

Oggetto:

**RELAZIONE GEOLOGICA**

IL PROPONENTE

Fondazione  
Leonardo Del Vecchio  
P.zza San Fedele 2  
20121 Milano

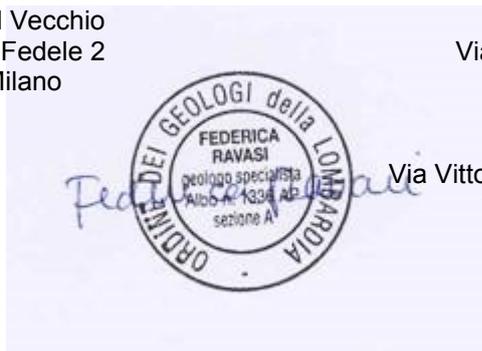
IL PROGETTISTA

Gian Primo Doro  
Via San Martino 10  
tel. 0362 74652

Architetto  
20821 Meda (MB)  
gpdoro@hotmail.it

Federica Ravasi  
Via Vittorio Emanuele 46  
tel. 039 6085056

Geologo  
20871 Vimercate (MB)  
federica.ravasi@gmail.com



Data: Aprile 2019

Fondazione  
Leonardo Del Vecchio  
P.zza San Fedele 2  
20121 Milano

**COMUNE DI MILANO**

**PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO  
AI SENSI DELLA L.R. 12/2005  
VIA MACCONAGO 24 - 36**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

## INDICE

1.	PREMESSA	1
2.	RIFERIMENTO NORMATIVO	1
3.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	2
4.	STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE	3
5.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	5
5.1.	Stratigrafia di dettaglio	7
6.	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	8
7.	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	8
7.2.	Caratteristiche piezometriche	8
7.3.	POZZI E PIEZOMETRI LIMITROFI	9
8.	INDAGINE SISMICA	10
8.1.	Inquadramento sismico	10
8.2.	Analisi di primo livello – Carta della Pericolosità Sismica Locale	11
8.3.	La prova sismica tipo MASW	11
8.4.	Calcolo delle Vs,eq0 e definizione della Categoria di Suolo	12
8.5.	Esecuzione della verifica a liquefazione	14
9.	INDAGINI IN SITO	14
9.1.	Prove DPSH	14
9.1.1	Ubicazione delle prove DPSH	15
9.1.2	Risultati delle prove DPSH	15
9.2.	Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	16
9.2.1	Modalità di esecuzione delle prove SPT	16
9.2.2	Risultati delle prove SPT	17
9.2.3	Prova in foro tipo Lefranc	18
9.2.3.1	Modalità di interpretazione	18
9.2.3.2	Analisi dei risultati	19
9.3.	Modello geologico e geotecnico	20
9.3.	Elaborazione della prova	20



## TAVOLE

Tav. 1 - Ubicazione delle indagini geognostiche

## ALLEGATI

All. 1 - Stratigrafia e riprese fotografiche sondaggio geognostico;

All. 2 - Prova in foro di permeabilità tipo Lefranc;

All. 3 - Registrazione e tabulati prove penetrometriche DPSH;

All. 4 - Report e elaborazione prova sismica Masw.

## ANNESI

Anx. 1 - Report indagine ambientale preliminare.

## INDICE DELLE FIGURE

- Figura 1 - Foto area della zona in esame; il segnaposto rosso indica la posizione di accesso alla proprietà. \_\_\_\_\_ 2*
- Figura 2 - Stralcio della Carta dei Vincoli del comune di Milano (PGT comunale, Tav. G04, ottobre 2012); nel riquadro rosso l'area di studio. \_\_\_\_\_ 3*
- Figura 3 - Stralcio della Carta della Fattibilità Geologica del comune di Milano (PGT comunale, Tav. G06, ottobre 2012); nel cerchio rosso l'area di studio. \_\_\_\_\_ 4*
- Figura 4 - Stralcio della Carta Litologica del comune di Milano (PGT comunale, Tav. G01, ottobre 2012); nel riquadro rosso l'area di studio. \_\_\_\_\_ 6*
- Figura 6 - Stralcio della Carta idrogeologica del comune di Milano (PGT comunale, Tav. G02, ottobre 2012); nel riquadro rosso l'area di studio. \_\_\_\_\_ 9*
- Figura 7 - Stralcio della cartografia WebGIS del catasto pozzi della Provincia di Milano (SIA); nel cerchio rosso è indicata la zona di studio, con il pallino sono indicati i pozzi e con il quadrato i piezometri nelle vicinanze. \_\_\_\_\_ 10*
- Figura 8 - Stralcio della Carta della Pericolosità Sismica Locale del comune di Milano (PGT comunale, Tav. G03, ottobre 2012); l'area di studio è indicata dal segnaposto rosso, mentre nei cerchi tondi sono indicate le prove MASW. \_\_\_\_\_ 11*

## INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1 – Tabella riassuntiva della stratigrafia riscontrata nel piezometro 0151463126.</i>	7
<i>Tabella 2 - Categorie di sottosuolo (D.M. 17.01.2018).</i>	13
<i>Tabella 5 - Caratteristiche tecniche della macchina penetrometrica utilizzata.</i>	14
<i>Tabella 6 - Registrosioni prove penetrometriche Febbraio 2019.</i>	16
<i>Tabella 5 - Fattori di correzione proposti da Skempton.</i>	21
<i>Tabella 6 - parametri geotecnici prova 1.</i>	22
<i>Tabella 7 – parametri geotecnici prova 2.</i>	22
<i>Tabella 8 – parametri geotecnici prova 3.</i>	23
<i>Tabella 9 - parametri geotecnici prova 4.</i>	23
<i>Tabella 10 - parametri geotecnici prova 5.</i>	23
<i>Tabella 11- parametri geotecnici prova 6.</i>	23
<i>Tabella 12- valori medi dei parametri geotecnici per le unità individuate nel modello geotecnico</i>	24



## 1. PREMESSA

La presente RELAZIONE, redatta per conto della Fondazione Leonardo del Vecchio srl, ha come scopo la caratterizzazione geologica, geotecnica, geomorfologica, sismica e idrogeologica dell'area sita in via Macconago 24-36 nel comune censuario di Milano, all'interno località rurale di Macconago.

La relazione è a corredo al progetto di realizzazione di alcune nuove struttura fuori terra e della ristrutturazione dei corpi di fabbrica esistenti, per i dettagli si rimanda alla relazione tecnica del Progettista incaricato.

## 2. RIFERIMENTO NORMATIVO

- *Decreto Ministeriale 17.01.2018* 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 n. 617*;
- 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;
- *Decreto ministeriale 11/03/1988*;

**Aprile 2019**

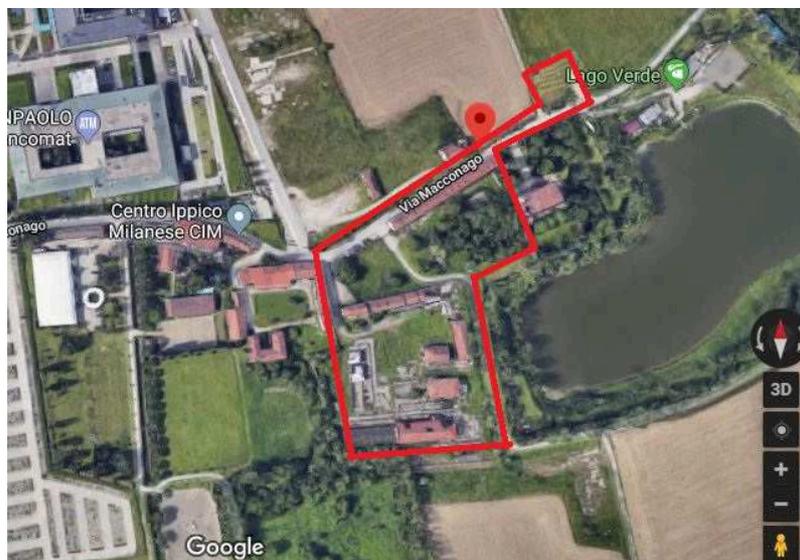
- *D.g.r 30 marzo 2016 – n.X/5001 – Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l’esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (art. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015).*

### 3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L’area oggetto di studio è ubicata nel comune di Milano nella porzione sud, nella località di Macconago.

Il complesso in esame è situato lungo la via Macconago 24-36, la quale costituisce l’unico accesso al sito.

L’area è contornata principalmente da aree verdi prative destinate a colture mentre a Est è presente un piccolo “Lago Verde” destinato alla pesca sportiva mentre a Ovest confina con il Centro Ippico Milanese (Figura 1).



**Figura 1** – Foto area della zona in esame; il segnaposto rosso indica la posizione di accesso alla proprietà.

L’area di studio insiste sui mappali 3, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 26, 28, 29, 30, 31, 32 del foglio 672 del comune di Milano e sulla tavola “B6c4 San Donato Milanese” della Cartografia Tecnica Regionale alla scala 1:10.000.

Da questa si ricava che altimetricamente l'area è ubicata ad una quota topografica media pari a circa 104 m s.l.m.

Le coordinate geografiche dell'area sono:

<b>Latitudine</b>	45.414271
<b>Longitudine</b>	9.211165

## 4. STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE

Dall'analisi del Piano di Governo del Territorio del comune di Milano sono stati tratti gli stralci della cartografia e la descrizione delle legende di seguito riportate che mostrano la situazione riguardante i vincoli comunali e la fattibilità geologica relativa alla zona di studio (Figura 2, Figura 3).

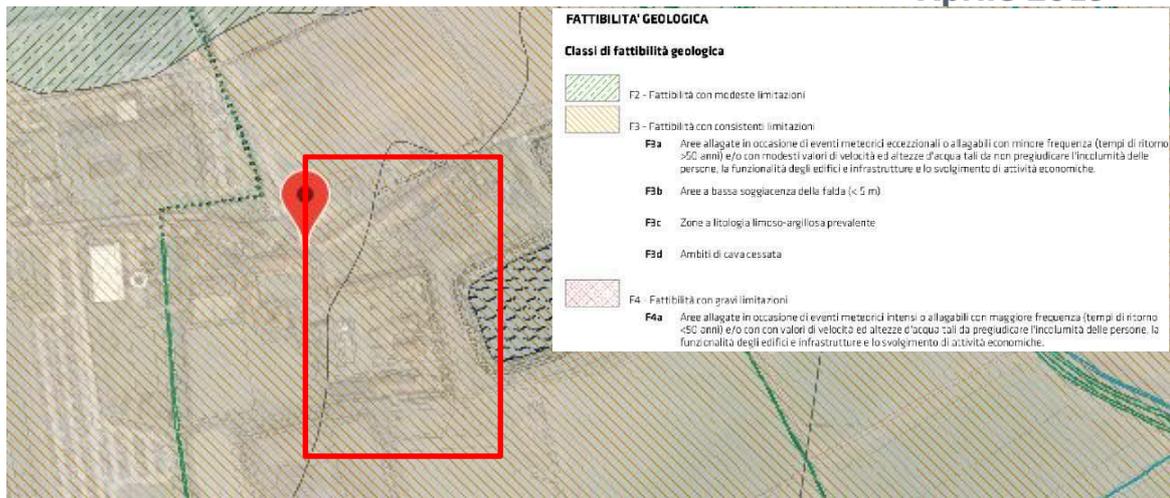
### Acque superficiali

Scoperto	Tomitato	
		Reticolo idrico principale
		Reticolo idrico minore demaniale
		Reticolo idrico minore gestito da altri soggetti
		Reticolo idrico consortile
		Fasce di rispetto
		Specchi d'acqua



**Figura 2** - Stralcio della Carta dei Vincoli del comune di Milano (PGT comunale, Tav. G04, ottobre 2012); nel riquadro rosso l'area di studio.





**Figura 3** - Stralcio della Carta della Fattibilità Geologica del comune di Milano (PGT comunale, Tav. G06, ottobre 2012); nel cerchio rosso l'area di studio.

Di seguito si riporta uno stralcio delle norme tecniche di fattibilità geologica descritte nel PGT comunale del 2012 per la classe in cui ricade la zona di interesse.

### CLASSE III – Fattibilità con consistenti limitazioni

In particolare la zona ricade nelle zone 3b - Aree a bassa soggiacenza della falda acquifera e 3c - Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche del primo orizzonte.

#### 3b:

“Sono aree che presentano una soggiacenza dell’acquifero superficiale inferiore a 5 metri da piano campagna. Per queste aree quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo insediamento sia civile che industriale, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura. Sono da prevedere interventi di regimazione idraulica per lo smaltimento delle acque superficiali e sotterranee. Qualora venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D. Lgs 152/06, dovranno essere previsti interventi di bonifica”

#### 3c:



**Aprile 2019**

“Sono aree aventi scadenti caratteristiche geotecniche del primo orizzonte litologico. Per gli interventi edificatori ammissibili si rendono necessarie indagini geologico – tecniche per la verifica delle caratteristiche litotecniche dei terreni, di capacità portante e di valutazione di stabilità dei versanti di scavo, valutazioni di compatibilità dell’intervento sull’assetto idrogeologico ed ambientale dell’area. A fronte di qualsiasi azione sono da prevedere contestualmente interventi di recupero morfologico e paesistico ambientale delle aree interessate, opere di regimazione idraulica e smaltimento delle acque superficiali e sotterranee, collettamento degli scarichi idrici in fognatura a salvaguardia della falda idrica sotterranea.”

## 5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Le notizie fondamentali per l’inquadramento geologico, idrogeologico e morfologico sono state desunte, nella gran parte, dalle note illustrative della “Carta Geologica d’Italia Foglio 45 Milano” scala 1:100.000, integrati dalla numerosa bibliografia e dalla documentazione tecnica reperita, nonché dallo studio geologici realizzati a supporto della progettazione comunale della Metropoli di Milano (Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT comunale, ottobre 2012).

L’area di studio sorge su un esiguo materasso alluvionale costituito da depositi non coesivi di età quaternaria. Tali depositi sono distinti sulla base della morfologia e dell’altimetria in tre differenti unità litostratigrafiche (litozone), dalle più recenti ai più antiche con granulometria decrescente:

### Litozona ghiaioso – sabbiosa:

costituita prevalentemente da ghiaie e sabbie talora conglomeratiche, con intercalazioni e lenti di argilla, di deposizione continentale e fluvio-glaciale, comprendenti i sedimenti dei depositi fluvioglaciali. Questa litozona corrisponde ai depositi del Livello Fondamentale della Pianura, ai depositi terrazzati con alterazione a “ferretto” ed al ceppo. È caratterizzata da



**Aprile 2019**

depositi grossolani quali ciottoli, ghiaie e sabbie e da una tessitura caratterizzata da variazioni granulometriche decrescenti. È inoltre sede dell'acquifero libero, fortemente sfruttato dalla maggior parte dei pozzi della pianura.

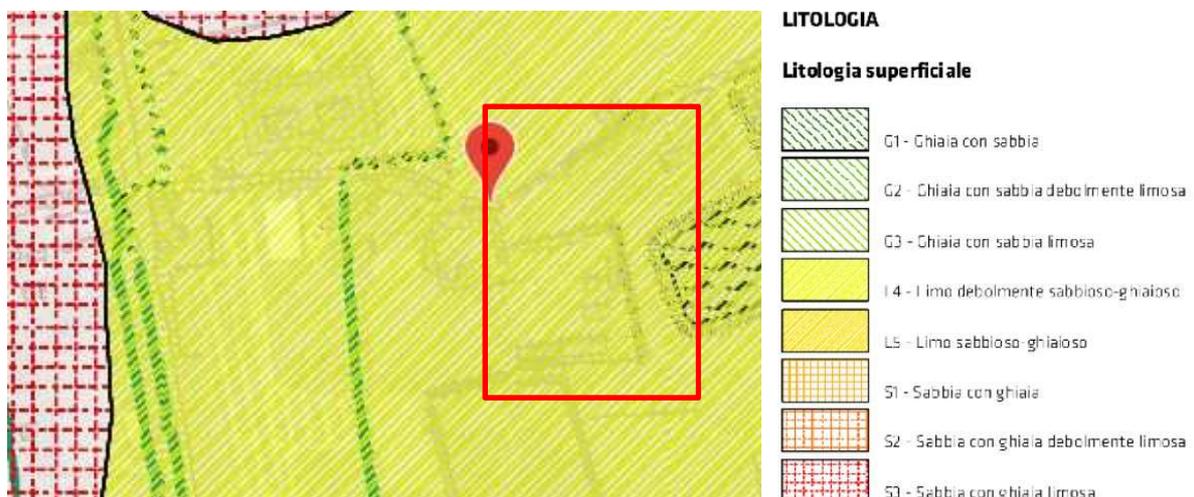
Litozona sabbioso-argillosa:

costituita da argille, argille-sabbiose, sabbie e sabbie-argillose, talora con livelli torbosi, di ambiente fluvio-lacustre, transizionale, con una profondità di circa 250 m (riferita al Villafranchiano). È caratterizzata da abbondanti ed estese lenti sabbiose che agiscono come sedi di acquiferi confinati o semiconfinati.

Litozona argillosa:

costituita da argille e limi con livelli di sabbie subordinate contenenti fossi di ambiente marino.

Analizzando la Carta Litologica del PGT comunale, litologicamente l'area rientra nella zona a limo debolmente sabbioso-ghiaioso (L4) (Figura 4).



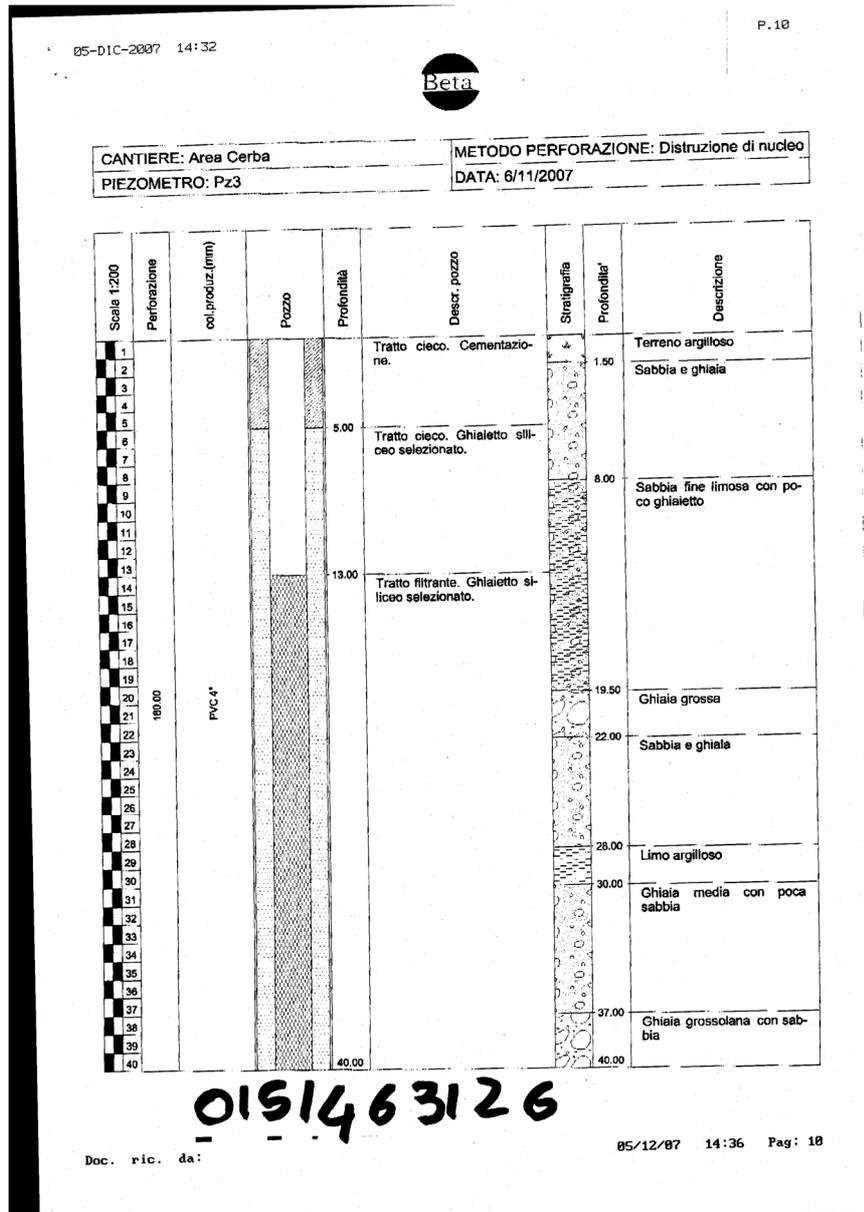
**Figura 4** – Stralcio della Carta Litologica del comune di Milano (PGT comunale, Tav. G01, ottobre 2012); nel riquadro rosso l'area di studio.



### 5.1. Stratigrafia di dettaglio

Con lo scopo di descrivere la stratigrafia locale della zona di interesse, sono stati ripresi i risultati di piezometro eseguito nel 2006 (0151463126) a distruzione di nucleo e spinto alla profondità di 40,00 m dal piano campagna (Tabella 1).

**Tabella 1** – Tabella riassuntiva della stratigrafia riscontrata nel piezometro 0151463126.



Comune di Milano - Prot. 18/06/2019.0269102.E. - Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Milano

## **6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**

La zona in oggetto occupa un territorio pianeggiante e regolare, degradante verso Sud, e si colloca in un contesto a vocazione residenziale e agricola.

L'area rientra nella vasta Pianura Milanese che costituisce il nucleo centro-occidentale della Pianura Padana, in prossimità del suo margine, definito morfologicamente verso W dall'incisione valliva del fiume Ticino.

Il settore oggetto di analisi è profondamente legato ai grandi fenomeni di esondazione quaternaria, caratterizzati dai depositi alluvionali dei grandi apparati fluviali che lo circondano: il fiume Ticino ad Ovest e il fiume Adda a Est.

Le successive fasi di erosione fluviale hanno approfondito in gran parte la piana quaternaria, infatti, nella porzione meridionale del territorio di Milano si riconoscono ancora alcune propaggini di terrazzamenti che delimitano fasce fluviali ormai abbandonate (fascia di Chiaravalle) o ancora attive (fasce del fiume Lambro Meridionale e del fiume Lambro).

Esternamente all'abitato di via Macconago sono presenti aree caratterizzati da prati stabili e aree agricole dove prevalgono le colture cerealicole e colture arboree.

## **7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

L'assetto idrogeologico della zona di studio segue la struttura descritta nel capitolo precedente "Inquadramento geologico": la litozona ghiaioso-sabbiosa è sede dell'acquifero libero, mentre le litozone sottostanti a prevalente composizione sabbioso-argillosa e argillosa sono sede di acquiferi semiconfinati e confinati.

### **7.2. Caratteristiche piezometriche**



**Aprile 2019**

La ricostruzione delle variazioni dei livelli piezometrici è stata possibile grazie ai dati estrapolati dalle tavole del PGT del comune di Milano.

Nell'area in esame, il flusso idrico sotterraneo ha un andamento diretto circa Nord Nord Ovest - Sud Sud Est, la quota piezometrica stimata è di circa 99 m s.l.m. e la soggiacenza pari a 4-5 m (Figura 5).

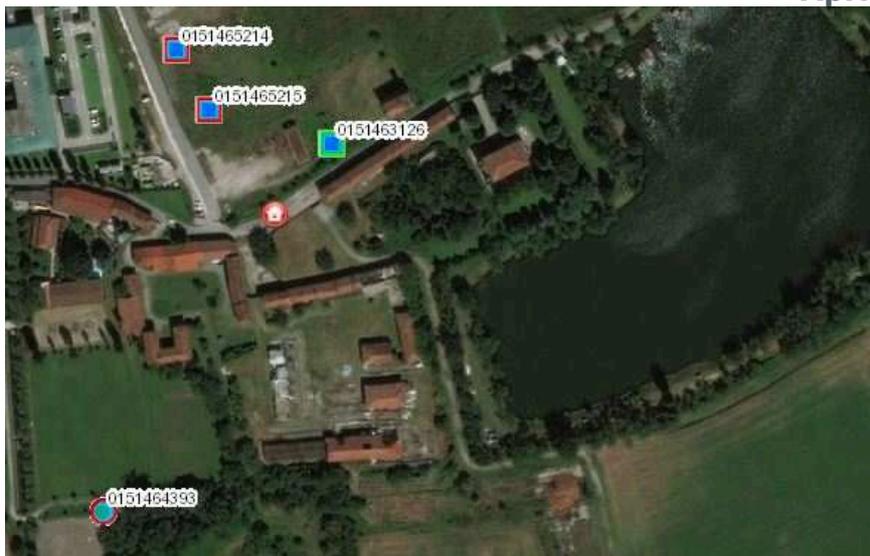


**Figura 5** – Stralcio della Carta idrogeologica del comune di Milano (PGT comunale, Tav. G02, ottobre 2012); nel riquadro rosso l'area di studio.

### **7.3. POZZI E PIEZOMETRI LIMITROFI**

Dall'analisi della cartografia web della Provincia di Milano (SIA sistema informativo ambiente) si può notare che nell'area che circonda via Macconago esiste un pozzo privato, che non presenta alcuna stratigrafia (Figura 6). Sono presenti inoltre diversi piezometri. Quello più vicino all'area di studio è fornito di una stratigrafia, utilizzata nei paragrafi precedenti.





**Figura 6** – Stralcio della cartografia WebGIS del catasto pozzi della Provincia di Milano (SIA); nel cerchio rosso è indicata la zona di studio, con il pallino sono indicati i pozzi e con il quadrato i piezometri nelle vicinanze.

## 8. INDAGINE SISMICA

### 8.1. Inquadramento sismico

Con l'entrata in vigore dell'O.P.C.M. n. 3274 del 23/03/2003, che ha classificato l'intero territorio nazionale, il territorio comunale di Milano ricade in zona sismica 4, corrispondente alla pericolosità sismica più bassa (ag convenzionale pari a 0.05 g). In seguito all'introduzione della nuova classificazione sismica del 2014, il comune è stato declassato alla zona sismica 3.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, è indispensabile valutare l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali. Sulla base dei parametri di velocità delle onde Vs entro i 30 m di profondità, è



**Aprile 2019**

possibile classificare il terreno dal piano di imposta delle fondazioni, fino ad una profondità commisurata all'estensione e all'importanza delle opere.

## 8.2. Analisi di primo livello – Carta della Pericolosità Sismica Locale

Il riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica è stata condotta a livello comunale con l'adozione della Carta di Pericolosità Sismica Locale; in questo elaborato, in corrispondenza della zona in esame, viene individuato lo scenario Z4 (Zona di pianura) passibile di amplificazioni litologiche e geometriche (Figura 7).



**Figura 7** - Stralci della Carta della Pericolosità Sismica Locale del comune di Milano (PGT comunale, Tav. G03, ottobre 2012); l'area di studio è indicata dal segnaposto rosso, mentre nei cerchi tondi sono indicate le prove MASW.

## 8.3. La prova sismica tipo MASW

L'analisi delle onde di taglio ( $V_s$ ) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismo strati e relative velocità di taglio, come riportato nella tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore  $V_{s30}$  per la sezione indagata.

Il valore di  $V_{s30}$  è riferito ai primi 30,00 m a partire dal piano campagna attuale.



Dall'interpretazione dei dati si può ricostruire la seguente situazione sismo-stratigrafica:

SISMOSTRATO 1: da p.c. a -13,50 m (Vs 226 m/s);

SISMOSTRATO 2: da -13,50 m a -19,40 m (Vs 310 m/s);

SISMOSTRATO 3: >19,4 m (Vs 535 m/s);

L'analisi ha evidenziato la presenza di 3 sismostrati di cui il primo presenta velocità piuttosto basse; il secondo e il terzo sismostrato hanno velocità che migliorano con la profondità. In base anche alla stratigrafia dei sondaggi effettuati si può interpretare tale situazione con la presenza di un primo strato costituito da materiali più fini rispetto ai restanti che si crede siano costituiti da materiali più grossolani (sabbie e ghiaie).

#### **8.4. Calcolo delle Vs,eq0 e definizione della Categoria di Suolo**

A partire dal modello sismico monodimensionale ricostruito attraverso l'indagine geofisica effettuata, è possibile calcolare il valore delle Vs,30, che rappresenta la "velocità equivalente" di propagazione fino alla profondità del bedrock sismico H (substrato con VS>800 m/s) delle onde di taglio.

Per il calcolo delle Vs,30 si fa riferimento alla seguente espressione, riportata nel D.M. 17.01.2018 ("Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni") considerando per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio definita dal parametro VS,30 ottenuto ponendo H=30 m:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove hi e VS,i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo (fino al bedrock sismico o a 30 m dalla quota di



imposta delle fondazioni), N il numero di strati e H la profondità del substrato con  $V_{s,eq} > 800$  m/s.

Utilizzando la formula sopra riportata si ottengono i seguenti valori (si è assunta come quota di calcolo [q.r.] il piano di esecuzione dello stendimento sismico e poiché il bedrock sismico è posto oltre i 30 m dal piano fondazionale=piano campagna, ai sensi delle NTC18 il valore di  $V_{s,eq}$  coincide con il valore di  $V_{s,30}$ ):

Profondità di posa delle fondazioni da q.r.	$V_{s,eq}$ [m/s]	Categoria sottosuolo
<b>0.0 m</b>	302	C

**Tabella 2** - Categorie di sottosuolo (D.M. 17.01.2018).

Categoria	Descrizione		
		$V_{s,min}$ (m/s)	$V_{s,max}$ (m/s)
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>	800	
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>	360	800
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>	180	360
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30</i>	100	180



	<i>m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.</i>		
<b>E</b>	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>		

### 8.5. Esecuzione della verifica a liquefazione

Il sito in esame presenta una accelerazione massima attesa al piano di campagna in assenza di manufatti minore di 0,1 g (0,025 considerando un suolo di tipo C g per SLD). Ai sensi del DM 17-01-2018 (rif: 7.11.3.4.2) è pertanto possibile omettere la verifica a liquefazione.

## 9. INDAGINI IN SITO

Le indagini geognostiche sono consistite nell'esecuzione di:

- prove penetrometriche DPSH
- 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo
- 1 MASW

### 9.1. Prove DPSH

Le prove DPSH sono state eseguite il giorno alla fine del mese di febbraio 2019, con penetrometro pesante tipo DL- 30 (60°), avente le seguenti caratteristiche tecniche (Tabella 3).

**Tabella 3** - Caratteristiche tecniche della macchina penetrometrica utilizzata.

Maglio	massa M [kg]	63.5
	altezza caduta H[mm]	750



Cono	angolo di apertura [°]	90
	area di base A [cm <sup>2</sup> ]	20.43
	diametro di base D [mm]	51
Aste	massa min [kg/m]	6.2
	diametro est max [mm]	32
Penetrazione	lunghezza aste [mm]	1000
	numero colpi	N <sub>20</sub>

La prova, eseguita secondo le Raccomandazioni A.G.I. (Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, 1977), consiste nell'infissione nel terreno di una punta conica, collegata ad una batteria di aste metalliche, mediante la battitura con un maglio che cade liberamente da altezza costante. Si misura il numero di colpi necessari per l'infissione della punta conica nel terreno per tratti consecutivi di lunghezza nota, ottenendo in questo modo la resistenza del terreno alla penetrazione della punta.

I tabulati di registrazione ed i diagrammi relativi sono riportati in Allegato 3.

### **9.1.1 Ubicazione delle prove DPSH**

Le prove sono state eseguite a partire dall'attuale piano di campagna, la cui quota media è stata stimata pari a circa 104 m s.l.m.

L'ubicazione delle prove è riportata in Tavola 1.

### **9.1.2 Risultati delle prove DPSH**

Le prove sono state spinte fino ad una profondità pari a circa 9,2 m da piano campagna.

Durante l'esecuzione delle prove in sito è stata rilevata la presenza della falda a circa 4,7 m dal pc (Tabella 4).



**Tabella 4** - RegISTRAZIONI prove penetrometriche Febbraio 2019.

mda.p.o.		POSTAZIONE DIN 1	POSTAZIONE DIN 2	POSTAZIONE DIN 3	POSTAZIONE DIN 4	POSTAZIONE DIN 5	POSTAZIONE DIN 6
da	a	n. colpi punta					
0,0	0,2	14	10	14	48	12	38
0,2	0,4	15	6	14	4	25	17
0,4	0,6	14	4	5	3	12	4
0,6	0,8	11	5	3	2	10	3
0,8	1,0	13	6	5	2	3	4
1,0	1,2	11	6	5	1	8	6
1,2	1,4	5	5	3	1	3	5
1,4	1,6	5	8	9	1	2	5
1,6	1,8	13	15	21	1	2	6
1,8	2,0	30	19	19	2	2	6
2,0	2,2	24	19	20	14	10	7
2,2	2,4	20	19	15	17	12	3
2,4	2,6	17	19	14	21	15	6
2,6	2,8	10	21	12	17	18	10
2,8	3,0	13	19	8	12	15	20
3,0	3,2	16	11	6	27	16	26
3,2	3,4	8	10	4	13	12	26
3,4	3,6	9	8	10	15	10	20
3,6	3,8	15	22	19	15	15	17
3,8	4,0	20	17	20	15	12	18
4,0	4,2	19	4	11	15	9	12
4,2	4,4	12	5	10	12	15	5
4,4	4,6	9	6	7	7	9	7
4,6	4,8	5	4	4	5	7	8
4,8	5,0	4	4	3	7	5	10
5,0	5,2	5	9	3	8	7	8
5,2	5,4	6	7	4	8	6	9
5,4	5,6	6	7	5	8	6	9
5,6	5,8	6	6	6	10	5	7
5,8	6,0	7	10	7	9	9	6
6,0	6,2	4	8	10	12	10	8
6,2	6,4	5	5	7	14	8	4
6,4	6,6	6	4	6	15	6	7
6,6	6,8	7	6	10	16	5	6
6,8	7,0	10	6	8	9	9	8
7,0	7,2	11	8	7	10	10	11
7,2	7,4	13	7	9	11	11	15
7,4	7,6	11	9	9	9	15	19
7,6	7,8	8	20	10	8	8	10
7,8	8,0	4		11	7	14	9
8,0	8,2	4		12	6	9	8
8,2	8,4	4		5			
8,4	8,6	8		8			
8,6	8,8	12		7			
8,8	9,0	12		10			
9,0	9,2	10		12			

Con la prova è stato possibile indagare fino a 9,2 m di profondità a partire dal piano campagna e verificare che in linea di massima è possibile identificare due unità, aventi comportamento granulare migliore con la profondità e riferibili litologicamente a sabbie limose con più o meno ghiaia.

## **9.2. Sondaggio geognostico a carotaggio continuo**

Il sondaggio è stato effettuato il 15 febbraio ed è stato spinto fino ad una profondità di 9 m dal piano campagna, è stato eseguito con l'ausilio di acqua come fluido di perforazione e a carotaggio continuo con un recupero del 100%.

All'interno del foro di sondaggio sono stati eseguite

- 3 prove SPT
- 1 prova di permeabilità di tipo Lefranc.

### **9.2.1 Modalità di esecuzione delle prove SPT**



Le prove di resistenza alla penetrazione S.P.T sono state eseguite in corrispondenza del foro di sondaggio a quote prestabilite.

La prova SPT consiste nell'infissione a percussione di un tubo campionatore a parete grossa, avente come diametro interno ed esterno rispettivamente 34,9 mm e 50 mm, e collegato alla superficie con aste diam. 50 mm.

Il dispositivo di percussione a sganciamento automatico è costituito da un maglio di 63,5 kg con altezza di caduta 76,2 cm.

Il peso complessivo della testa di battuta e dell'asta di guida risulta di 22 kg.

Le caratteristiche sono conformi alla norma ASTM 1586/67 e aggiornamenti "*penetration test and split barrel sampling of soils*".

Il campionatore è scomponibile in due metà onde facilitare l'estrazione, in cantiere, del terreno campionato.

Durante l'infissione del campionatore vengono misurati il numero dei colpi N necessari per l'avanzamento di tre tratti consecutivi di 15 cm; viene considerato ai fini della prova il valore N dalla somma degli ultimi due tratti.

Il campione prelevato viene misurato, descritto, riposto in sacchetto di plastica ed etichettato.

### **9.2.2 Risultati delle prove SPT**

I risultati delle prove sono indicati nella seguente tabella:

Profondità (m)	S1	NSPT
3.00	13-13-10	23
6.00	5-7-5	12
9.00	5-10-21	31



Nel corso delle prove S.P.T. è stata misurata l'efficienza del sistema di infissione cioè il rapporto fra l'energia teoricamente trasmessa dal maglio alle aste con un colpo e quella che invece effettivamente è stata trasmessa.

### **9.2.3 Prova in foro tipo Lefranc**

Come premesso, lungo il foro del sondaggio realizzato è stata effettuata una prova di permeabilità a circa -3,0 m dal piano campagna, come riportato nella tabella che segue:

Sondaggio	Prova n° 1 (in m da p.c.)
S1	3,00

Le prove è stata eseguita secondo la metodologia di una prova cosiddetta "tipo Lefranc".

La prova è consistita nel riempire con acqua il foro di sondaggio sino alla testa del rivestimento (di diametro D); il rivestimento viene ogni volta infisso sino ad una profondità di circa 0.50 m inferiore rispetto al fondo del foro. In questo tipo di prove si misura la velocità con la quale decresce il livello dell'acqua immessa e assorbita lungo il tratto finale non rivestito (L).

Nota la lunghezza totale del foro ( $h_0$ ), all'istante  $t_0$  in cui si sospende l'immissione dell'acqua si iniziano ad annotare i dati relativi al decremento del livello dell'acqua ad intervalli precisi di tempo, prescelti in base all'andamento della prova.

#### **9.2.3.1 Modalità di interpretazione**

Il valore del coefficiente di permeabilità (K) viene calcolato mediante l'espressione

$$K = \frac{A}{FT}$$

dove:



A = area della sezione trasversale del rivestimento;

T = tempo di riequilibrio (basic time-lag);

F = fattore di forma; viene calcolato mediante formule diverse a seconda delle situazioni stratigrafiche nonché delle differenti geometrie del tratto L; nel nostro caso vale:

$$F = \frac{3\pi L}{\ln \left[ 1.5 \frac{L}{D} + \sqrt{1 + \left( \frac{1.5L}{D} \right)^2} \right]}$$

### 9.2.3.2 Analisi dei risultati

In Allegato è contenuta la scheda di calcolo relative alla prova di permeabilità eseguita, con evidenziate le condizioni al contorno, le misure di campagna effettuate e i risultati di calcolo completati dal diagramma tempi/abbassamenti.

Qui di seguito si riporta una sintesi dei risultati ottenuti mediante l'applicazione della procedura sopra descritta:

Sondaggio e prova relativa	Profondità (m da p.c.)	k (cm/s)
Sond. 1 - prova 1	2,00	$1,48 \times 10^{-3}$

I valori del coefficiente di permeabilità che è stato desunto dall'indagine può essere definito medio-basso, in accordo con le caratteristiche litologiche dei terreni attraversati dal sondaggio geognostico, costituiti per lo più da sedimenti la cui matrice, che influenza fortemente l'attitudine di un deposito a lasciarsi attraversare dall'acqua, è prevalentemente sabbioso-limosa.

La prova, eseguita al fine di determinare la capacità disperdente del terreno alla quota di esecuzione e quindi di presunta posa di manufatti disperdenti, fornisce risultati confortanti in termini numerici; tuttavia, si



**Aprile 2019**

sconsiglia l'esecuzione degli stessi (pozzi ad es.) poiché l'oscillazione stagionale della falda potrebbe interferire con le opere e non garantire un franco di sicurezza adeguato.

### **9.3. Modello geologico e geotecnico**

Le prove penetrometriche e le prove in foro Spt hanno permesso di delineare l'assetto geologico e geotecnico del terreno indagato. Facendo riferimento alle correlazioni di Gibbs H. J., Holtz W. G. (1957) e Schmentmann J. H. (1977) per il calcolo della densità relativa e per la stima dell'angolo di resistenza al taglio, è stato possibile determinare le caratteristiche geotecniche dei terreni a granulometria eterogenea relativi agli orizzonti superficiali presenti in sito.

Sono state individuate due unità geotecniche sulla base dei dati elaborati così come di seguito:

- **Unità geotecnica R:** è individuata in corrispondenza dello strato più superficiale, è riconducibile ad un terreno di riporto. Assume spessori massimi pari a circa 1,2 m. Nspt medio circa 20 colpi;
- **Unità geotecnica A1:** si riconosce alla base dell'unità precedente ed intercalato alla successiva unità A2, è riconducibile ad una sabbia e limo con ghiaia. Presenta uno spessore medio di circa 1,0 m anche minore se in forma lenticolare. Nspt medio 6 colpi;
- **Unità geotecnica A2:** si riconosce alla base dell'unità precedente ed è riconducibile ad una sabbia con ghiaia. Assume uno spessore medio di circa 1,4 m. Nspt medio 13 colpi.

### **9.3. Elaborazione della prova**

I valori di resistenza alla penetrazione dinamica ricavati dalle prove in sito sono stati normalizzati in funzione della profondità, del tipo di attrezzatura utilizzata e delle caratteristiche granulometriche generali dei terreni, secondo la seguente equazione

$$N'(60) = NSPT * 1.08 * Cr * Cd * Cn$$



- dove: **N'(60)** = valore di resistenza normalizzato;
- Cr** = fattore di correzione funzione della profondità;
- Cd** = fattore di correzione funzione del diametro del foro;
- Cn** = fattore di correzione funzione della granulometria del terreno;
- 1,08** = valore di correzione funzione delle caratteristiche di restituzione dell'energia sviluppata dall'attrezzatura;

Infatti, a partire dai colpi di N<sub>spt</sub> e delle tensioni litostatiche, sono stati ottenuti i valori di N<sub>60</sub> (ovvero il valore corretto per le procedure esecutive) tramite la formula:

$$N_{60} = N_{SPT} * \left( \frac{ERr}{60} \right)$$

dove N<sub>spt</sub> è il valore misurato sul campo e ERr è il valore energetico di riferimento che per l'Italia (Plico/Nenzi) è pari al 65%. Normalizzando al 60% l'indice ERr si arriva al valore di 1.08:

$$N_{60} = N_{SPT} * 1.08$$

In seguito, moltiplicando per i fattori di correzione C<sub>R</sub>, C<sub>S</sub>, C<sub>D</sub> e C<sub>N</sub> (Tabella 5) si ottiene il valore di N'60.

**Tabella 5** - Fattori di correzione proposti da Skempton.

<b>C<sub>D</sub> (f (F))</b>			<b>C<sub>R</sub> (f (L))</b>			
F 65-115 mm	F 150 mm	F 200 mm	L 3-4m	L 4-6m	L 6-10m	L >10m
1	1.05	1.15	0.75	0.85	0.95	1

Successivamente è stata calcolata la correzione secondo le tensioni litostatiche N'60 secondo la formula:

$$N'60 = N60 * C_N * C_S * C_D * C_R$$

Dove  $C_N$  è il fattore di correzione per la tensione litostatica  $\sigma_{v0}$ :

$$C_N = \sigma'_{v0}{}^{(-n)}$$

$\sigma_{v0}$  espresso in Kg/cm<sup>2</sup> e con n pari a 0.56 secondo Jamiolkowski (1985) o pari a 0.50 secondo Baldi (1985).

I valori di N'60 ricavati da ogni prova penetrometrica sono stati elaborati con software specifici (Geostru), così da individuare le unità geotecniche (strato) e per ciascuna di queste i parametri geotecnici (Tabella 6, Tabella 7, Tabella 8, Tabella 9, Tabella 10, Tabella 11).

**Tabella 6** - parametri geotecnici prova 1.

Sintesi parametri geotecnici PROVA ... Nr.1											
Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma (KN/m <sup>2</sup> )	Gamma Saturo (KN/m <sup>2</sup> )	Fi (°)	Cu (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)
1	1,2	39,33	Incoerente	21,57	0,0	38,80	0	20,93	30,86	0,28	201,13
2	1,6	9,5	Incoerente	16,77	18,73	29,85	0	7,88	7,45	0,34	52,9
3	3,2	23,5	Incoerente	20,1	0,0	34,05	0	14,0	18,44	0,31	123,95
4	3,6	9,5	Incoerente	16,77	18,73	29,85	0	7,88	7,45	0,34	52,9
5	4,4	16,25	Incoerente	18,73	19,22	31,88	0	10,83	12,75	0,32	87,63
6	6,8	9,5	Incoerente	16,77	18,73	29,85	0	7,88	7,45	0,34	52,9
7	7,6	15,75	Incoerente	18,53	19,12	31,61	0	10,45	12,06	0,32	83,18
8	8,6	8,2	Incoerente	16,38	18,73	29,46	0	7,31	6,43	0,34	46,07
9	9,2	14,0	Incoerente	18,14	19,02	31,20	0	9,85	10,98	0,33	76,17

**Tabella 7** - parametri geotecnici prova 2.

Sintesi parametri geotecnici PROVA ... Nr.2											
Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma (KN/m <sup>2</sup> )	Gamma Saturo (KN/m <sup>2</sup> )	Fi (°)	Cu (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)
1	0,2	51,0	Incoerente	21,97	0,0	42,30	0	26,03	40,01	0,25	256,77
2	1,6	13,71	Incoerente	18,04	19,02	31,11	0	9,72	10,76	0,33	74,69
3	4,0	20,17	Incoerente	19,61	0,0	33,05	0	12,55	15,82	0,31	107,36
4	5,8	9,0	Incoerente	16,67	18,73	29,70	0	7,66	7,06	0,34	50,28
5	6,2	13,0	Incoerente	17,85	19,02	30,90	0	9,41	10,2	0,33	71,05
6	7,6	10,57	Incoerente	17,16	18,83	30,17	0	8,35	8,29	0,33	58,49
7	7,8	27,0									

**Tabella 8** – parametri geotecnici prova 3.

Sintesi parametri geotecnici PROVA ... Nr.3												
Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma (KN/m <sup>2</sup> )	Gamma Saturo (KN/m <sup>2</sup> )	Fi (°)	Cu (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)	
1	1,6	23,25	Incoerente	20,1	0,0	33,97	0	13,9	18,24	0,31	122,71	
2	0,4	16,83	Incoerente	18,93	19,22	32,05	0	11,09	13,2	0,32	90,56	
3	1,6	11,0	Incoerente	17,26	18,83	30,30	0	8,54	8,63	0,33	60,72	
4	2,8	22,83	Incoerente	20,01	0,0	33,85	0	13,71	17,91	0,31	120,62	
5	3,4	7,33	Incoerente	15,98	18,63	29,20	0	6,93	5,75	0,34	41,46	
6	4,4	13,6	Incoerente	18,04	19,02	31,08	0	9,68	10,67	0,33	74,12	
7	6,2	8,44	Incoerente	16,48	18,73	29,53	0	7,42	6,62	0,34	47,34	
8	6,4	12,0	Incoerente	17,55	18,93	30,60	0	8,98	9,41	0,33	65,9	
9	6,6	10,0	Incoerente	16,97	18,83	30,00	0	8,1	7,85	0,33	55,52	
10	8,2	13,12	Incoerente	17,95	19,02	30,94	0	9,47	10,29	0,33	71,66	
11	8,8	10,0	Incoerente	16,97	18,83	30,00	0	8,1	7,85	0,33	55,52	
12	9,2	13,5	Incoerente	18,04	19,02	31,05	0	9,63	10,59	0,33	73,61	

**Tabella 9** - parametri geotecnici prova 4.

Sintesi parametri geotecnici PROVA ... Nr.4												
Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma (KN/m <sup>2</sup> )	Gamma Saturo (KN/m <sup>2</sup> )	Fi (°)	Cu (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)	
1	0,2	245,0	Incoerente	24,52	24,52	100,50	0	110,88	192,21	0,01	1122,67	
2	2,0	5,0	Incoerente	15,1	18,53	28,50	0	5,91	3,92	0,34	28,94	
3	4,4	18,08	Incoerente	19,12	19,32	32,42	0	11,63	14,18	0,32	96,87	
4	5,6	12,0	Incoerente	17,55	18,93	30,60	0	8,98	9,41	0,33	65,9	
5	7,4	17,0	Incoerente	18,73	19,22	31,80	0	10,72	12,55	0,32	86,36	
6	8,2	11,75	Incoerente	17,55	18,93	30,52	0	8,87	9,22	0,33	64,61	

**Tabella 10** - parametri geotecnici prova 5.

Sintesi parametri geotecnici PROVA ... Nr.5												
Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma (KN/m <sup>2</sup> )	Gamma Saturo (KN/m <sup>2</sup> )	Fi (°)	Cu (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)	
1	0,8	47,33	Incoerente	21,87	0,0	41,20	0	24,43	37,13	0,26	239,37	
2	2,0	6,0	Incoerente	15,49	18,53	28,80	0	6,35	4,71	0,34	34,35	
3	4,6	14,54	Incoerente	18,34	19,12	31,36	0	10,09	11,41	0,33	78,93	
4	5,8	10,33	Incoerente	17,06	18,83	30,10	0	8,24	8,1	0,33	57,24	
5	7,4	13,0	Incoerente	17,85	19,02	30,90	0	9,41	10,2	0,33	71,05	
6	8,2	15,5	Incoerente	18,53	19,12	31,58	0	10,4	11,96	0,32	82,55	

**Tabella 11-** parametri geotecnici prova 6.

Sintesi parametri geotecnici PROVA ... Nr.6												
Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma (KN/m <sup>2</sup> )	Gamma Saturo (KN/m <sup>2</sup> )	Fi (°)	Cu (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)	
1	0,4	126,5	Incoerente	24,52	0,0	64,95	0	59,05	99,24	0,1	603,11	
2	2,6	9,27	Incoerente	16,67	18,73	29,78	0	7,78	7,27	0,34	51,7	
3	4,2	19,88	Incoerente	19,52	0,0	32,96	0	12,42	15,6	0,32	105,91	
4	4,6	7,0	Incoerente	15,89	18,63	29,10	0	6,79	5,49	0,34	39,7	
5	5,6	13,2	Incoerente	17,95	19,02	30,96	0	9,5	10,36	0,33	72,07	
6	7,0	11,14	Incoerente	17,36	18,83	30,34	0	8,6	8,74	0,33	61,45	
7	8,2	16,33	Incoerente	18,63	19,12	31,70	0	10,58	12,29	0,32	84,66	

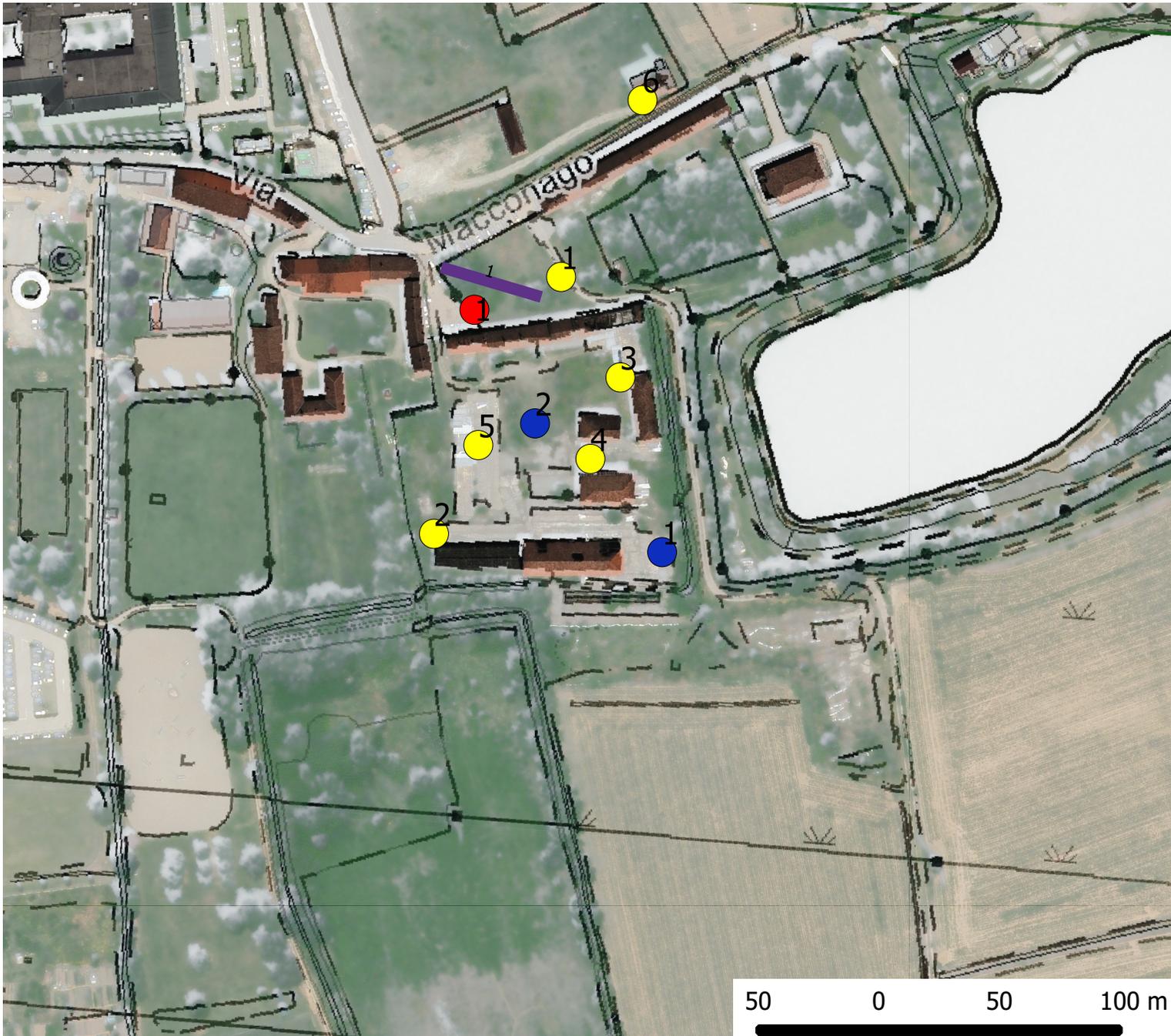
Si è poi ottenuta la media dei vari parametri dai valori di ciascuna unità per ciascuna prova. Il valore del  $\phi'_m$  è calcolato come media dei  $\phi'$  di ciascuna unità.

Di seguito si riporta uno schema riassuntivo dei parametri geotecnici medi ricavati (Tabella 12).

**Tabella 12-** valori medi dei parametri geotecnici per le unità individuate nel modello geotecnico

	Nspt	N'60	Gamma (kN/m <sup>3</sup> )	Gamma saturo (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi_m$ (°)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo taglio G (Mpa)
Unità A0	20,2	88,7	22,4	>22	53,6	69,6	0,20	424,3
Unità A1	5,8	9,5	16,7	18,8	29,8	7,4	0,34	52,6
Unità A2	13,6	17,1	18,7	14,6	31,9	12,8	0,32	88,0

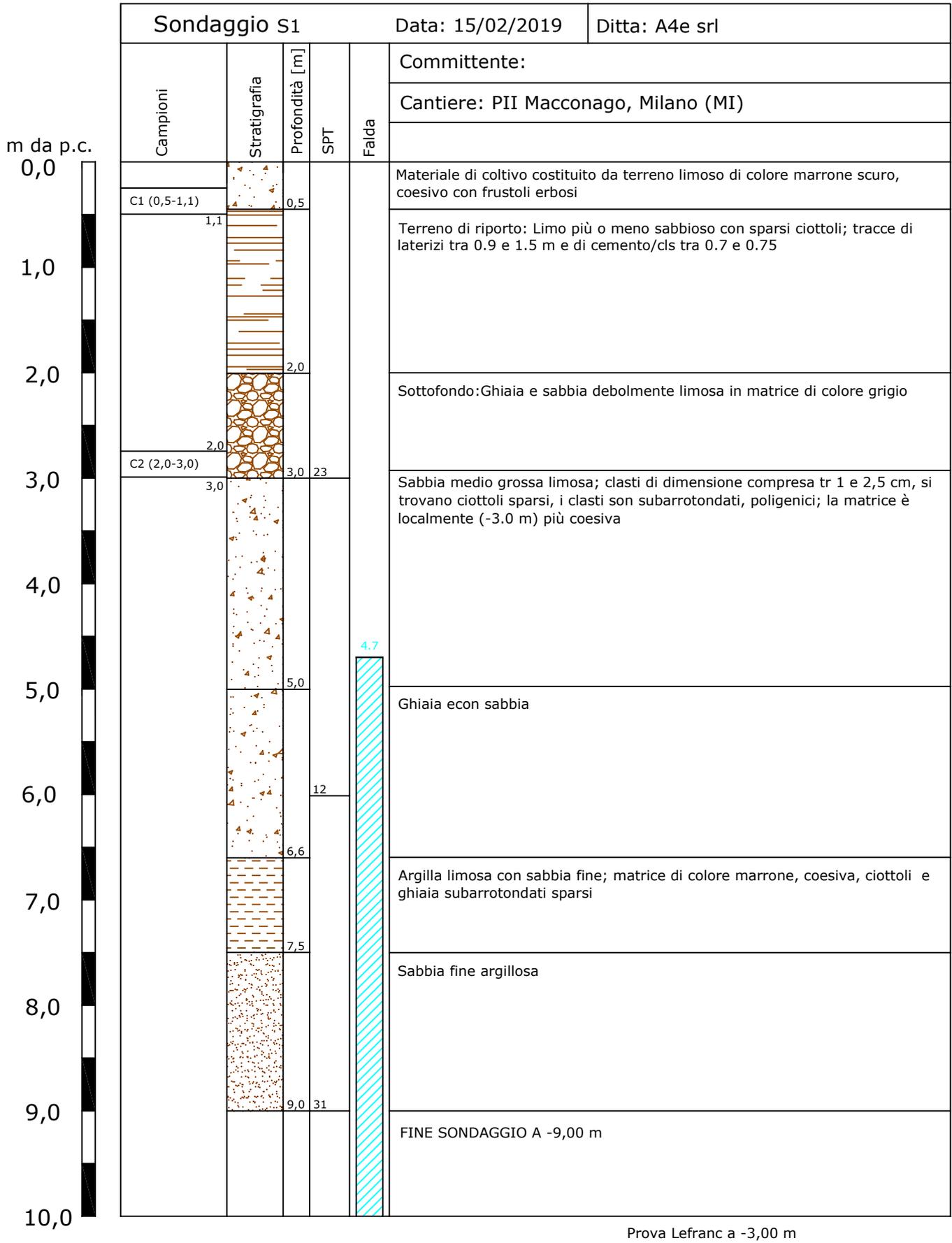
In Allegato 3 si riporta un report con esplicitate le relazioni di calcolo utilizzate nelle correlazioni per il calcolo dei parametri per ciascuna prova e per ciascuna unità geotecnica.



## Legenda

- Masw 2019
- sondaggio 2019
- Indagini ambientali 2019 shx
- Indagini 2019

# Stratigrafia perforazione sondaggio geognostico



Comune di Milano - Prot. 18/06/2019.0269102.E. - Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Milano

## Caratteristiche

Quota Riferimento	0,00 m p.c.	Diametro perforazione	110 mm	Cassette catalogatrici	
Data inizio	15/02/2019	Diametro rivestimento	131 mm	cassa 1	0,0 - 5,0 m
Data fine	15/02/2019			cassa 2	5,0 - 10,0 m

# Documentazione fotografica sondaggio geognostico

Sondaggio S1	Data: 15/02/2019	Ditta: A4e srl
Committente:		
Cantiere: PII Macconago, Milano (MI)		

## Postazione



## Cassette

0,0-5,0 m



5,0-10,0 m



Comune di Milano - Prot. 18/06/2019.0269102.E. - Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Milano

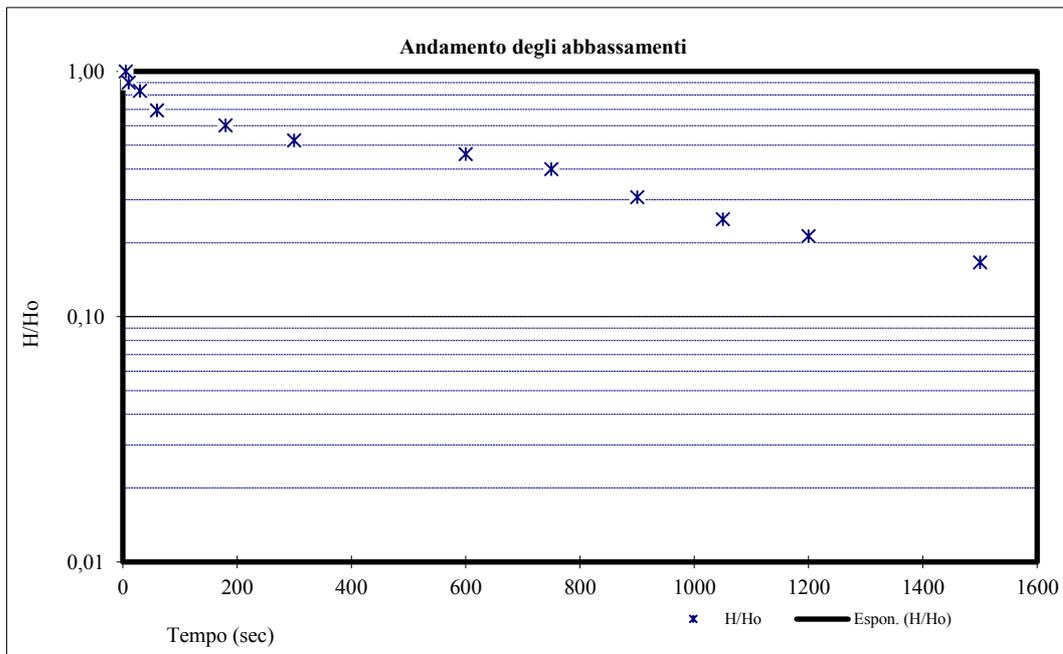


### PROVA DI LEFRANC A CARICO VARIABILE (terreno saturo)

Rapporto:  
Località: Macconago, Milano  
Sondaggio: S1  
Profondità: 3,00 m

Lunghezza colonna: 2,500 m  
Diametro interno: 0,152 m  
Altezza testa tubo da p.c.: 0,500 m  
Livello falda  $W_i$ : 4,700 m  
Altezza iniziale acqua: 3,000 m  
 $H_0$ : 3,000 m  
L: 0,500 m

Tempo (sec)	Abbassamento (m)	Altezza acqua da fondo foro $W_f$ (m)	H/H <sub>0</sub>
0	0,000	3,000	
30	0,300	3,000	1,000
60	0,500	2,700	0,900
90	0,920	2,500	0,833
180	1,190	2,080	0,693
240	1,430	1,810	0,603
300	1,620	1,570	0,523
360	1,800	1,380	0,460
480	2,080	1,200	0,400
600	2,250	0,920	0,307
720	2,360	0,750	0,250
900	2,500	0,640	0,213
1200	2,690	0,500	0,167
1500	2,820	0,310	0,103
1800	2,920	0,080	0,027

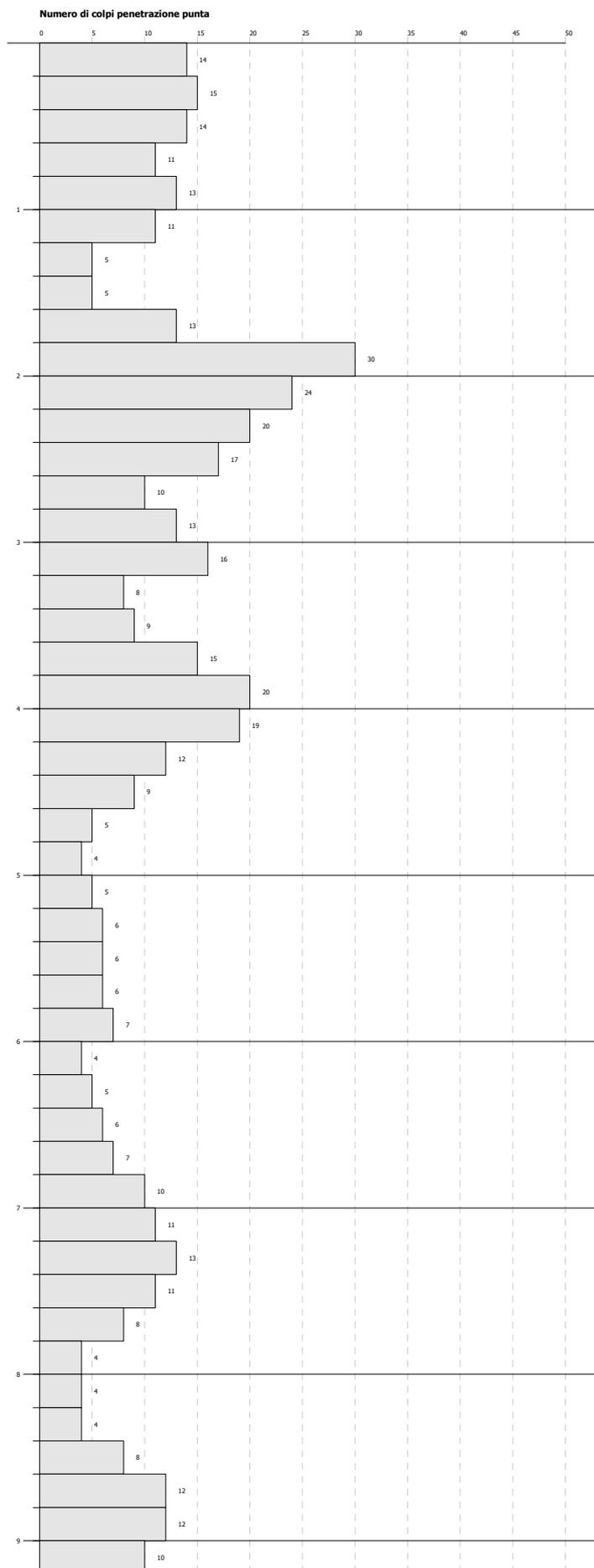


T = 600,000  
F = 2,049  
k = 1,48E-03 cm/s

Committente :  
 Cantiere :  
 Località :

Data :10/03/2019

Scala 1:38



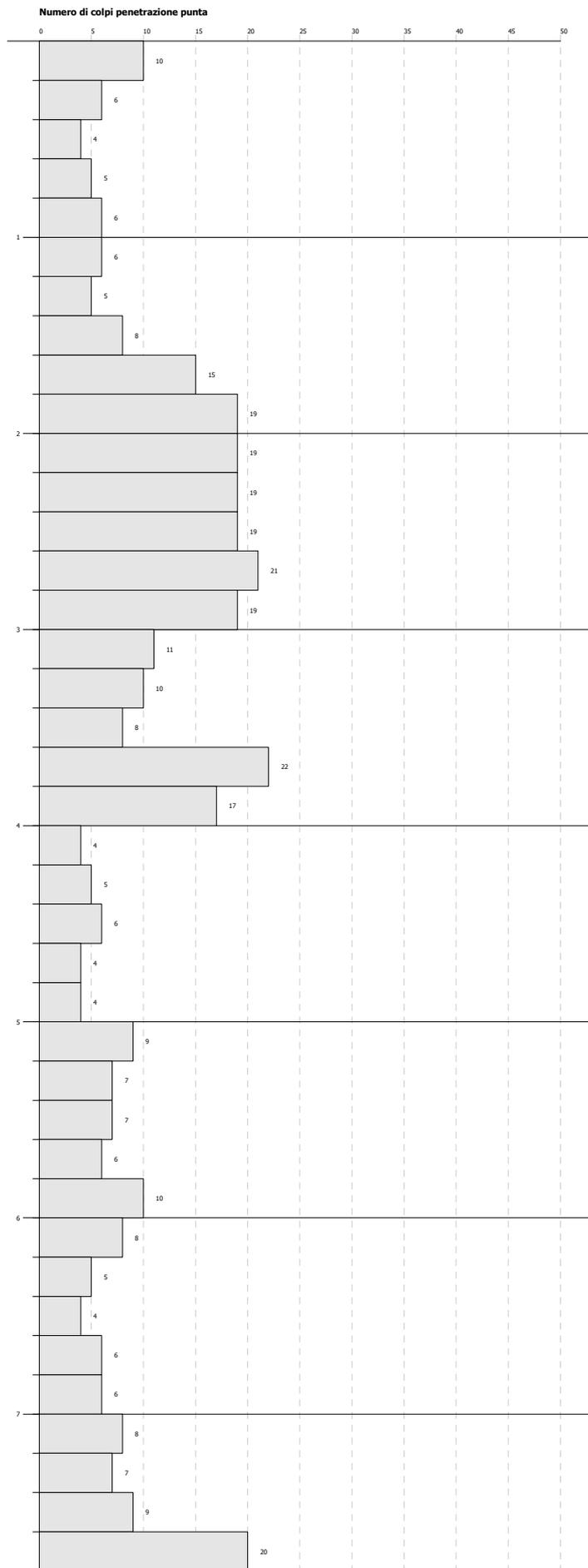
Strato	Spessore (m)	Indice di Consistenza (Ic)	Descrizione
1	0.00		
2	1.20		
3	1.60		
4	1.20		
5	1.60		
6	4.70	4.7	PAUSA
7	1.60		
8	1.60		
9	1.60		

Comune di Milano - Prot. 18/06/2019.0269102.E. - Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Milano

Committente :  
 Cantiere :  
 Località :

Data :10/03/2019

Scala 1:32



Interpretazione Stratigrafica

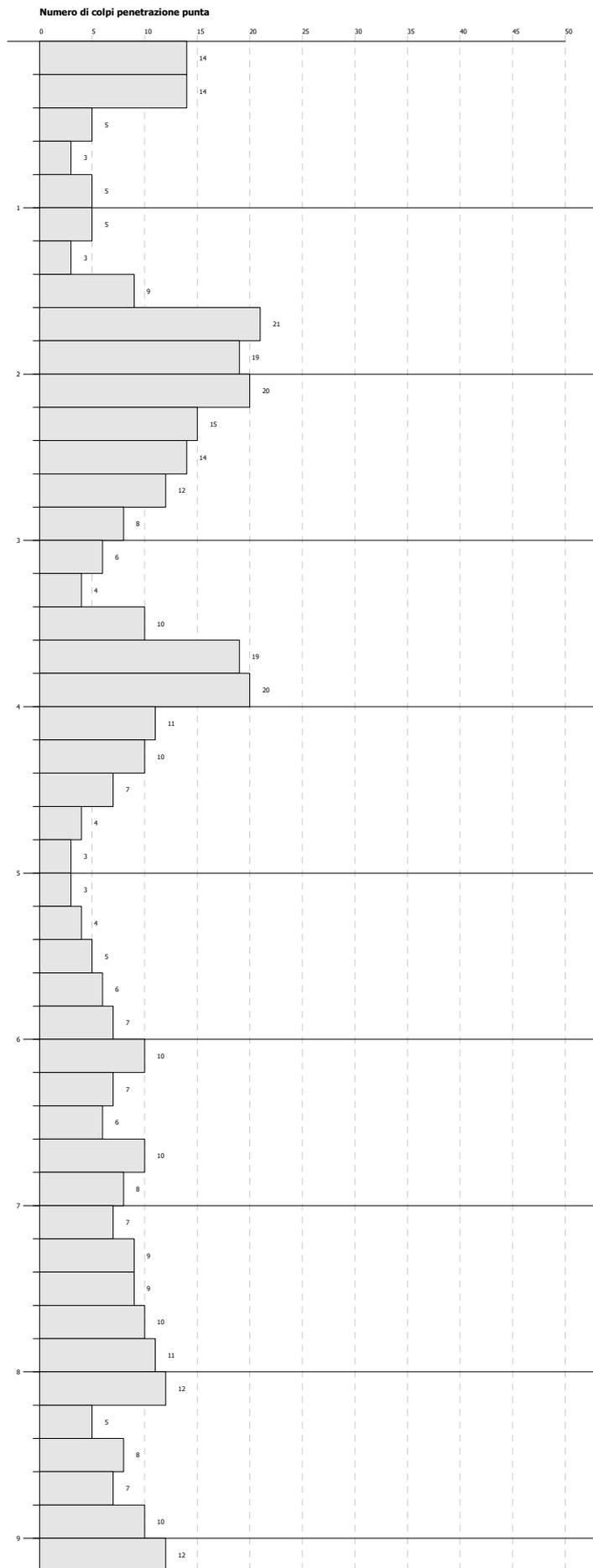
1	0.00	30.0	
2	30.0	30.0	
3	30.0	30.0	
4	30.0	4.7	FALDA
5	30.0	30.0	
6	30.0	30.0	
7	30.0	30.0	

Comune di Milano - Prot. 18/06/2019.0269102.E. - Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Milano

Committente :  
 Cantiere :  
 Località :

Data :10/03/2019

Scala 1:38



Interpretazione Stratigrafica

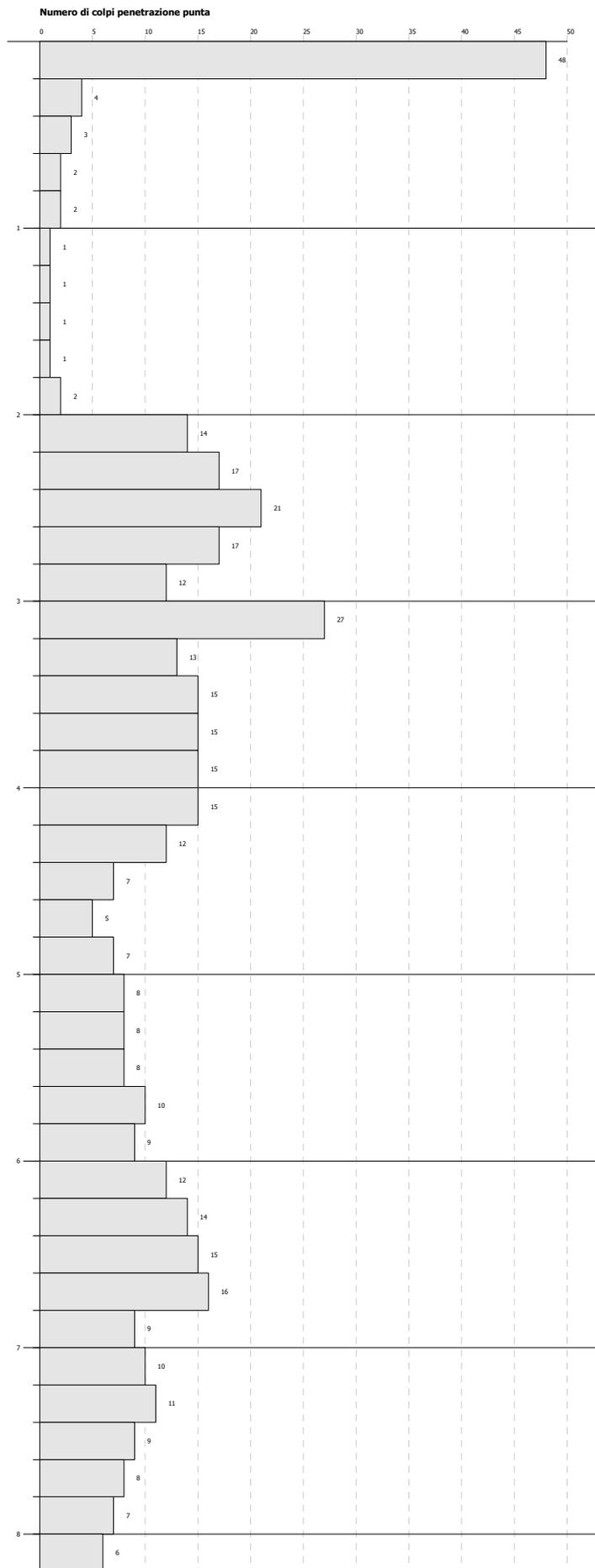
0.00		
40.0		
3		
160.0		
4		
280.0		
5		
360.0		
6		
480.0		
4.7		
520.0		
8		
560.0		
9		
580.0		
10		
620.0		
11		
660.0		
12		
680.0		

Comune di Milano - Prot. 18/06/2019.0269102.E. - Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Milano

Committente :  
 Cantiere :  
 Località :

Data :06/03/2019

Scala 1:34



Interpretazione Stratigrafica

1	0.00	30.0	
2	200.0		
3	440.0		
4	550.0	4.7	
5	720.0	FALDA	
6	850.0		

Comune di Milano - Prot. 18/06/2019.0269102.E. - Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Milano

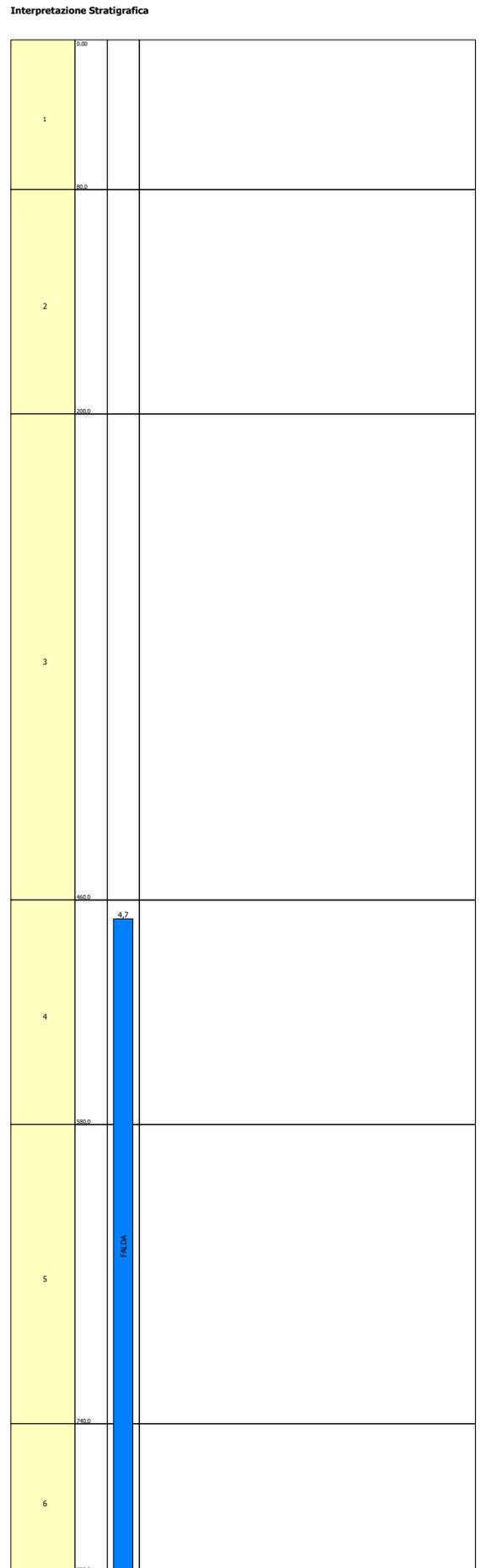
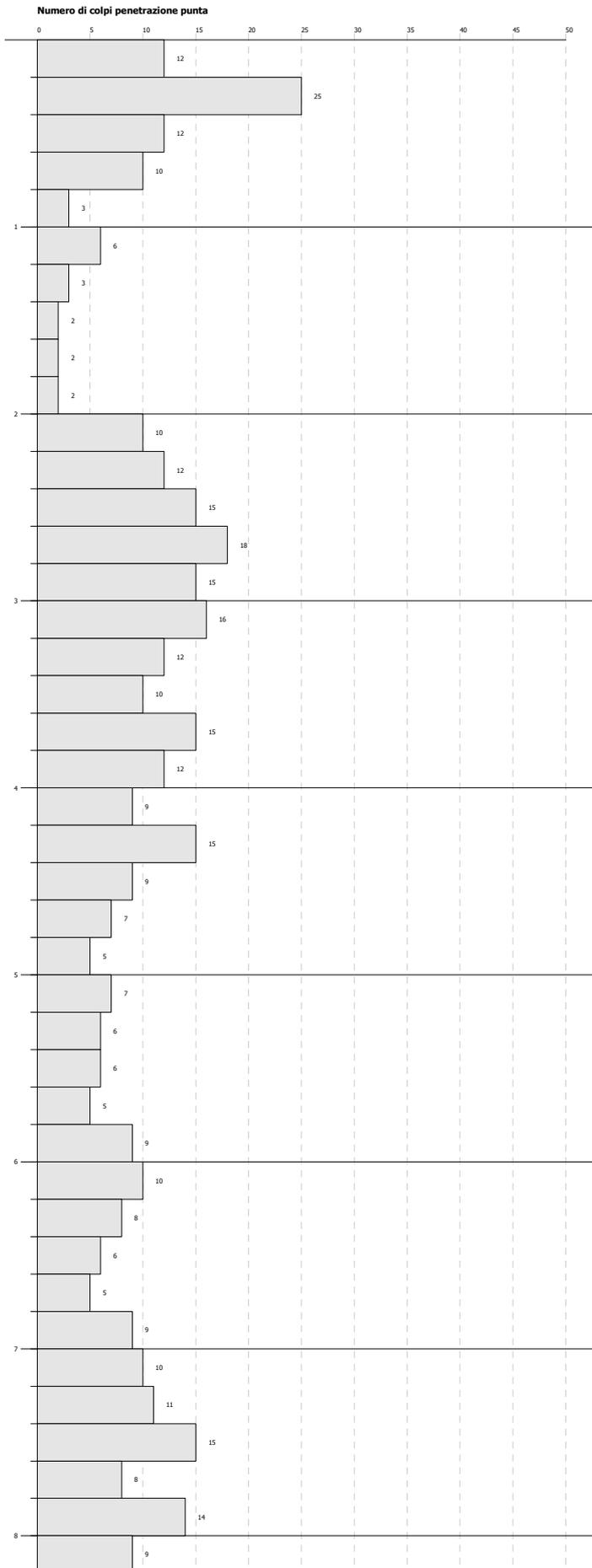
Committente :  
 Cantiere :  
 Località :

Data :06/03/2019

Scala 1:34



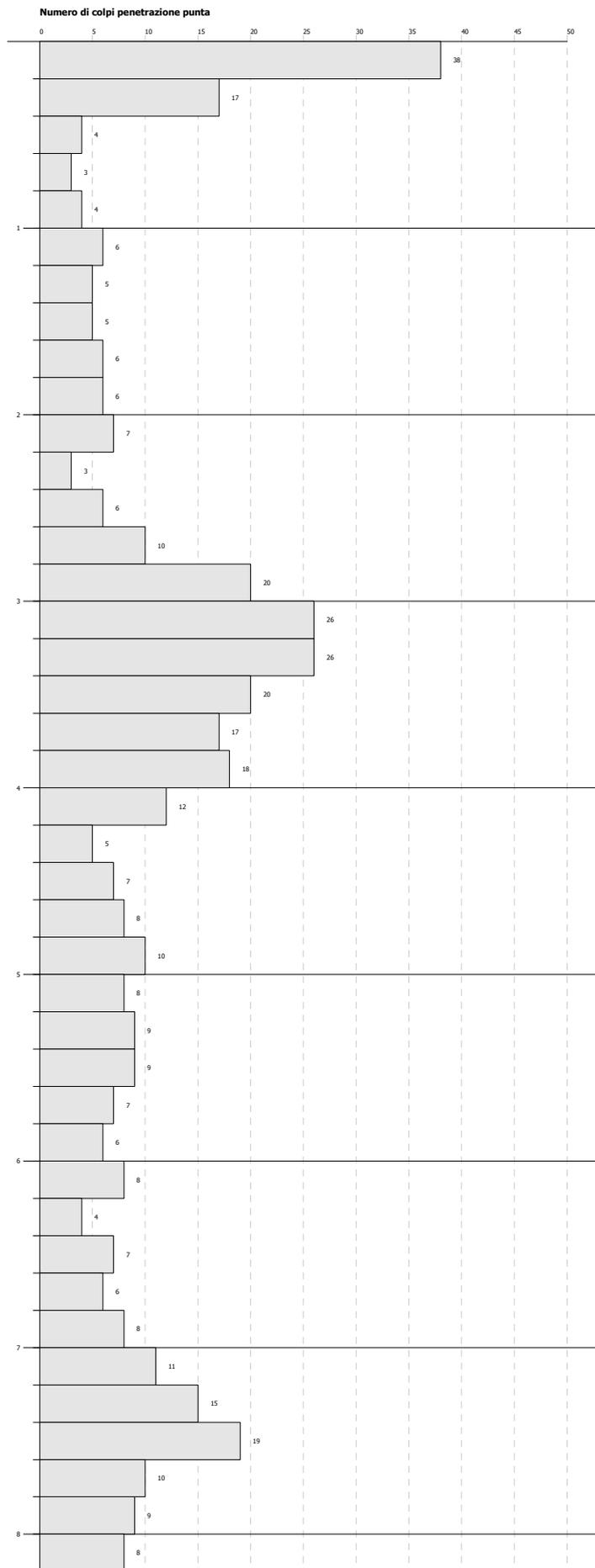
Comune di Milano - Prot. 18/06/2019.0269102.E. - Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Milano



Committente :  
 Cantiere :  
 Località :

Data :06/03/2019

Scala 1:34



Interpretazione Stratigrafica

1	0.00		
2	60.0		
3	20.0		
4	60.0		
5	60.0	4.7	
6	60.0	FALDA	
7	20.0		
8	60.0		

Comune di Milano - Prot. 18/06/2019.0269102.E. - Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Milano

## 1.1 – Attrezzatura utilizzata

L'attrezzatura utilizzata in campagna è costituita da un sismografo a 24 canali, 24 geofoni a frequenza variabile e pari a 4,5 Hz, cavi con take-out distanziati di 2 metri, mazza e piastra di battuta.

L'indagine MASW realizzata lungo lo stendimento L1 ha previsto un punto di energizzazione (andata) posto a 2 m di distanza dal primo geofono.

## 1.2 - Acquisizione delle onde sismiche per interpretazione MASW

L'acquisizione della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) avviene per mezzo di indagine sismica a rifrazione con metodo MASW, mediante energizzazione del sottosuolo e registrazione degli arrivi delle onde rifrante in corrispondenza di *geofoni verticali*. Questi sono stati disposti secondo un allineamento con interasse tra i geofoni di 2 metri, in questo modo la base sismica ha avuto una lunghezza pari a 48 m comprensivo della distanza dall'energizzazione esterna.

## 2 - INTERPRETAZIONE QUALITATIVA DELLE INDAGINI GEOFISICHE

È necessario sottolineare che l'interpretazione delle indagini geofisiche viene fatta nell'ipotesi che gli strati del sottosuolo siano omogenei, orizzontali e con superfici di separazione piano parallele.

Nell'area indagata le condizioni sopra riportate sono rispettate quasi del tutto.

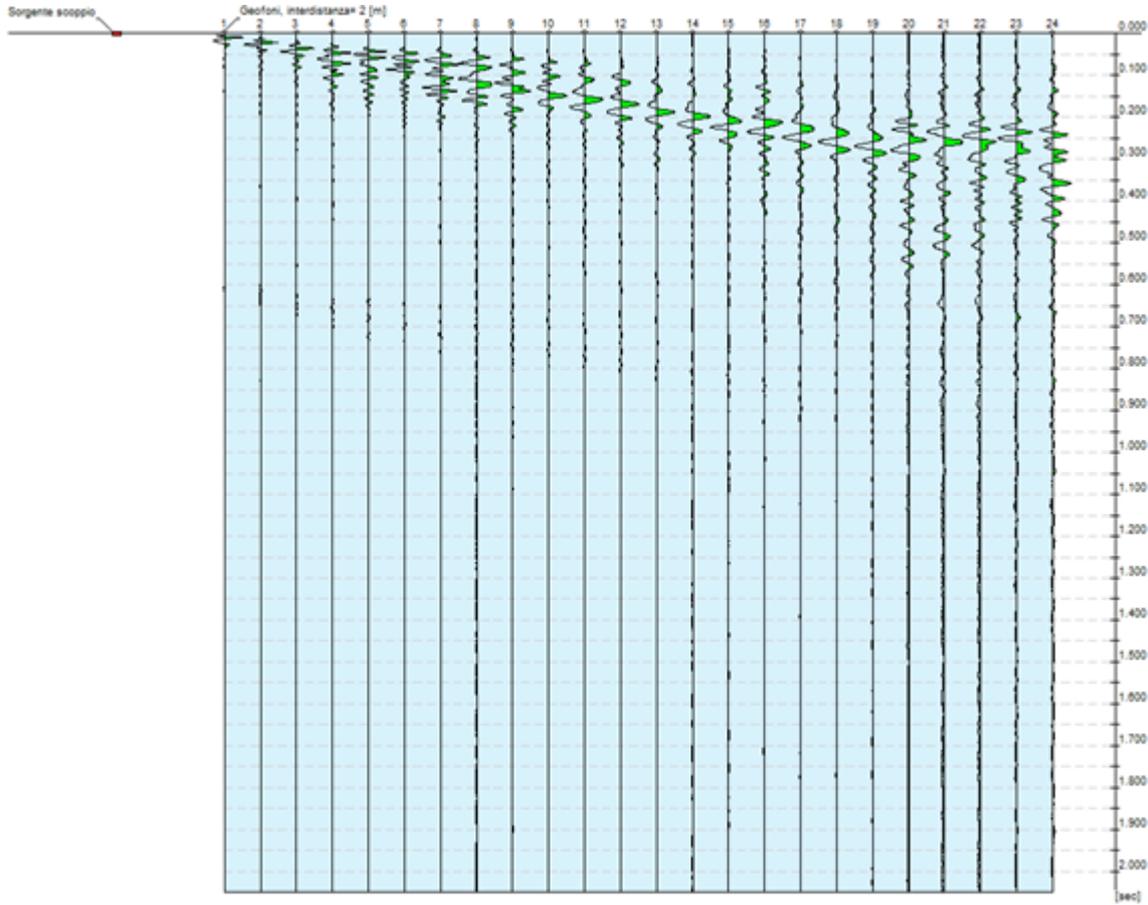
Si rammenta infine come, in ogni caso, la valutazione delle velocità e degli spessori dei singoli strati viene effettuata con un margine di incertezza, insita proprio nei metodi geofisici, che si aggira attorno al 10-15 %.

## 3 - RAPPRESENTAZIONE DEI DATI SISMICI CON METODO MASW

Al fine di fornire i valori delle  $V_s$ , necessarie per la caratterizzazione sismica del sito, è stata realizzata una stesa sismica denominata L1 (Tav.1), di lunghezza pari a 48 m con distanza intergeofonica pari a 2 metri. L'energizzazione è stata effettuata ad

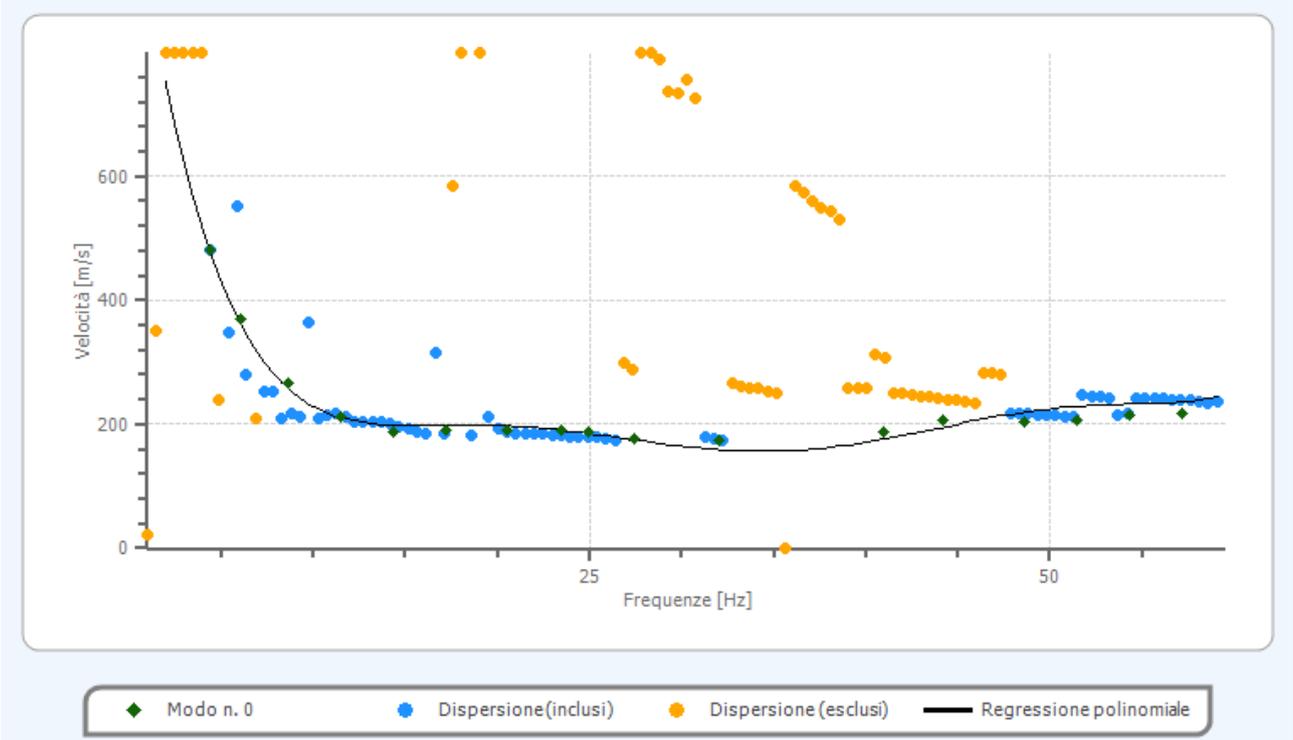
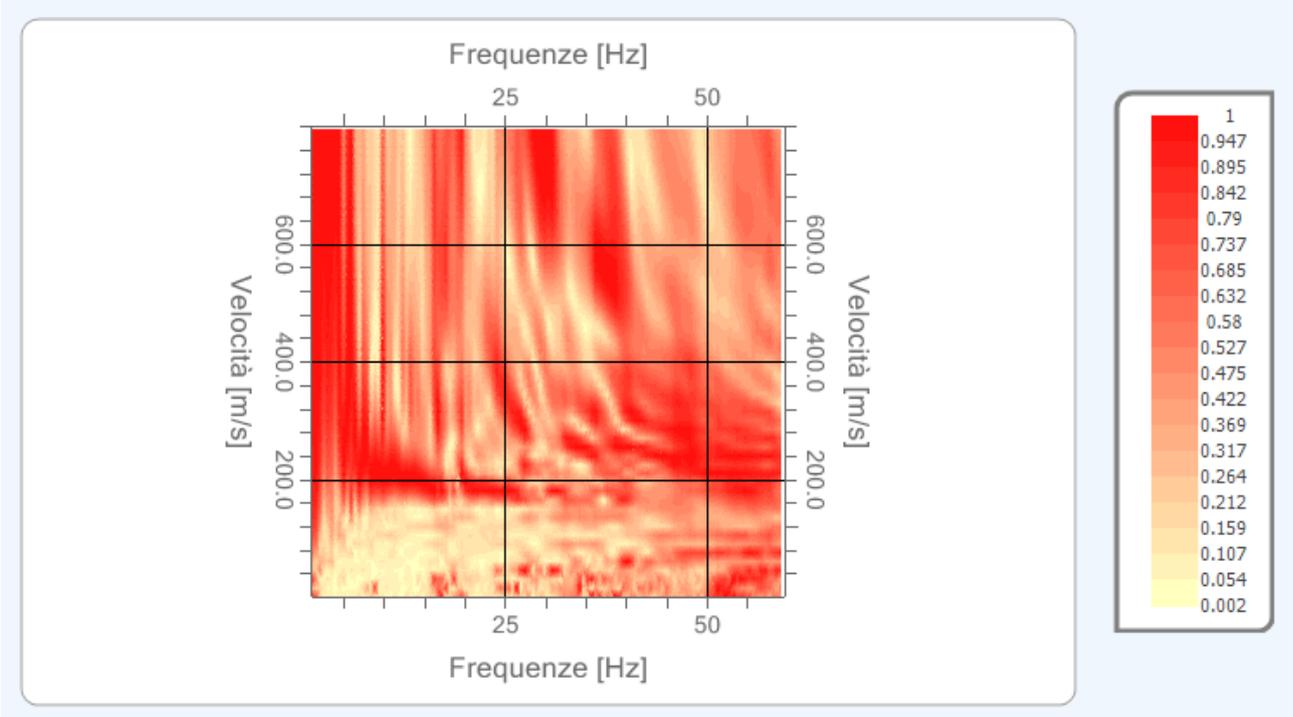
uno degli estremi dello stendimento ad una distanza di 2 m dal primo geofono, mediante una mazza battente di 10 kg.

Di seguito si riporta il sismogramma frutto della somma di ciascuna acquisizione, filtrato di eventuali disturbi di fondo:



### 3.1 - Interpretazione dei dati

L'elaborazione dei sismogrammi ha consentito di estrapolare la trasformata di Fourier, di seguito riportata; da questa si risale alla curva di dispersione che, confrontata mediante sovrapposizione con quella teorica consente di ottenere sia gli spessori dei vari strati che le rispettive velocità.

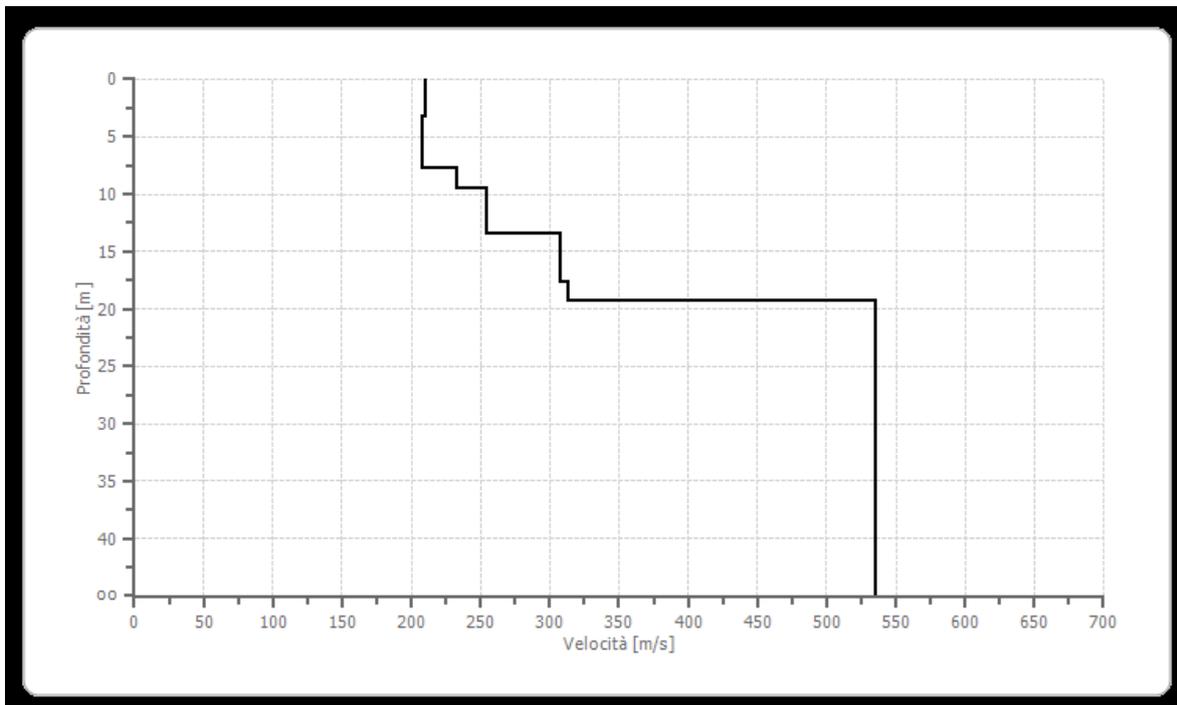


### 3.2. Ricostruzione del sottosuolo mediante le onde S

Dalla sovrapposizione della curva di dispersione si è ottenuta la ricostruzione del sottosuolo in orizzonti aventi differenti spessori e valori di velocità come di seguito indicato:

L1		
Spessore	Profondità (da pc)	V <sub>s</sub> (m/sec)
3.24	3.24	<b>210.24</b>
4.54	7.78	<b>207.24</b>
1.79	9.57	<b>232.76</b>
3.96	13.53	<b>254.56</b>
4.21	17.74	<b>307.50</b>
1.63	19.37	<b>313.34</b>
10.63	30	<b>535.19</b>

Valori delle V<sub>s</sub> alla linea sismica L1



#### 4 - APPLICAZIONE DELLE NORME TECNICHE

Il territorio comunale di **Milano loc. Macconago ricade in zona sismica 3** con l'entrata in vigore della D.G.R. X/2129 dell'11 luglio 2014 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. D).

Nel caso specifico, il terreno indagato, con la metodologia MASW, presenta un valore di  $V_{s(eq)}$  pari a **302.11 m/s riferito all'attuale piano campagna**.

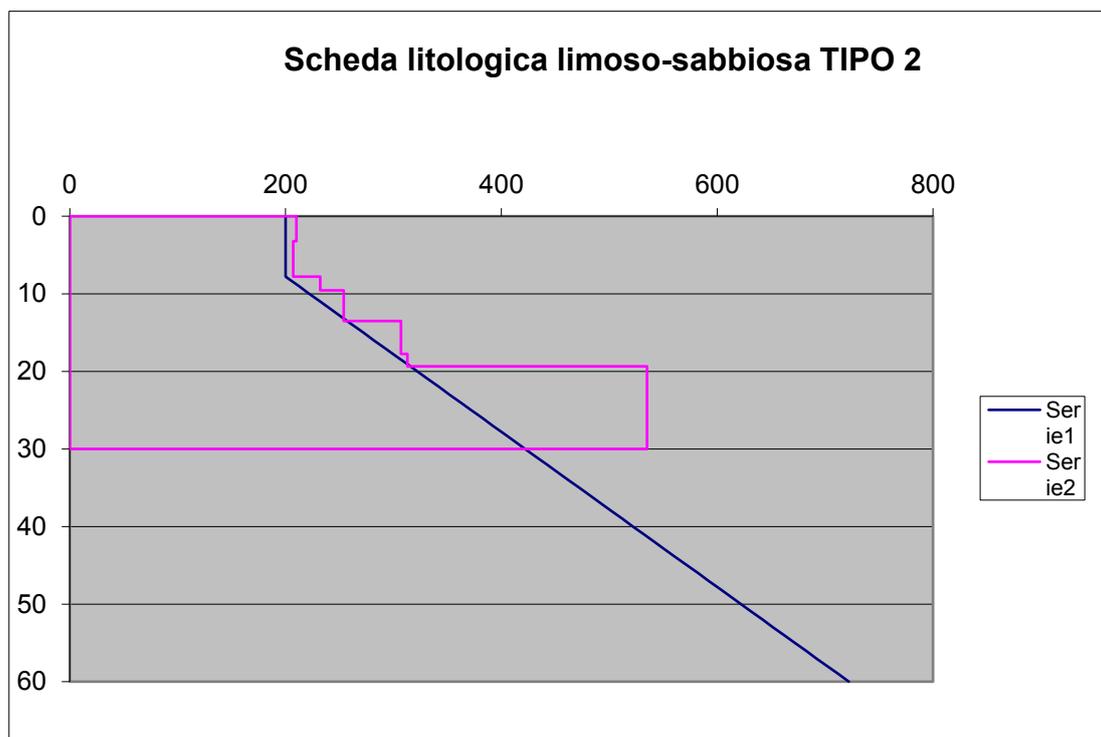
Secondo lo schema presente nelle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. LL.PP. 17 Gennaio 2018), i terreni indagati risultano appartenere alla **categoria di sottosuolo di tipo C**, ovvero "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s."

## 5 - VALUTAZIONE DELLA SUSCETTIBILITA' SISMICA DELL'AREA

### 5.1 - Effetti litologici

Al fine di determinare i valori di  $F_a$  dal punto di vista degli effetti litologici, sono stati utilizzati i risultati emersi dall'esecuzione dello stendimento geofisico con metodo MASW. Mediante tale elaborazione e con l'utilizzo di apposite schede messe a disposizione dalla Regione Lombardia. Con tale indagine si è calcolato il valore di  $F_a$  (fattore di amplificazione) da confrontare con i limiti di riferimento indicati dalla Regione Lombardia.

Per ottenere il suddetto  $F_a$  è necessario ricavare il valore di  $V_{s30}$  (onde sismiche di taglio o trasversali) utilizzando le velocità  $V_s$  degli strati intercettati. In questo modo si risale al tipo di suolo, che come indicato si tratta di **tipo C**.



Si riportano, nell'apposito diagramma, i valori delle  $V_s$  relative ad ogni strato. Nel caso specifico il grafico ottenuto dalle velocità delle  $V_s$  e dalle rispettive profondità evidenzia come i dati rientrino nella scheda di riferimento per litologie limoso sabbiose di tipo II.



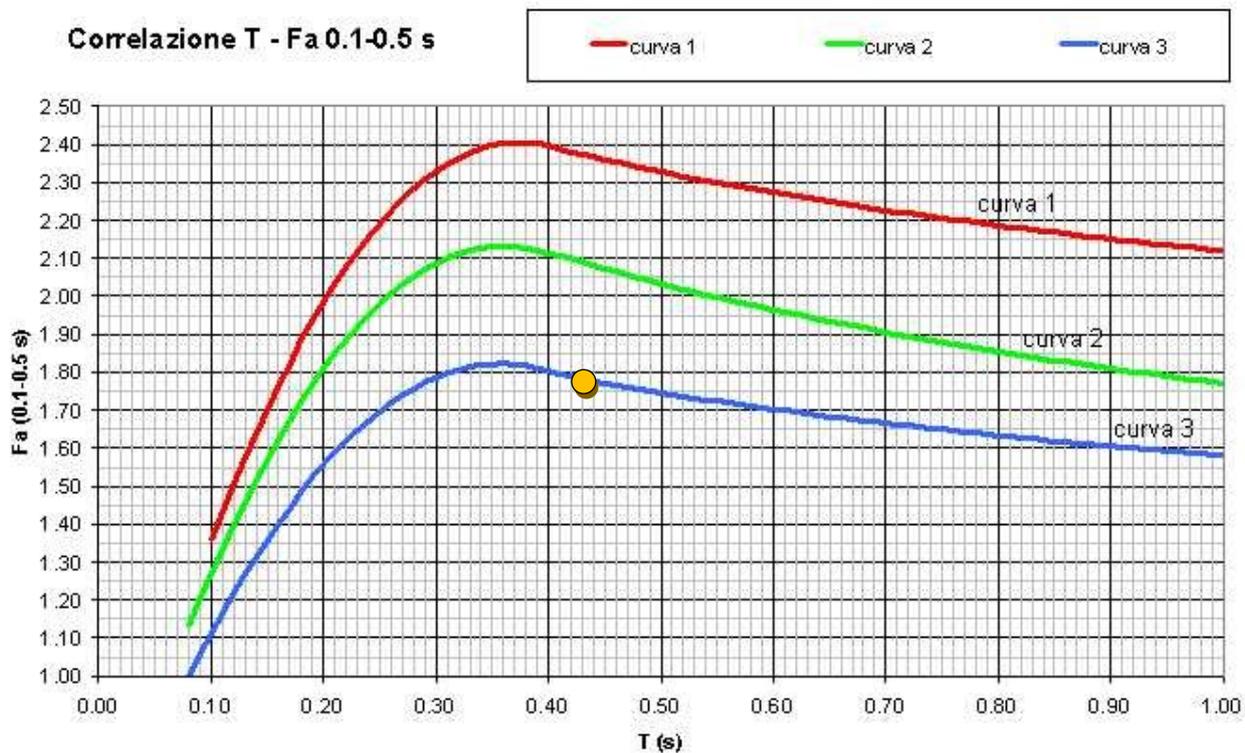
Abaco che permette di individuare, in base al colore, la curva di riferimento per l'individuazione di Fa, grazie all'intersezione della profondità raggiunta dal primo strato e la sua velocità

Intersecando il valore di velocità riscontrata con la profondità sopra indicata, si ricade nel campo 2 (cerchio arancio del grafico), che corrisponde alla curva blu di fig. 5.1.3.

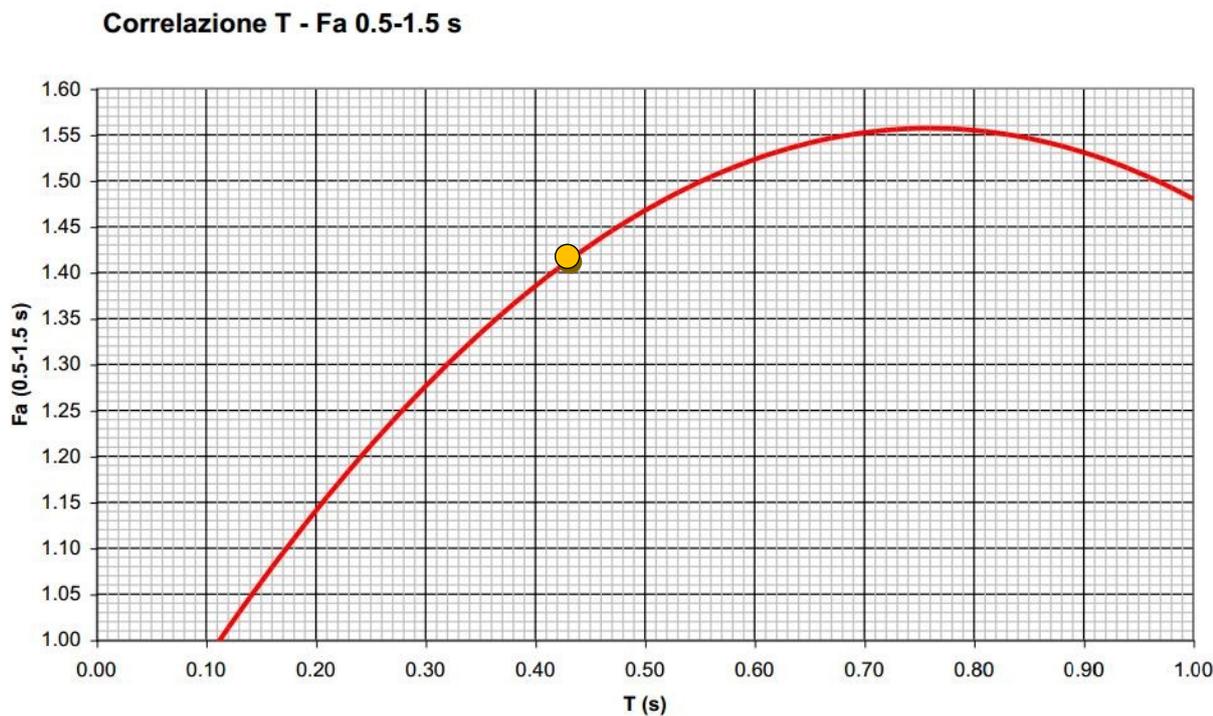
Stendimento sismico	Valore del periodo T calcolato
L1	0,34s

**Tabella** recante il valore del periodo T calcolato

Conoscendo la velocità del primo strato, la curva di riferimento ed il valore del periodo T calcolato, si può risalire al valore di Fa utilizzando gli abachi di riferimento di fig. 5.1.3 e fig. 5.1.4 per la litologia limoso-sabbiosa di tipo II e riferiti rispettivamente a strutture basse, regolari e piuttosto rigide ed a strutture alte e più flessibili.



**Fig. 5.1.3** – Abaco di riferimento per la litologia limoso – sabbiosa tipo II per determinare Fa sulla base di T e della curva di riferimento (riferito a strutture basse).



**Fig. 5.1.4** – Abaco di riferimento per la litologia limoso sabbiosa di tipo 2 per determinare Fa sulla

base di T e della curva di riferimento (riferito a strutture alte)

Dagli abachi emerge come il valore attribuito al periodo ( $T=0,36s$ ), identifichi sulla curva verde un valore (approssimato alla prima cifra decimale) di **Fa pari a 2,1 per strutture basse e rigide (Fa di riferimento per i terreni di tipo C = 1,8) e Fa pari a 1,3 per strutture alte e flessibili (Fa di riferimento per i terreni di tipo C = 2,4).**

**Ne deriva che nel caso di strutture alte e flessibili il valore di Fa calcolato è inferiore al valore di soglia, mentre per strutture basse e rigide l'Fa calcolato è superiore al valore di soglia.**

La normativa regionale vigente prevede la possibilità di passaggio allo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore.

**Concludendo, lo spettro proposto dalla normativa per suoli di tipo C risulta sufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito solo nel caso di edifici e strutture alte e flessibili, mentre in caso di edifici e strutture basse e rigide è necessario passare alla categoria di suolo successivo, ovvero di tipo D.**

**RAVASI Geologo Federica**  
Via Vittorio Emanuele II, 46 – Vimercate MB  
**Tel. e Fax** +39 0396085056  
**e-mail** federica.ravasi@gmail.com  
**pec** ravasigeolfederica@epap.sicurezza postale.it

Comune di Milano - Prot. 18/06/2019.0269102.E. - Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Milano

**COMUNE di MILANO**  
**Provincia di MILANO**

**RISULTATI DEL PIANO PRELIMINARE DI INDAGINE  
AMBIENTALE**

**Committente: Fondazione Del Vecchio srl**  
**Ubicazione indagine: via Macconago, Milano (MI)**

**Dott.ssa Geol. Federica RAVASI**

**Aprile 2019**



<b>INDICE</b>	<b>Pag</b>
<b>1 PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2 SCOPO E ARTICOLAZIONE DEL LAVORO .....</b>	<b>3</b>
<b>3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....</b>	<b>3</b>
3.1 <i>Inquadramento territoriale.....</i>	<i>3</i>
3.2 <i>Tipologia del sito e attività.....</i>	<i>4</i>
<b>4 INDAGINI ESEGUITE .....</b>	<b>5</b>
4.1 <i>Modalità di esecuzione delle indagini.....</i>	<i>5</i>
4.2 <i>Ubicazione delle indagini .....</i>	<i>5</i>
4.3 <i>Modalità di campionamento .....</i>	<i>6</i>
4.4 <i>Schema di campionamento suoli .....</i>	<i>7</i>
4.5 <i>Nomenclatura dei campioni.....</i>	<i>8</i>
4.6 <i>Analiti.....</i>	<i>8</i>
4.7 <i>Metodiche analitiche .....</i>	<i>8</i>
4.8 <i>Limiti tabellari.....</i>	<i>9</i>
4.9 <i>Analisi su matrice riporto.....</i>	<i>9</i>
<b>5 RISULTATI DELLE ANALISI.....</b>	<b>9</b>

## ALLEGATI

Allegato 0: Rapporti di prova analisi chimiche sui campioni di terreno

# 1 PREMESSA

Il presente lavoro, eseguito su incarico Della Fondazione del Vecchio srl, **proprietaria** dell'area oggetto di studio, costituisce il report dei risultati derivanti dal Piano preliminare delle indagini ambientali di un'area individuata al mappale n. 3, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 26, 28, 29, 30, 31, 32 del foglio 672 del comune di Milano (MI), con accesso dalla via Vittoria Colonna, 15.

Le indagini sono consistite nell'esecuzione di un sondaggio e di prove penetrometriche con contestuale prelievo di campioni di terreno. Verranno riportati i risultati delle analisi effettuate sui campioni di terreno. Le terebrazioni ed i campionamenti sono stati eseguiti il giorno 15 febbraio e 6 marzo 2019.

Il quadro normativo di riferimento è l'articolo 95 del Regolamento comunale di Milano e il D.Lgs 152/2006 e s.m.i.

## 2 SCOPO E ARTICOLAZIONE DEL LAVORO

Lo studio sarà articolato in:

Descrizione delle caratteristiche del sito (Relazione descrittiva);

Descrizione degli interventi eseguiti entro l'area e sintesi dei risultati analitici effettuati (Modello concettuale preliminare).

## 3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

### 3.1 Inquadramento territoriale

L'area oggetto di studio è ubicata nel comune di Milano nella porzione sud, nella località di Macconago.

Il complesso in esame è situato lungo la via Macconago 24-36, la quale costituisce l'unico accesso al sito.

L'area è contornata principalmente da aree verdi prative destinate a colture mentre a Est è presente un piccolo "Lago Verde" destinato alla pesca sportiva mentre a Ovest confina con il Centro Ippico Milanese.

Il riferimento cartografico è il foglio denominato "B6c4 San Donato Milanese" alla scala 1:10000 della cartografia tecnica regionale.

Da questa si ricava che altimetricamente l'area è ubicata ad una quota topografica media pari a circa 104 m s.l.m (Figura 1).

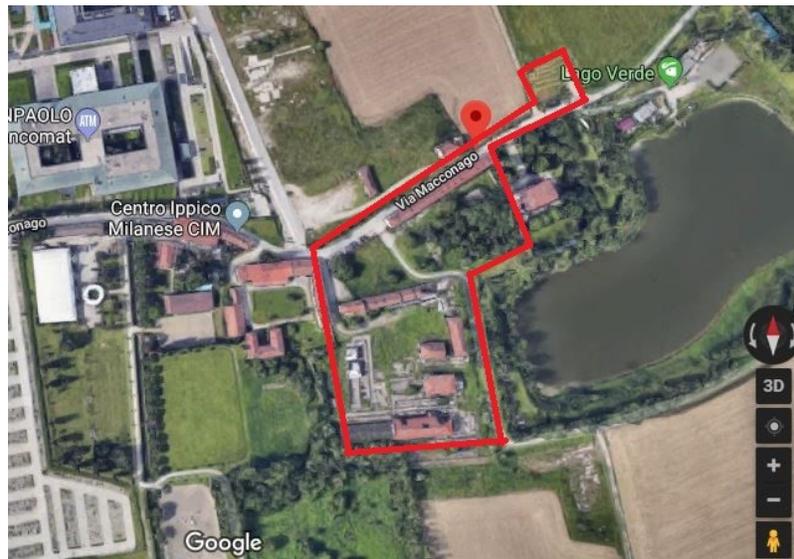


Figura 1: area di studio, foto satellitare (Google Earth). In rosso è delimitata l'area di studio, la planimetria è orientata come da stella dei venti riportata.

Le coordinate geografiche dell'area sono:

<b>Latitudine</b>	45.414271
<b>Longitudine</b>	9.211165

### 3.2 Tipologia del sito e attività

Il sito si individua in corrispondenza dei civici 24-36 di via Macconago, nel comune di Milano e consta di alcuni fabbricati costituenti il nucleo storico del complesso di Macconago; sono tutti edifici fuori terra privi del piano interrato con grandi spazi verdi.

Le indagini sono state eseguite in corrispondenza dei punti come identificati dalla planimetria allegata alla relazione geologica.

## 4 INDAGINI ESEGUITE

Le indagini ed i campionamenti sono stati eseguiti il giorno 15 febbraio (nel sondaggio) e 6 marzo 2019 (nelle PDSH).

### 4.1 Modalità di esecuzione delle indagini

Complessivamente sono stati eseguiti n. 1 sondaggio a carotaggio continuo e n. 2 sondaggi con penetrometro entrambi eseguiti a battitura e senza l'utilizzo di fluidi di perforazione denominati S1 carotaggio e S1 e S2; i due sondaggi sono stati spinti fino alla profondità massima di circa 3,0 m da piano di campagna.

Al fine di caratterizzare i terreni anche con prove di laboratorio, sono stati prelevati e deposti entro barattoli sterili e opportunamente sigillati complessivamente n. 7 (6 + 1 TC) campioni rimaneggiati di terreno, 2 per sondaggio e un test di cessione.

Le attrezzature sono state opportunamente pulite in modo da evitare, anche se non presente, una contaminazione incrociata o perdita di rappresentatività del campione.

### 4.2 Ubicazione delle indagini

L'ubicazione dei sondaggi, stabilita in fase di sopralluogo preliminare all'esecuzione dell'indagine, è riportata graficamente in Tavola 1 della relazione geologica. Il posizionamento degli stessi è stato scelto sulla base dell'assenza entro l'area di elementi ritenuti assimilabili a potenziali centri di pericolo. Inoltre, la loro posizione è stata calibrata in funzione degli spazi di manovra e ingombro dei macchinari e dei sottoservizi presenti. Infine, si ritiene di avere distribuito le perforazioni in modo da avere un quadro rappresentativo e omogeneo dell'intera area.

Di seguito si riportano le descrizioni delle stratigrafie incontrate e riconosciute.

#### Sondaggio S1

Profondità (m)	Descrizione stratigrafica
Da 0,00 a 1,00 mt	Terreno con riporto
Da 1,00 a 3,00 mt	Terreno limo sabbioso mediamente addensato



### Sondaggio S2

Profondità (m)	Descrizione stratigrafica
Da 0,10 a 1,00 mt	Sottofondo con riporto
Da 1,00 a 3,00 mt	Terreno limo sabbioso mediamente addensato

### 4.3 Modalità di campionamento

Per ciascun sondaggio è stato prelevato un campione entro il primo metro di spessore, di cui in ogni caso il primo a partire dal fondo della superficie

impermeabilizzata superficiale ed i successivi campioni per ogni evidenza organolettica e comunque al tetto delle facies litologiche impermeabili (limi ed argille) ed al letto di quelle permeabili (ghiaie – sabbie).

La formazione del campione è avvenuta al momento del prelievo per l'aliquota C<12 (idrocarburi volatili).

La formazione del campione per le restanti analisi è avvenuta previa omogeneizzazione del materiale e a seguito di quartatura come indicato da IRSA-CNR, quaderno 64, 1985.

I campioni sono stati riposti in barattoli a chiusura ermetica.

I contenitori sono stati completamente riempiti, sigillati etichettati ed inoltrati immediatamente al laboratorio di analisi certificato.

Sulle etichette sono stati riportati per l'identificazione univoca dei campioni: località di indagine, nomenclatura campione, data prelievo e quota prelievo.

Per l'esecuzione delle indagini è stata adottata la metodologia di campionamento standard proposta dal dipartimento ARPA di Milano, "PROTOCOLLO DI CAMPIONAMENTO E ANALISI DEI TERRENI ai sensi dell'allegato 2 al titolo V del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152".

#### 4.4 Schema di campionamento suoli

- n.1 campione tra -0,0 e -1,0 m di profondità
- n.1 campione tra -1,0 e -3,0 m di profondità

Di seguito si riporta lo schema di campionamento:

Sondaggio	Denominazione campione	Profondità Campione [m]	Analiti ricercati
<b>S1 car</b>	S1 (A)	0,5 – 1,1	Metalli; C>12; C<12; IPA
	S1 (B)	2,0 – 3,0	
<b>S1</b>	S1 (A)	0 – 1,0	

	S1 (B)	2,0 – 3,0	
<b>S2</b>	S2 (A)	0 – 1,0	
	S2 (B)	2,0 – 3,0	

Tabella 1: schema di campionamento suolo

#### 4.5 Nomenclatura dei campioni

I campioni prelevati sono stati denominati con una nomenclatura che consenta l'univoca identificazione degli stessi. Il codice identificativo di ogni campione è stato apposto sulle etichette, Una lista di tutti i codici identificativi dei campioni prelevati è stata annotata sul report di campagna.

Per quanto riguarda i campioni di terreno, è stato associato il codice del punto d'indagine alla profondità di prelievo (es S1A da 0,0 a 1,0 m).

#### 4.6 Analiti

In tutti i campioni di terreno sia superficiali sia profondi prelevati ed inviati al laboratorio di analisi sono stati ricercati i seguenti analiti:

- Idrocarburi Pesanti C > 12;
- Idrocarburi Leggeri C < 12;
- Metalli (arsenico, cadmio, cromo totale, cromo VI, mercurio, nichel, piombo, rame e zinco);
- IPA.

Le analisi sono state eseguite dal laboratorio "Specialchimica" con sede a Merate (LC).

#### 4.7 Metodiche analitiche

Le metodiche analitiche impiegate sono quelle IRSA CNR e quelle previste dalla US EPA e sono esplicitate nei rapporti di prova.

#### 4.8 Limiti tabellari

Le concentrazioni delle diverse famiglie e dei composti individuali sono state confrontate con i valori di riferimento riportati nell'Allegato 5 Parte IV del D. Lgs.152/06, Tabella 1, colonna A (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale).

#### 4.9 Analisi su matrice riporto

In corrispondenza della matrice materiale di riporto individuato è stata effettuata una indagine volta a discriminarne la qualità ai sensi dell'art. 41 DL 69/2013 e art 41 Legge di conversione n. 98/2013 mediante test di cessione.

E' stato prelevato un ulteriore campione di terreno superficiale (0,0 - 1,0 m) in corrispondenza di entrambi i sondaggi (medio composito) così da effettuare il test di cessione svolto con le modalità del DM 05/02/1998, i cui risultati sono stati confrontati con i limiti della Tabella 2 Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs 152/06.

### 5 RISULTATI DELLE ANALISI

Le analisi condotte sui campioni di terreno hanno evidenziato che in nessuno dei campioni prelevati è stato superato il limite CSC per i **metalli**, per gli **Idrocarburi** e per gli **IPA** considerando come riferimento la Tabella 1, Colonna A del D. Lgs 152/06.

I risultati del test di cessione sono conformi a quanto previsto dalla normativa (Test di cessione per recuperabili – DM n.186 del 05/04/2006 GU n. 115 del 19/06/2006).



Dott.ssa Federica Ravasi

Vimercate, Marzo 2019



Comune di Milano - Prot. 18/06/2019.0269102.E. - Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Milano



Comune di Milano - Prot. 18/06/2019.0269102.E. - Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Milano

## ALLEGATI



**SPECIALCHIMICA s.a.s.**

LABORATORIO ANALISI INDUSTRIALI - CONSULENZE



ISO 9001:2008  
CERTIFICATO N. 9175



THE INTERNATIONAL CERTIFICATION NETWORK

Merate

28/02/2019

Egregio

Dott. Geol. Federica RAVASI

Via Vittorio Emanuele II, 46  
20059 VIMERCATE MI

RAPPORTO DI ANALISI N. PROT. E2472/F

PRELIEVO eseguito da personale della Cliente

DENOMINAZIONE DEI CAMPIONI n.2 campioni di terra  
Cantiere: Milano - Via Macconago

CONTRASSEGNO CAMPIONI  
C1 -0,5/ -1,1 m  
C2 -2,0/ -3,0 m

DATA RICEVIMENTO CAMPIONI 18/02/2019

METODI DI ANALISI APPLICATI Metodi analitici indicati

DICHIARAZIONI Il rapporto riguarda i campioni ricevuti in laboratorio e sottoposti alle analisi

RISULTATI DELLE ANALISI

I risultati delle analisi sono riportati nella tabella allegata.

RIFERIMENTI LEGISLATIVI D.L. 152 del 03/04/2006,

NOTE E OSSERVAZIONI

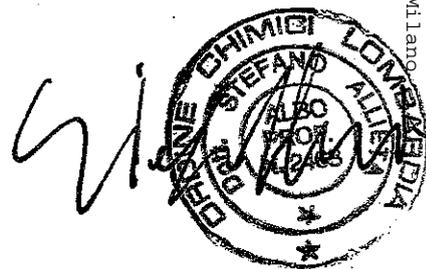
- 1 - Le analisi del parametro idrocarburi leggeri C<12, sono state effettuate sul campione tal quale e quindi senza necessità di riferimento allo scheletro totale.
- 2 - Le analisi sono state eseguite sul sottovaglio a 2 mm e riferite allo scheletro totale del campione secco.
- 3 - Limiti indicati per la concentrazione soglia di contaminazione del D.L. 152 del 03/04/2006, Parte Terza Allegato 5, Tabella 1, parte A relativa a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale

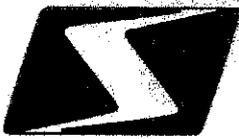


Comune di Milano - Prot. 18/06/2019.0269102.E. - Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Milano

**SEGUE RAPPORTO DI PROVE E2472/F**
**TABELLA**

CONTRASSEGNO CAMPIONE	Unità di misura	C1 -0,5/ -1,0 m	C2 -2,0/ -3,0 m	METODI ANALITICI	Tab.A Limiti Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale
Residuo secco	%	89,15	97,20	DM 13/09/99 S.O. N. 185 Metodo II.2	-
Frazione sottovaglio 2 mm	%	67,72	69,27	DM 13/09/99 S.O. N. 185 Metodo II.1	-
Cadmio come Cd	mg/kg	<1	<1	EPA 7000A	2
Cromo totale come Cr	mg/kg	7,4	3,3	EPA 7000A	150
Cromo VI come Cr	mg/kg	<1	<1	APAT3150C	2
Cobalto come Co	mg/kg	<10	<10	EPA 7000A	20
Nichel come Ni	mg/kg	14,3	10,7	EPA 7000A	120
Piombo come Pb	mg/kg	29,5	5,6	EPA 7000A	100
Rame come Cu	mg/kg	15,0	6,5	EPA 7000A	120
Zinco come Zn	mg/kg	20,7	6,0	EPA 7000A	150
Arsenico come As	mg/kg	<10	<10	EPA 7000A (IDRURI)	20
Mercurio come Hg	mg/kg	<0,5	<0,5	EPA 7000A (IDRURI)	1
Idrocarburi Pesanti C>12	mg/kg	<40	<40	EPA 8015	50
Idrocarburi leggeri C < 12	mg/kg	< 5	< 5	EPA5021	10
<b>Idrocarburi policiclici (IPA)</b> :				EPA 8310	
- Benzo(a)antracene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,5
- Benzo(a)pirene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,1
- Benzo(b)fluorantene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,5
- Benzo(k)fluorantene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,5
- Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,1
- Crisene	mg/kg	<1	<1		5
-Dibenzopirene		<0,1	<0,1		0,1
-Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,1
- Indeno pirene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,1
- Pirene	mg/kg	<1	<1		5





Merate

29/03/2019

Egregio  
Dott. Geol. Federica RAVASI

Via Vittorio Emanuele II, 46  
20059 VIMERCATE MI

RAPPORTO DI ANALISI N. PROT. E2577/F

PRELIEVO eseguito da personale della Cliente

DENOMINAZIONE DEI CAMPIONI n.4 campioni di terra  
Cantiere: Milano -Via Macconago

CONTRASSEGNO CAMPIONI

S1 0,00/ -1,00 m	S1 -2,00/ -3,00 m
S2 0,00/ -1,00 m	S2 -2,00/ -3,00 m

METODI DI ANALISI APPLICATI Metodi analitici indicati

DICHIARAZIONI Il rapporto riguarda i campioni ricevuti in laboratorio e sottoposti alle analisi

RISULTATI DELLE ANALISI

I risultati delle analisi sono riportati nelle tabelle allegate.

RIFERIMENTI LEGISLATIVI D.L. 152 del 03/04/2006,

NOTE E OSSERVAZIONI

- 1 - Le analisi del parametro idrocarburi leggeri C<12, sono state effettuate sul campione tal quale e quindi senza necessità di riferimento allo scheletro totale.
- 2 - Le analisi sono state eseguite sul sottovaglio a 2 mm e riferite allo scheletro totale del campione secco.
- 3 - Limiti indicati per la concentrazione soglia di contaminazione del D.L. 152 del 03/04/2006, Parte Terza, Allegato 5, Tabella 1, parte A relativa a siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale

Direzione Laboratorio  
Dr. S. ALBERTI



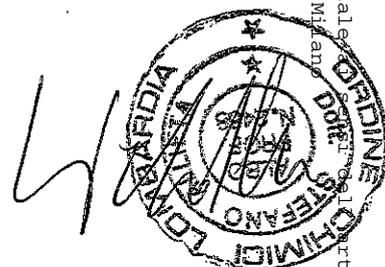
Comune di Milano - Prof. 18/06/2019.0269102.E. - Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ad sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Milano

SEGUE RAPPORTO DI PROVE E2577/F

TABELLA N.1

CONTRASSEGNO CAMPIONE	Unità di misura	S1 0,00/ -1,00 m	S1 -2,00/ -3,00 m	METODI ANALITICI	Tab.A Limiti Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale
Residuo secco	%	92,33	94,23	DM 13/09/99 S.O. N. 185 Metodo II.2	-
Frazione sottovaglio 2 mm	%	69,20	62,31	DM 13/09/99 S.O. N. 185 Metodo II.1	-
Cadmio come Cd	mg/kg	<1	<1	EPA 7000A	2
Cromo totale come Cr	mg/kg	8,1	5,9	EPA 7000A	150
Cromo VI come Cr	mg/kg	<1	<1	APAT3150C	2
Cobalto come Co	mg/kg	<10	<10	EPA 7000A	20
Nichel come Ni	mg/kg	12,6	14,8	EPA 7000A	120
Piombo come Pb	mg/kg	29,5	6,2	EPA 7000A	100
Rame come Cu	mg/kg	24,2	8,5	EPA 7000A	120
Zinco come Zn	mg/kg	98,9	12,1	EPA 7000A	150
Arsenico come As	mg/kg	<10	<10	EPA 7000A (IDRURI)	20
Mercurio come Hg	mg/kg	<0,5	<0,5	EPA 7000A (IDRURI)	1
Idrocarburi Pesanti C > 12	mg/kg	<40	<40	EPA 8015	50
Idrocarburi leggeri C < 12	mg/kg	<5	<5	EPA5021	10
<b>Idrocarburi policiclici (IPA) :</b>				EPA 8310	
- Benzo(a)antracene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,5
- Benzo(a)pirene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,1
- Benzo(b)fluorantene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,5
- Benzo(k)fluorantene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,5
- Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,1
- Crisene	mg/kg	<1	<1		5
-Dibenzopirene		<0,1	<0,1		0,1
-Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,1
- Indeno pirene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,1
- Pirene	mg/kg	<1	<1		5

Comune di Milano - Prof. 18/06/2019.0269102.E. - Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale.



SEGUE RAPPORTO DI PROVE E2577/F

TABELLA N.2

CONTRASSEGNO CAMPIONE	Unità di misura	S2 0,00/ -1,00 m	S2 -2,00/ -3,00 m	METODI ANALITICI	Tab.A Limiti Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale
Residuo secco	%	93,25	94,01	DM 13/09/99 S.O. N. 185 Metodo II.2	-
Frazione sottovaglio 2 mm	%	77,81	69,53	DM 13/09/99 S.O. N. 185 Metodo II.1	-
Cadmio come Cd	mg/kg	<1	<1	EPA 7000A	2
Cromo totale come Cr	mg/kg	14,4	6,1	EPA 7000A	150
Cromo VI come Cr	mg/kg	<1	<1	APAT3150C	2
Cobalto come Co	mg/kg	<10	<10	EPA 7000A	20
Nichel come Ni	mg/kg	17,1	12,7	EPA 7000A	120
Piombo come Pb	mg/kg	9,1	6,4	EPA 7000A	100
Rame come Cu	mg/kg	11,9	9,1	EPA 7000A	120
Zinco come Zn	mg/kg	23,2	14,8	EPA 7000A	150
Arsenico come As	mg/kg	<10	<10	EPA 7000A (IDRURI)	20
Mercurio come Hg	mg/kg	<0,5	<0,5	EPA 7000A (IDRURI)	1
Idrocarburi Pesanti C > 12	mg/kg	<40	<40	EPA 8015	50
Idrocarburi leggeri C < 12	mg/kg	< 5	< 5	EPA5021	10
<b>Idrocarburi policiclici (IPA) :</b>				EPA 8310	
- Benzo(a)antracene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,5
- Benzo(a)pirene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,1
- Benzo(b)fluorantene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,5
- Benzo(k)fluorantene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,5
- Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,1
- Crisene	mg/kg	<1	<1		5
-Dibenzopirene		<0,1	<0,1		0,1
-Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,1
- Indeno pirene	mg/kg	<0,1	<0,1		0,1
- Pirene	mg/kg	<1	<1		5



**SEGUE RAPPORTO DI PROVE E2577/F**
**TEST DI CESSIONE**
**DENOMINAZIONE DEI CAMPIONE** Cantiere: Milano - Via Macconago

**CONTRASSEGNO CAMPIONE** S1 0,00/ -1,00 m

**PRELIEVO** eseguito da personale della Cliente

**METODI DI ANALISI APPLICATI** Metodi analitici APAT Irsa Cnr manuale 29/2003

**DICHIARAZIONI** Il certificato riguarda il campione ricevuto in laboratorio e sottoposto alle analisi

TEST DI CESSIONE SECONDO PRESCRIZIONI DELL'ALLEGATO 3 DEL D.M. 05/04/2006 n.186  
APPENDICE A DELLA NORMA UNI 10802, METODICA NORMA UNI EN 12457-2

**ANALISI ELUATO**
**Rapporto L/S = 10 l/kg**

<b>Parametro</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Risultato</b>	<b>LIMITI TAB All.3 DM 186/06</b>
pH estratto acquoso	-	7,33	5,5 - 12
Nitrati come NO <sub>3</sub> -	mg/l	1,7	50
Fluoruri come F-	µg/l	180	1500 (*)
Solfati come SO <sub>4</sub> =	mg/l	10,7	250 (*)
Cloruri come Cl-	mg/l	4,1	100
Cianuri come CN-	µg/l	<1	50(*)
Bario come Ba	mg/l	<0,1	1
Rame come Cu	µg/l	13	1000 (*)
Zinco come Zn	µg/l	15	3000 (*)
Berillio come Be	µg/l	<1	4 (*)
Cobalto come Co	µg/l	<10	50 (*)
Nichel come Ni	µg/l	<10	20 (*)
Vanadio come V	µg/l	<10	250
Arsenico come As	µg/l	<1	10 (*)
Cadmio come Cd	µg/l	<1	5 (*)
Cromo totale come Cr	µg/l	<10	50 (*)
Piombo come Pb	µg/l	<5	10 (*)
Selenio come Se	µg/l	<1	10 (*)
Mercurio come Hg	µg/l	<1	1 (*)
Amianto	mg/l	<1	30 (**)
COD	mg/l	9	30

NOTA - LIMITI TAB. Allegato 3 Decreto Ministero dell'Ambiente 5 aprile 2006, n.186.

- (\*) Limiti D.L. 152 del 03/04/2006, Parte Quarta, Allegato 5, Tabella 2.

-(\*\*) Amianto: Metodo analitico D.M. 06/09/1994 G.U. SG n.220 del 20/09/1994 All.1 (strumentale DRX)

 Direzione Laboratorio  
Dr.S.Allieta
