

Dott. MARCO STOPPA - GEOLOGO

GEOLOGIA IDROGEOLOGIA E GEOLOGIA AMBIENTALE

Ordine Regionale dei Geologi del Piemonte n° 482

Strada Biandrate, 24 - 28100 Novara (NO)

tel. 347.2540415 - 0321.407246

marco.stoppa@geologipiemonte.it

Il presente elaborato tecnico è tutelato sui diritti d'autore dalle leggi n. 633 del 22/04/1941 e n. 1485 del 14/12/1942 e s.m.i. di cui ai D.L. 31/01/2005 n. 7 e L. 31/03/2005 n. 43 e pertanto ogni riproduzione anche parziale risulta essere proibita senza la preventiva autorizzazione dei progettisti.



TECNOS S.r.l.

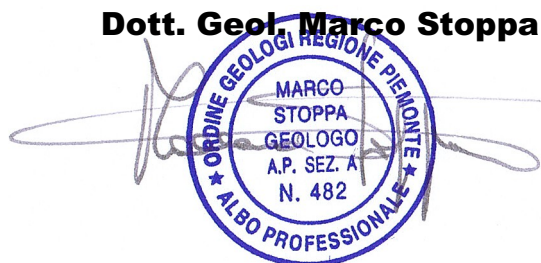
Via Sempione, 94 – 21029 Vergiate (VA)

COSTRUZIONE DI UN NUOVO FABBRICATO AD USO INDUSTRIALE

Via Francesco Somma, snc - 20012 Cuggiono (MI)

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

Dott. Geol. Marco Stoppa



Marzo 2022

INDICE

1) PREMESSA.....	2
2) LOCALIZZAZIONE DEL SITO.....	3
3) ASSETTO STRATIGRAFICO LOCALE.....	5
4) INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	10
5) VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITÀ IN SITO.....	12

Elaborato grafico:

Geo.01 Ubicazione pozzetti geognostici.

1) PREMESSA

La società **TECNOS S.r.l.**, con sede in Via Sempione n.94 in Comune di Vergiate (VA), ha in previsione la realizzazione di un nuovo fabbricato ad uso industriale previsto nel lotto dei terreno identificato al Mappale 84 del Foglio 2 del Comune censuario di Cuggiono (MI), lungo la Via Francesco Somma.

Lo scrivente Studio professionale è stato incaricato di effettuare delle specifiche indagini in sito al fine di valutare la locale permeabilità dei terreni che saranno interessati dalla dispersione delle acque meteoriche dilavanti le superfici impermeabili previste presso la nuova costruzione.

Pertanto, la presente documentazione rappresenta la **Relazione Idrogeologica** dell'area interessata dall'intervento in progetto, che integra quanto verrà progettato dallo studio di Invarianza Idraulica ed Idrologica di cui al Regolamento Regionale della Regione Lombardia n. 7 del 23.11.2017 e s.m.i., redatto da altro Professionista incaricato.

2) LOCALIZZAZIONE DEL SITO

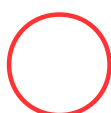
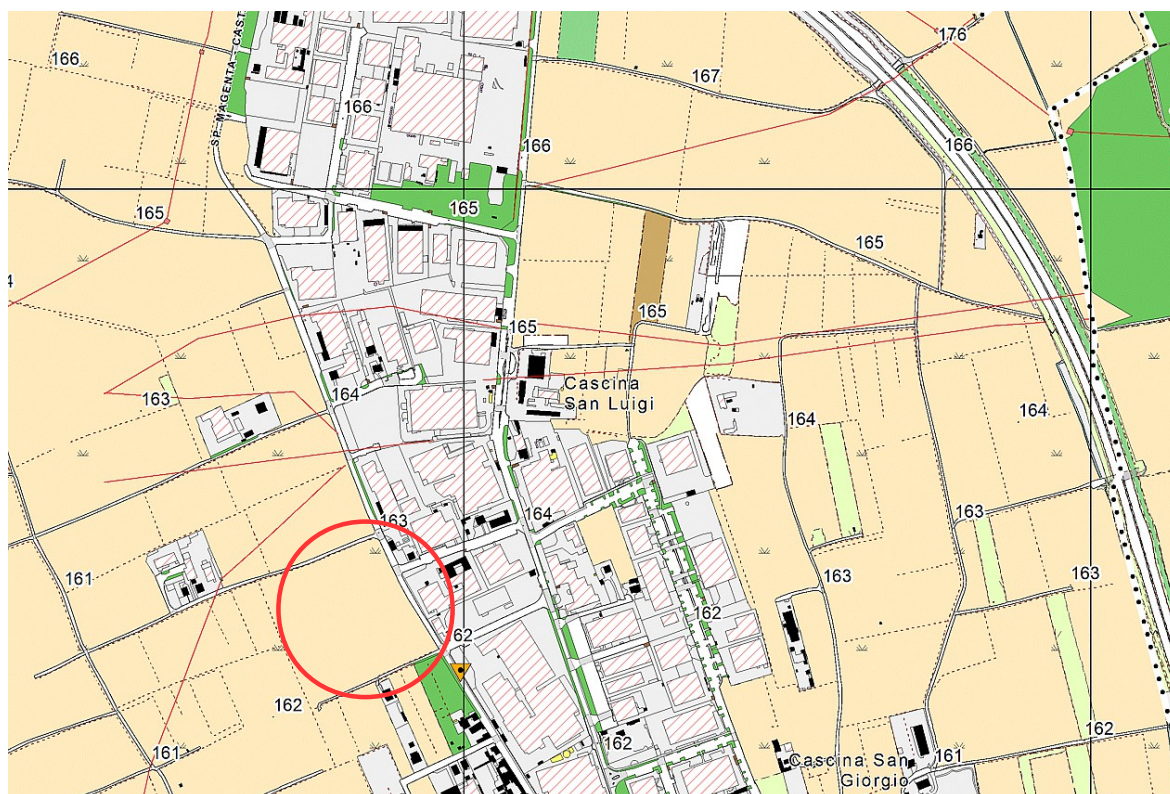
L'area presso cui è prevista la realizzazione nuovo capannone è ubicata nella zona industriale del Comune di Cuggiono, Città Metropolitana di Milano, lungo Via Francesco Somma, presso il Mappale 84 del Foglio 2 del Comune censuario di Cuggiono, attualmente destinata ad area agricola coltivata.

Dal punto di vista geografico, il baricentro dell'area dove è prevista la realizzazione del nuovo fabbricato ad uso industriale è circa identificabile alle seguenti coordinate (WGS84 UTM 32N), tratte dalla Cartografia Tecnica Regionale:

484.811,59 Long – 5.040.311,34 Lat

Il sito è rappresentato nella Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia alla scala 1:10.000 alla sezione A6d1 “Busto Garolfo”, di cui uno stralcio è riportato nella pagina seguente e presenta una quota altimetrica, dedotta dalla cartografia citata, che risulta mediamente pari a circa **162 metri s.l.m.**

estratto
CARTA TECNICA REGIONALE
REGIONE LOMBARDIA
Sezione A6d1 "Busto Garolfo"
(non in scala)



Area di indagine.

3) ASSETTO STRATIGRAFICO LOCALE

Nell'ambito delle indagini volte alla valutazione della permeabilità in sito, sono stati realizzati **n. 4 pozzetti geognostici**, ubicati come rappresentato nell'Elaborato Geo.01, denominati **Pz1, Pz2, Pz3 e Pz4**, i quali hanno permesso di rilevare la locale stratigrafia superficiale dell'area di interesse, le cui osservazioni stratigrafiche sono riportate nelle tabelle seguenti.

Di seguito è inoltre allegata la relativa documentazione fotografica.

Pozzetto	Stratigrafia	Profondità (metri da p.c.)
Pz1	Terreno di coltivo con abbondanti resti vegetali e frustuli radicali	0-0,50
	Ghiaia immersa in matrice sabbiosa, colore marrone	0,50-2,00

Pozzetto	Stratigrafia	Profondità (metri da p.c.)
Pz2	Terreno di coltivo con abbondanti resti vegetali e frustuli radicali	0-0,50
	Ghiaia immersa in matrice sabbiosa, colore marrone	0,50-2,00

Pozzetto	Stratigrafia	Profondità (metri da p.c.)
Pz3	Terreno di coltivo con abbondanti resti vegetali e frustuli radicali	0-0,60
	Ciottoli e ghiaia con sabbia media, colore ocre chiaro, e livelli sabbioso-limosi	0,60-2,20

Pozzetto	Stratigrafia	Profondità (metri da p.c.)
Pz4	Terreno di coltivo con abbondanti resti vegetali e frustuli radicali	0-0,58
	Ciottoli e ghiaia con sabbia media, colore ocra chiaro, e livelli sabbioso-limosi	0,58-1,95

Pozzetto 1



Pozzetto 2



Pozzetto 3



Pozzetto 4



4) INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Per la descrizione della struttura idrogeologica del sottosuolo viene adottato il classico schema strutturale del sottosuolo della Provincia di Milano, caratterizzato dalla successione di tre unità principali, che presentano caratteri granulometrici decrescenti con la profondità; le unità idrogeologiche si succedono, dalla più superficiale alla più profonda, secondo il seguente schema:

- Litozona ghiaioso-sabbiosa: costituisce l'acquifero tradizionale comunemente sfruttato dai pozzi; risulta sede della falda libera sino a profondità massime di circa 100 metri. Presenta una buona continuità in senso orizzontale e verticale entro la totalità del territorio comunale. Litologicamente è contraddistinta da terreni prevalentemente ghiaioso-sabbiosi-ciottolosi con locali intercalazioni lenticolari di argille limose o conglomerato. Entro tale unità la falda oscilla liberamente con valori medi di soggiacenza variabili a seconda delle condizioni topografiche e geomorfologiche.
- Litozona sabbioso-argillosa: è caratterizzata da alternanze di strati a litologia ghiaioso-sabbiosa e strati argilloso-limosi con torba è presente a partire dal letto della precedente unità sino a profondità variabili mediamente da 120 a 150 metri rispetto al piano campagna, con spessori mediamente compresi tra 50 e 90 metri.
- Litozona argillosa: è caratterizzata dalla prevalenza di argille e limi più o meno sabbiosi, presenti a partire dalla base della precedente unità. Costituisce il limite inferiore impermeabile delle successioni sfruttate ai fini idropotabili.

L'andamento generale della piezometria della falda tradizionale è caratterizzato da un andamento da Nord-Ovest verso Sud-Est, con quote piezometriche nel territorio in esame che variano da circa 150 metri s.l.m. a circa 120 metri s.l.m.

La consultazione della *Carta idrogeologica*, alla scala 1:7.500 presente come allegato al P.G.T. vigente, ha permesso di stimare una quota piezometrica presso l'area di indagine compresa tra circa **144 e 145 metri s.l.m.**

Sulla base della quota media del piano campagna, come rilevabile dalla Carta Tecnica Regionale, pari a circa **162 metri s.l.m.**, è possibile indicare un valore di soggiacenza compreso tra circa **17 e 18 metri**.

5) VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITÀ IN SITO

La determinazione in sito del coefficiente di permeabilità k del terreno, in considerazione delle caratteristiche granulometriche rilevate durante la campagna geognostica è stata eseguita mediante la realizzazione di **due prove di percolazione**.

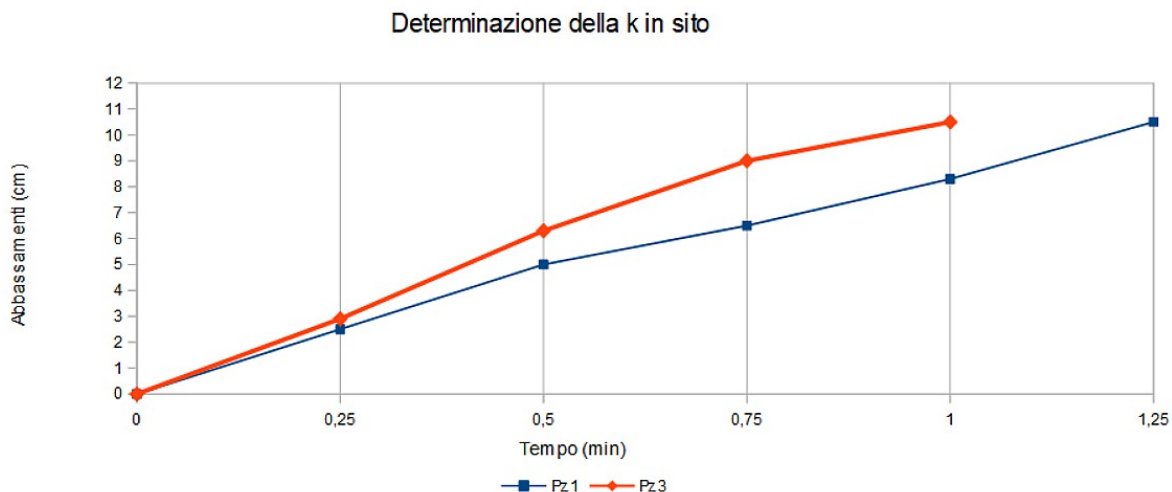
Le prove sono state condotte sulla base delle prescrizioni contenute nelle “*Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche*” edite dall’Associazione Geotecnica Italiana (1977).

Alla base del pozzetto è stato infisso uno strumento metallico di forma cilindrica, con lo scopo di limitare la sezione di afflusso, che è stato saturato attraverso il parziale riempimento con acqua e si è attesa la completa percolazione prima di dare inizio alla prova; successivamente si è proceduto alla realizzazione della *prova di permeabilità a carico variabile*, cioè si è registrato l'abbassamento del livello dell’acqua nel singolo pozzetto in funzione del tempo.

Nella seguente tabella si riassumono i dati rilevati durante le prove in sito:

Pozzetto	Tempo (min)	Abbassamento (cm)
Pz1	0	0
	0,25	2,5
	0,5	5
	0,75	6,5
	1	8,3
	1,25	10,5
Pz3	0	0
	0,25	2,9
	0,5	6,3
	0,75	9
	1	10,5

Nel seguente grafico si sono rappresentati i valori di abbassamento rispetto al tempo di durata della prova.



La valutazione del coefficiente di permeabilità è stata eseguita attraverso l'applicazione di un algoritmo empirico, valido per terreni omogenei, isotropi e con permeabilità non inferiore a 10^{-6} m/s, come nel caso in esame; nello specifico è stato adottato il seguente algoritmo:

$$k = \frac{d}{32} \cdot \frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1} \cdot \frac{1}{h_m}$$

Dove:

k coefficiente di permeabilità (m/s)

h_m altezza media dell'acqua nel pozzetto (m)

d diametro del pozzetto cilindrico (m)

$t_2 - t_1$ intervallo di tempo (sec)

$h_2 - h_1$ variazione di livello dell'acqua nell'intervallo $t_2 - t_1$ (m)

L'elaborazione dei dati raccolti durante la realizzazione delle prove eseguite in sito ha permesso di valutare una permeabilità media della porzione di sottosuolo insaturo che sarà interessata dalla dispersione delle acque meteoriche pari a **$3,54 \times 10^{-4}$ m/sec** per la prova

effettuata in corrispondenza del pozzetto Pz1 e pari a $4,80 \times 10^{-4}$ m/sec per la prova effettuata in corrispondenza del pozzetto Pz3.

I valori stimati risultano verosimili alle indicazioni bibliografiche inerenti la tipologia di terreno insaturo interessata dalla dispersione (sabbie ghiaiose) e le sue peculiarità reologiche; la prova di permeabilità ha, quindi, indicato **una permeabilità discreta dei terreni**.

Sulla base di tali valori di permeabilità è infine possibile stimare la velocità di filtrazione delle acque nel terreno; la velocità di filtrazione nel deposito è stimabile attraverso l'algoritmo proposto da Darcy e cioè:

$$v = \frac{k i}{n_e}$$

Dove:

- k permeabilità del terreno;
- i gradiente idraulico;
- n_e porosità efficace.

Il gradiente idraulico è connesso con i percorsi che l'acqua percolante compie all'interno del terreno prima di raggiungere la falda; nella porzione insatura, tali movimenti sono prevalentemente verticali e pertanto il gradiente idraulico risulterebbe molto elevato.

Tuttavia, per il presente studio, è stato cautelativamente scelto il valore di 45° , ipotizzando che possa verificarsi la presenza di un moto avente anche componente orizzontale, corrispondente ad un gradiente pari a $i=1$.

La porosità efficace n_e è stata stimata sulla base delle caratteristiche granulometriche dei terreni, considerando i valori proposti dal *Water Supply Paper (USGS)* per una serie di sedimenti; nel caso specifico è stato adottato un valore pari al 20%.

Lo sviluppo della Legge di Darcy permette quindi di stimare una velocità teorica di filtrazione pari a $1,77 \times 10^{-3} \text{ m/sec}$ per la prova effettuata in corrispondenza del pozzetto Pz1 e pari a $2,40 \times 10^{-3} \text{ m/sec}$ per la prova effettuata in corrispondenza del pozzetto Pz3.

Novara, 23 Marzo 2022.

Il Professionista incaricato:
Dott. Geol. Marco Stoppa



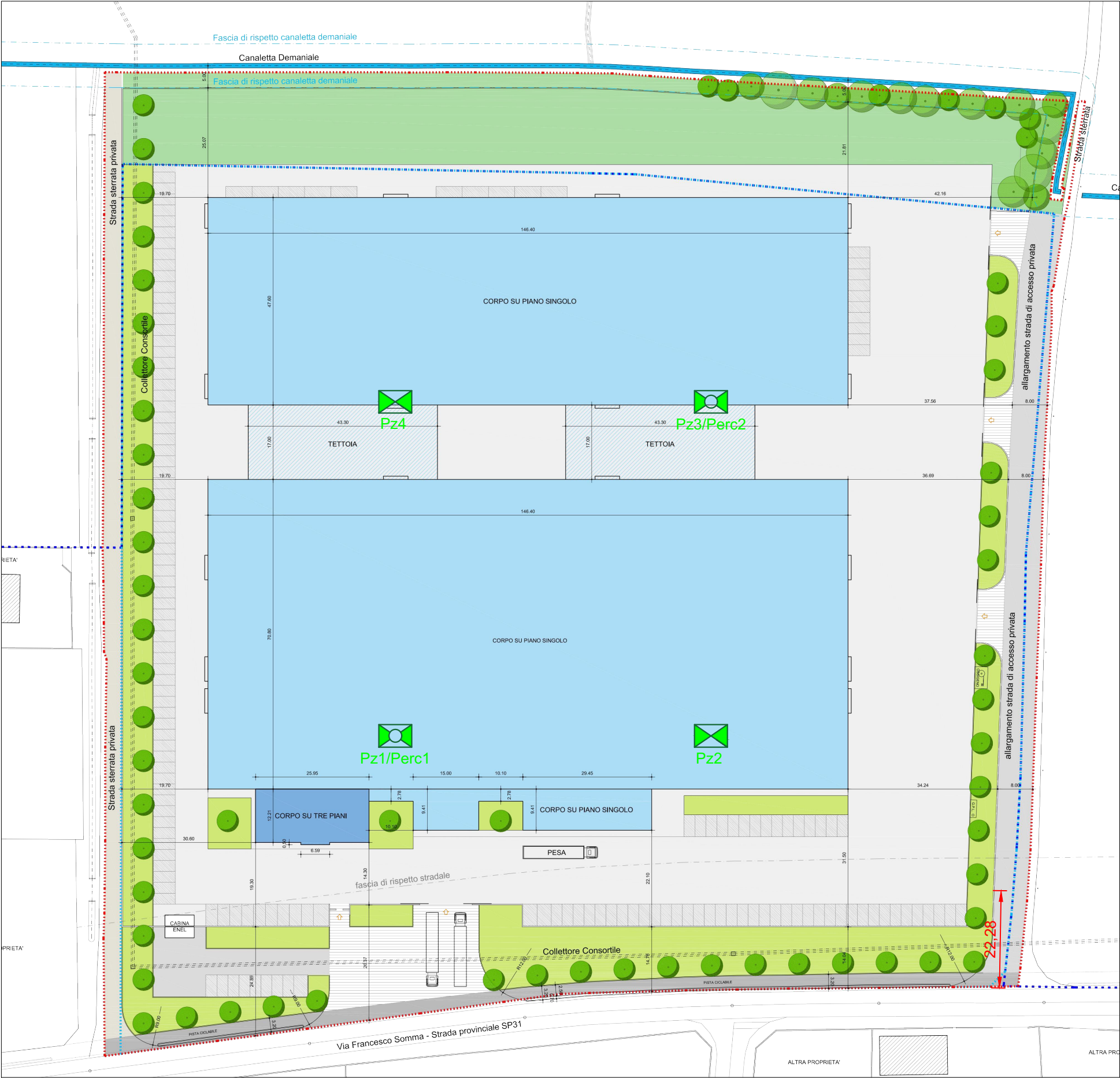
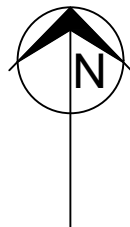
Elaborato grafico

Dott. MARCO STOPPA - GEOLOGO

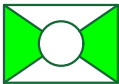
GEOLOGIA IDROGEOLOGIA E GEOLOGIA AMBIENTALE
Ordine Regionale dei Geologi del Piemonte n° 482

Strada Biandrate, 24 - 28100 Novara (NO)
Tel. 0321.407246 - 347.2540415
marco.stoppa@geologipiemonte.it

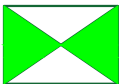
Planimetria generale - Stato di Progetto



LEGENDA



Prova di percolazione



Pozzetto geognostico

Il Progettista:



(Dott. Geol. Marco Stoppa)

Committente:

TECNOS s.r.l.
Via Sempione, 94 - 21029 Vergiate (VA)

Lavoro:

COSTRUZIONE DI UN NUOVO FABBRICATO AD USO INDUSTRIALE
Via Francesco Somma, snc - 20021 Cuggiono (MI)
RELAZIONE IDROGEOLOGICA

Elaborato:

Ubicazione prove di percolazione

Tav.

Geo.01

Scala:

1 : 1000

Data:

Marzo 2022

Dott. MARCO STOPPA — Geologo
GEOLOGIA IDROGEOLOGICA E GEOLOGIA AMBIENTALE
Ordine Regionale dei Geologi del Piemonte n.482