

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.



Sig.ri
Cerioti, Gorla, Zanzottera, Mocchetti
e Paganini

PIANO ATTUATIVO APC19c
Realizzazione strada carrabile
Via Inveruno, snc - 20038 Busto Garolfo (MI)

R1 - RELAZIONE GEOLOGICA
R2 - RELAZIONE GEOTECNICA
R3 - RELAZIONE DI FATTIBILITA'

"Norme tecniche per le costruzioni" Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018

Circolare esplicativa n.7 C.S.LL.PP. Del 21 gennaio 2019

Regione Lombardia, L.R. 33/2015, D.G.R. 5001/2016 e D.G.R. 2616/2011

Dott. Geol. Marco Stoppa

Settembre 2022



INDICE

1) PREMESSA.....	3
2) NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
3) INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO.....	7
3.1) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO.....	7
3.2) INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRATIGRAFICO.....	9
3.3) INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	13
4) IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	15
5) PREDISPOSIZIONE ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA.....	16
6) CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	18
6.1) ZONA SISMICA.....	21
7) CAMPAGNA GEOGNOSTICA.....	23
7.1) PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE TIPO SCPT.....	23
7.2) INDAGINI GEOFISICHE MEDIANTE TECNICA DEI RAPPORTI SPETTRALI O HVSR.....	24
7.2.1) STIMA DELLA VELOCITÀ EQUIVALENTE DI PROPAGAZIONE V_{SEQ}	28
7.3) POZZETTI GEOGNOSTICI.....	29
8) APPROFONDIMENTO SISMICO DI SECONDO LIVELLO (L.R. 12/05 E S.M.I.).....	31
9) SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE DEL TERRENO.....	32
10) VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ DELL'OPERA DA REALIZZARE IN RELAZIONE ANCHE AGLI USI ALLA QUALE ESSA È DESTINATA.....	33
11) MODELLO GEOLOGICO.....	36
12) MODELLO GEOTECNICO.....	38
13) CONSIDERAZIONI PROGETTUALI CONCLUSIVE.....	39

Elenco Allegati:

- Allegato I) Parametri sismici locali;
- Allegato II) Grafici interpretativi prove penetrometriche tipo SCPT;
- Allegato III) Report prova geofisica;
- Allegato IV) M9 e M10 D.G.R. 2616/2011.

Elaborato grafico:

- Geo.01 Ubicazione indagini geognostiche.

1) PREMESSA

I sig.ri Ceriotti Giordano, Ceriotti Giuseppina, Gorla Antonella, Gorla Betty Battistina, Gorla Massimo Giuseppe, Zanzottera Angela Carla, Zanzottera Cinzia Angela Maria, Ceriotti Emilia, Mocchetti Fabio, Paganini Riccardo Domenico e Negroni Marina Bernardetta hanno incaricato lo Studio scrivente di realizzare le verifiche geologiche, sismiche e geognostiche a corredo della progettazione degli interventi necessari alla realizzazione di una strada carrabile di accesso che collegherà la Via Inveruno al futuro quartiere residenziale che verrà sviluppato in Comune di Busto Garolfo (MI).

Al fine di caratterizzare geotecnicamente la porzione di sottosuolo che sarà interessata dalla realizzazione della strada in progetto si è eseguita un'apposita campagna geognostica; nella presente documentazione, quindi, si forniranno i risultati derivanti dall'interpretazione dei dati stratigrafici rilevati durante le indagini e si effettueranno, sulla base di un apposito modello geotecnico, le verifiche di sicurezza degli scavi effettuati per la posa della rete di raccolta delle acque meteoriche dilavanti la strada.

Si precisa che nella parte conclusiva della presente documentazione si effettueranno alcune delle verifiche di cui al punto 6.2.4 dal Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018, rimandando ad altro Professionista il completamento delle verifiche di sicurezza e delle prestazioni dell'opera in progetto.

Tutto ciò premesso, la presente **Relazione Geologica-R1 e Relazione Geotecnica-R2** sono state redatte, per quanto di competenza, in conformità a quanto disposto rispettivamente ai punti 6.2.1 e 6.2.2 dal Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018, che ha approvato le *Norme Tecniche per le Costruzioni*, e la Circolare esplicativa del 21 Gennaio 2019 n.7 C.S.LL.PP., pubblicate dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, come meglio specificato nel successivo capitolo.

Inoltre, la presente documentazione è redatta, ove applicabile, con riferimento ai contenuti

delle “*Linee Guida NTC08*” predisposte dal Gruppo Interregionale dell'Ordine dei Geologi nel Luglio 2010, oltre che applicando gli standard metodologici e di lavoro di cui al “*Progetto qualità 2010*” editi dal Consiglio Nazionale dei Geologi.

infine, la presente documentazione rappresenta anche la **Relazione Geologica di Fattibilità-R3** conforme al punto 4 della D.G.R. IX/2616/2011 ed alle norme geologiche del vigente P.G.T. comunale, ove applicabile, poiché il sito è classificato nella Carta di Fattibilità in **Classe 3** - *fattibilità con consistenti limitazioni*.

2) NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nel presente capitolo si richiamano le principali norme di settore applicate:

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. 17/01/18. *Circolare 21 Gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.*

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con D.M. 14/01/08 - Cessazione del regime transitorio di cui all'art. 20 comma 1 del decreto-legge 31/12/2007 n. 248. *Circolare 5 Agosto 2009*

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. *Allegato al voto n.36 del 27/07/2007*

Eurocodice 8 (1998): Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica - Parte I: regole generali

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica - Parte II: progettazione assistita da prove di laboratorio

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica - Parte III: progettazione assistita da prove in sito

Regione Lombardia - DGR 7/11/2003 n.14964

Disposizioni preliminari per l'attuazione dell'OPCM 20/03/2003 n. 3274

Regione Lombardia - DGR 30/11/2011 n. 2616

Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 comma 1 della L.R. 11/3/2005 n.12

Regione Lombardia - DGR 11/7/2014 n. X/2129

Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000 art.3 comma 108 lett. d)

Regione Lombardia - DGR 8 ottobre 2015 - n. X/4144

Ulteriore differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con d.g.r. 11 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»

Regione Lombardia - DGR 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 LR 33/2015).

Gruppo Interregionale Ordine dei Geologi

Linee Guida NTC08 (Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 18/01/2008).

Consiglio Nazionale dei Geologi

“Progetto qualità 2010”-Relazione Geologica: standard metodologici e di lavoro.

Comune di Busto Garolfo (MI) - Piano di Governo del Territorio

Relazione geologica illustrativa e Norme geologiche di piano.

3) INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Nei successivi capitoli si fornirà la descrizione dell'assetto geografico, geomorfologico, geologico ed idrogeologico del sito in esame.

3.1) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO

Il Comune di Busto Garolfo è ubicato nella porzione settentrionale della Città Metropolitana di Milano, nella fascia di territorio meridionale dell'alta pianura lombarda, ad un'altitudine media di 173 m s.l.m.

Il sistema idrografico superficiale è caratterizzato dalla presenza del Canale Villoresi e da una fitta rete di rogge e derivatori che formano una rete di corpi idrici in corrispondenza del settore meridionale del territorio comunale.

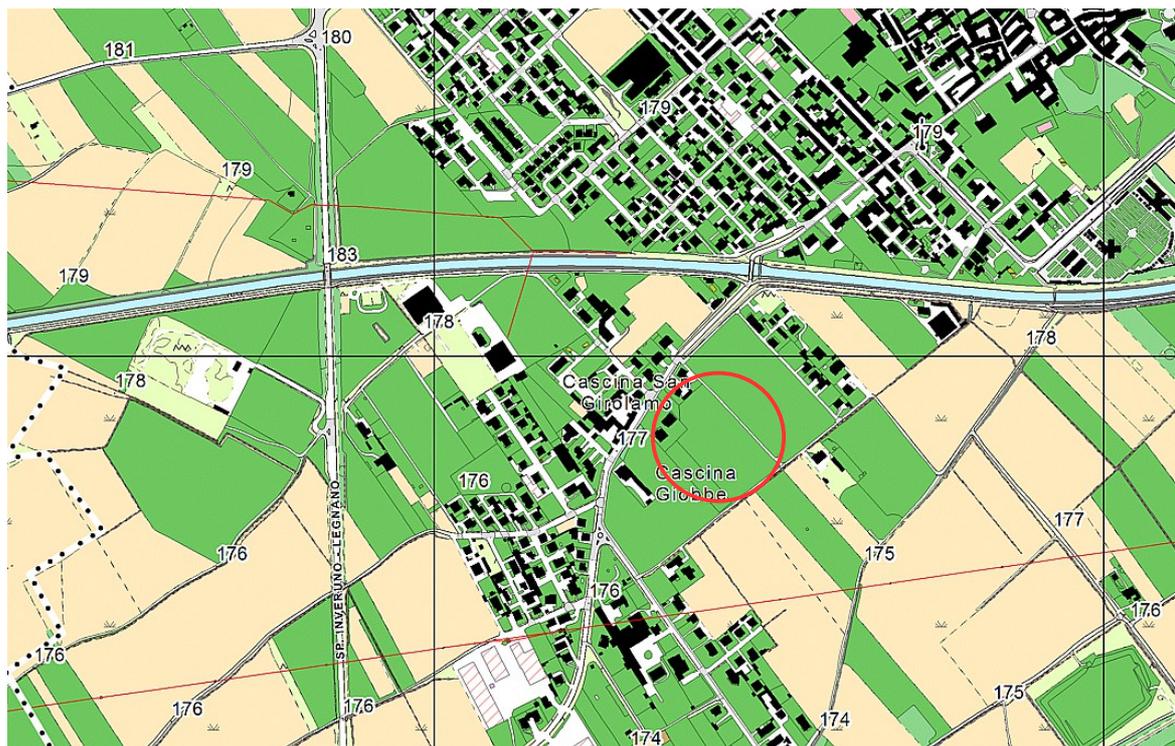
L'area che sarà interessata dagli interventi in progetto è caratterizzata da un andamento planoaltimetrico regolare e sub-pianeggiante; nel dettaglio, il sito è rappresentato nella Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia alla scala 1:10.000 alla sezione A6d1 "Busto Garolfo", di cui uno stralcio è riportato nella pagina seguente e presenta una quota altimetrica, dedotta dalla cartografia citata, che risulta mediamente pari a circa **176 metri s.l.m.**

Dal punto di vista geografico, il baricentro dell'area oggetto di intervento è circa identificabile alle seguenti coordinate, tratte dalla medesima cartografia citata:

WGS84 UTM 32N

490.422,88 Est – 5.042.870,49 Nord

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



 Area di indagine.

3.2) INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRATIGRAFICO

Il territorio comunale appartiene al cosiddetto “Livello Fondamentale della Pianura”, costituito da depositi pleistocenici ad opera degli scaricatori fluvioglaciali provenienti dai fronti di espansione dei ghiacciai; questi sono classificati nella letteratura tradizionale come “Diluvium Recente”.

Le acque di fusione dei ghiacciai hanno determinato un innalzamento del livello della pianura fino all'odierna morfologia, in successione ai sedimenti di origine marina costituiti principalmente dalle argille (che si ritrovano a profondità mediamente maggiori di 90-100 metri rispetto all'attuale piano campagna).

Durante il periodo seguente, l'Olocene, si sono depositi i sedimenti ghiaioso-sabbiosi (“Alluvium antico”) che hanno determinato i terrazzi attuali tipici soprattutto delle aree più a nord rispetto all'areale in esame.

Da un punto di vista morfologico i terrazzamenti si sono originati dall'azione erosiva esercitata dei corsi d'acqua principali con l'azione preponderante svolta dalle alluvioni fluvioglaciali riconducibili alla glaciazione di età wurmiana.

I depositi wurmiani costituiscono la quasi totalità del territorio comunale; sono caratterizzati genericamente da ghiaie e sabbie in matrice limosa con locali lenti argillose; nell'ambito del livello fondamentale, da questi costituito, è rilevabile una variazione dei termini più fini passando dal settore settentrionale a quello meridionale.

La variazione è funzione della riduzione dell'energia dell'agente di trasporto procedendo verso sud; i depositi wurmiani, a differenza di quelli più antichi rissiani e mindelliani, presentano superiormente un livello sabbioso-argilloso che convoglia grosse quantità d'acqua verso gli orizzonti sottostanti, a determinare un importante mezzo per l'alimentazione della falda superficiale.

Nello specifico dei terreni in esame la litologia caratteristica è rappresentata da ghiaia e sabbia debolmente limosa inglobante ciottoli di dimensioni variabili da 20 a 35 metri e rari trovanti.

I caratteri sedimentologici specifici sono quelli dei depositi alluvionali: clasti con grado di arrotondamento variabile da sub-arrotondato ad arrotondato e alterazione limitata o assente; la pertinenza dei depositi ghiaiosi è di tipo alpino con elementi granitici, granodioritici e porfirici; subordinati i clasti di origine sedimentaria di pertinenza prealpina.

Tali depositi sono ricoperti da uno strato di alterazione superficiale di spessore contenuto (0,6-1,0 metri) e composto da sedimenti limoso-sabbiosi di colore variabile da marrone a marrone-rossiccio (parte basale dell'orizzonte) localmente associati a ghiaia di varia pezzatura (prevalentemente medio-fine); la morfologia del livello fondamentale della pianura si presenta assai uniforme.

Lo spessore della coltre diluviale inferiore è stato identificato in modo differenziato a seconda della precisa struttura stratigrafica a livello locale; i limiti stratigrafici basali sono stati identificati con il ceppo, le argille sommitali del diluvium antico e medio e le argille villafranchiane.

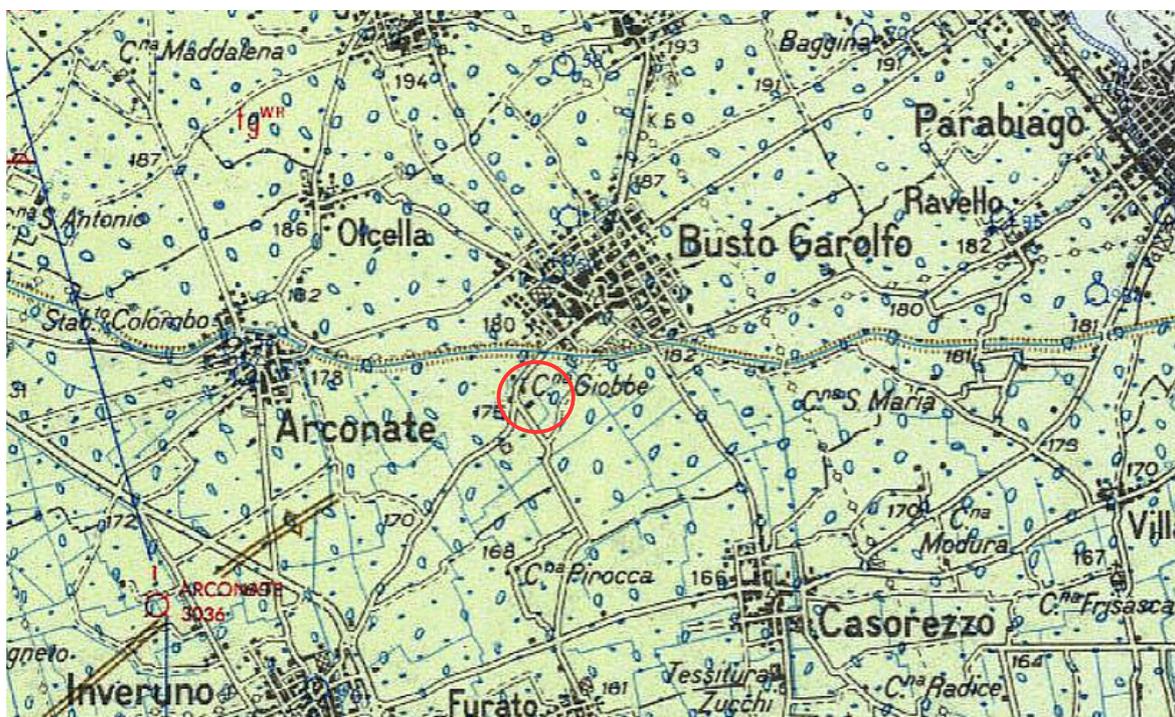
Nelle zone a litologia ghiaiosa prevalente, come il ceppo in esame, lo spessore del diluvium varia sensibilmente a seconda delle zone specifiche con potenze variabili da 10 metri sino ad oltre 60 metri; invece nelle zone meridionali della pianura a sabbie e argille prevalenti, il limite formazionale inferiore è assai incerto in seguito alla difficile distinzione delle litofacies specifiche relative alla differenti unità.

Per quanto riguarda la cartografia geologica, il territorio comunale di Busto Garolfo ricade nel Foglio n. 44 “*Novara*” della Carta Geologica d’Italia, alla scala 1:100.000, di cui si

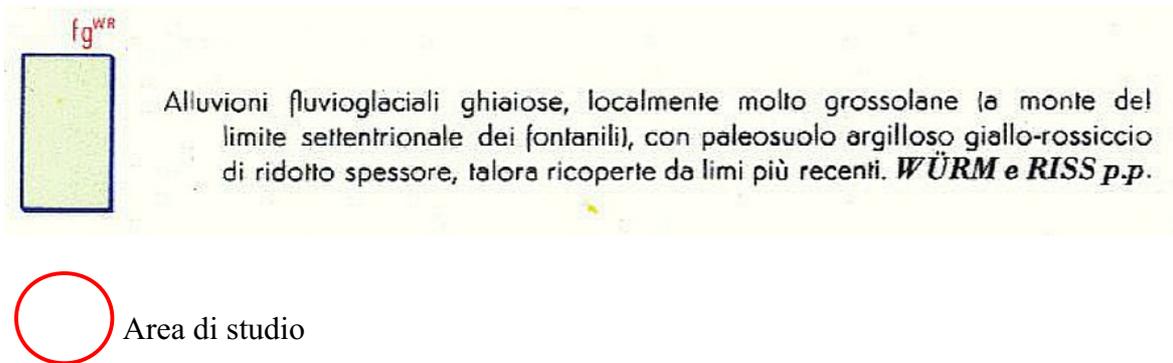
allega un estratto, non in scala; la cartografia geologica è tratta dal “Repertorio completo della cartografia geologica d’Italia” edito dall’ex A.P.A.T. (Azienda per la Protezione dell’Ambiente e per i Servizi Tecnici), ora I.S.P.R.A.

Nella medesima cartografia geologica è stata evidenziata l’area di interesse e di seguito vengono riportate le descrizioni delle formazioni geologiche d’interesse.

Foglio 44 “Novara”



LEGENDA (Formazioni d’interesse):



La valutazione del locale assetto stratigrafico è stata effettuata consultando la documentazione relativa ad un pozzo dell'acquedotto comunale, ubicato in Via Gorizia, ed identificato dal codice 0150410007.

La documentazione consultata indica che al di sotto del terreno vegetale, dello spessore di 30 cm, è stato attraversato un livello di ghiaia mista leggermente argillosa sino alla profondità di 3 metri, seguito da strati di ghiaia mista con sabbia e ciottoli sino a 51,5 metri dal piano campagna.

Al di sotto è stato intercettato un orizzonte di sabbia mista molto argillosa sino a 63,5 metri, seguito da un livello di 3,5 metri di spessore di argilla gialla sabbiosa; a maggiori profondità è stato intercettato uno orizzonte di ghiaia mista con sabbia sino a 72,5 metri, seguito da uno strato di sabbia molto argillosa sino a 91,5 metri.

Tra le profondità di 91,5 e 99 metri è stato intercettato un orizzonte di argilla gialla sabbiosa compatta, seguito da uno strato di sabbia molto argillosa con ghiaia sino a 109 metri; l'ultimo orizzonte intercettato dalla perforazione, che aggiunge la profondità di 120 metri, è costituito da ghiaia e sabbia.

3.3) INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Per la descrizione della struttura idrogeologica del sottosuolo viene adottato il classico schema strutturale del sottosuolo della Città Metropolitana 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 una direttrice Nord-Sud con vergenza verso Sud, con isopiezometriche disposte all'incirca parallelamente in direzione Est-Ovest.

Le quote piezometriche nel territorio in esame variano da circa 165 metri s.l.m. a circa 153 metri s.l.m., con un gradiente idraulico medio variabile tra il 4 e il 6‰.

Nell'anno medio la falda è soggetta ad oscillazioni stagionali, che vedono in genere un periodo di innalzamento da aprile ad agosto ed un abbassamento da settembre ad aprile; si stima che le escursioni annue risultino contenute mediamente entro 1-2 metri.

Le oscillazioni stagionali sono legate all'alimentazione, rappresentata dall'infiltrazione efficace legata alle precipitazioni e , principalmente, alle irrigazioni, oltre al deflusso della falda a monte.

La consultazione della Tav. 3a “*Carta idrogeologica*”, alla scala 1:10.000, presente come allegato al P.G.T. vigente, ha permesso di stimare una quota piezometrica presso l’area di indagine pari a circa **158 metri s.l.m.**

Sulla base della quota media del piano campagna, come rilevabile dalla Carta Tecnica Regionale, pari a circa **176 metri s.l.m.**, è possibile indicare un valore di soggiacenza pari a circa **18 metri**.

4) IDROGRAFIA SUPERFICIALE

All'interno del territorio in esame non si rileva la presenza di corsi d'acqua naturali, essendo la rete idrografica interessata da canalizzazioni artificiali che si diramano del Canale Villoresi, con finalità esclusivamente di tipo irriguo.

Il **Canale Villoresi**, esistente dal 1884 e distante circa 180 metri in direzione Nord dalla proprietà, deriva le acque del Ticino dalla diga di Panperduto ubicata nel Comune di Somma Lombardo e, dopo un percorso di circa 82 km, confluisce nel Fiume Adda (in Comune di Groppello di Cassano d'Adda).

In posizione meridionale rispetto alla zona industriale di Busto G. si dirama il Canale derivatore di Corbetta, la cui asta all'incirca orientata N-S, occupa la zona orientale del territorio.

Dal Villoresi e dal derivatore di Corbetta si originano altri canali diramatori e colatori, aventi finalità di irrigazione ad uso agricola per la zona sud non urbanizzata.

5) PREDISPOSIZIONE ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA

In considerazione della Tav. 8 “*Carta di Fattibilità geologica*” alla scala 1:5.000, presente come allegato al P.G.T. vigente, l'area che sarà oggetto di intervento è classificata in **Classe 3c - fattibilità con consistenti limitazioni**.

Caratteristiche generali

La porzione di territorio comunale esterna all'urbanizzato è contraddistinto da elevata vulnerabilità dell'acquifero superficiale; l'elevata permeabilità dei terreni superficiali è la soggiacenza della falda idrica, presente a profondità variabile mediamente tra 15 e 25 metri rispetto al piano campagna e la buona capacità di infiltrazione delle acque superficiali nel sottosuolo, determinano tale condizione.

Utilizzo delle aree

Non si rilevano specifiche controindicazioni di carattere geologico all'urbanizzazione o alla modifica di destinazione d'uso del suolo e all'utilizzo delle aree in genere; *è pertanto consentita qualunque tipo di opera edificatoria, vincolata al rispetto della salvaguardia della falda idrica.*

Interventi ed indagini da prevedere

1. I progetti dovranno essere corredati dalle indagini geognostiche (opportunamente dimensionate in funzione dalla tipologia ed estensione dell'intervento edilizio) e dalla relazione geologica e geotecnica ai sensi del D.M. 17.01.18, per qualsiasi azione edificatoria ed opera ammissibile.
2. Dovranno essere fornite valutazioni sull'impatto delle opere in progetto nei confronti della vulnerabilità della risorsa idrica sotterranea, indicando dettagliatamente le opere di mitigazione del rischio e la messa in sicurezza di eventuali attività produttive o infrastrutture potenzialmente inquinanti, per le quali dovrà essere predisposto anche un adeguato sistema di monitoraggio ambientale da definire in relazione alla tipologia di intervento prevista.

3. Sono sempre da prevedere opere di regimazione delle acque meteoriche e la predisposizione dei più idonei sistemi di collettamento e/o trattamento delle acque reflue, in ottemperanza al R.R. n.3 del 24/03/06.

Dal punto di vista della pericolosità individuata dal P.G.T., la tipologia di opera in progetto non intercetterà la locale falda acquifera, neanche con le proprie opere di fondazione.

Inoltre, i materiali naturali di risulta degli scavi delle opere di fondazione che non potranno essere riutilizzati nell'ambito degli interventi edilizi, saranno *condotti in una discarica autorizzata* ai sensi di legge; *potrà inoltre essere eventualmente valutata l'applicazione, per i terreni naturali di splateamento, delle disposizioni di cui al D.P.R. 120/2017, finalizzate al recupero delle terre e rocce da scavo.*

Ai sensi dell'art. 24 comma 1) del medesimo regolamento, per l'eventuale riutilizzo presso il medesimo sito di produzione delle terre e rocce, sarà necessario eseguire le verifiche analitiche di cui all'Allegato 4 del più volte citato DPR 120/17.

In tale ambito, nel caso in cui si rilevassero evidenze organolettiche ed olfattive riconducibili a stati di contaminazione potenziale del sottosuolo, si provvederà ad eseguire un campionamento rappresentativo del terreno interessato e successive idonee verifiche di laboratorio, al fine di accertare le condizioni di cui all'art. 242 del D.L.vo 152/2006 e s.m.i.

6) CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Con riferimento al Capitolo 3.2 delle NTC18, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di interesse.

Per quanto di competenza, nel presente capitolo si valuteranno, quindi, le condizioni stratigrafiche e topografiche del sito, al fine di definire l’azione sismica locale di progetto; essa deve essere definita valutando l’influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale.

Le condizioni stratigrafiche possono essere valutate sulla stima dei valori della *velocità equivalente di propagazione delle onde sismiche di taglio* $V_{s,eq}$; in base a tale grandezza si identificano le seguenti categorie del suolo di fondazione:

- A** - *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
- B** - *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
- C** - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine 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.
- D** - *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti*, con profondità del substrato superiore a 30 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.

E - 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.

Rimandando per ulteriori dettaglio ai Capitoli successivi, l'indagine eseguita in sito ha permesso di rilevare una velocità delle onde sismiche equivalente a 30 metri di profondità*) $V_{S_{30}} = 315,32$ m/sec e, quindi, i terreni ove verrà realizzata la strada di accesso al quartiere residenziale in previsione possono essere classificati nella categoria di **tipo C**.

La condizione topografica del sito in esame è classificabile, nel rispetto di quanto prescritto nel Capitolo 3.2.2 delle NTC18 e di quanto descritto al Capitolo 3.1, quale **tipo T1**, essendo l'area sub-pianeggiante.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali è definito dalle seguenti espressioni:

coordinate punto medio del sito (tratte dal Software GeoStru in WGS84):

45,539462 Lat. - 8,877215 Long.

Vita Nominale Struttura $V_N = 50$ anni

Classe d'Uso $C_U = II$

(Reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o Classe d'uso IV, ecc.- Cap. 2.4.2 NTC18).

*) Per depositi con profondità del substrato sismico, caratterizzato da V_s non inferiore a 800 m/s, superiori a 30 m, la velocità equivalente è definita dal parametro $V_{S_{30}}$, considerando le proprietà degli strati di terreno sino a tale profondità. (Cap. 3.2.2 NTC18)

*Siti di riferimento *)::*

Sito	ID	Lat.	Long.	Distanza (m)
Sito 1	11812	45,5461	8,8542	1977,677
Sito 2	11813	45,5488	8,9254	3784,600
Sito 3	12035	45,4988	8,9292	6091,152
Sito 4	12034	45,4961	8,8581	5167,023

Parametri sismici:

Stato limite **)	Prob. superamento	Tr	ag	F _o	T _c *
SLO	81%	30 anni	0,015 g	2,546	0,159 sec
SLD	63%	50 anni	0,019 g	2,527	0,167 sec
SLV	10%	475 anni	0,039 g	2,656	0,284 sec
SLC	5%	975 anni	0,047 g	2,694	0,306 sec

Coefficienti sismici:

Stato limite	Ss	Cc	St	Kh	Kv	a _{max} (m/sec ²)	Beta
SLO	1,500	1,920	1,000	0,005	0,002	0,227	0,200
SLD	1,500	1,890	1,000	0,006	0,003	0,282	0,200
SLV	1,500	1,590	1,000	0,012	0,006	0,574	0,200
SLC	1,500	1,550	1,000	0,014	0,007	0,687	0,200

Periodi di riferimento della componente orizzontale dell'accelerazione:

Stato limite	T _c *	T _b	T _c	T _d
SLO	0,159 sec	0,102 sec	0,305 sec	1,660 sec
SLD	0,167 sec	0,105 sec	0,316 sec	1,676 sec
SLV	0,284 sec	0,151 sec	0,452 sec	1,756 sec
SLC	0,306 sec	0,158 sec	0,474 sec	1,788 sec

*) Le coordinate sono espresse in gradi centesimali ed in ED50

) **SLO Stato Limite di Operatività
SLD Stato Limite di Danno
SLV Stato Limite di salvaguardia della Vita
SLC Stato Limite di prevenzione del Collasso

I valori dello spostamento orizzontale d_g e della velocità orizzontale v_g massimi del terreno, considerando lo *Stato Limite SLV*, sono, quindi, così definibili:

$$d_g = 0,0011608038 \text{ mm} \qquad v_g = 0,00423072 \text{ m/sec}$$

L'azione sismica locale così stimata verrà combinata, in funzione di specifici approcci progettuali (DA), con le altre componenti di azione e resistenza per lo svolgimento delle verifiche di sicurezza delle opere di fondazione previste dalle NTC18.

Nell'Allegato I) si riportano gli spettri di risposta sismica locale definiti per il sito in esame.

6.1) ZONA SISMICA

Con riferimento all'individuazione dell'area in esame da un punto di vista sismico, si richiama quanto disposto nell'Allegato 3 dell'*Ordinanza del 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 territorio comunale di Busto Garolfo, in considerazione anche della **Regione Lombardia - DGR 11/7/2014 n. X/2129** “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000 art.3 comma 108 lett. d)”, ricade in **zona sismica 4**, presentando una $A_{g_{max}}$ pari a 0,039252.

Con il Decreto del Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018 (§ Capitolo 2) sono state approvate le nuove norme tecniche per le costruzioni che definiscono i principi generali per il progetto, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni e forniscono i criteri generali di sicurezza a tutela della pubblica incolumità; le predette norme tecniche sono entrate in vigore a partire dal 23 marzo 2018 e si applicano indistintamente a tutte le costruzioni, indipendentemente dalla zona di classificazione sismica in cui sono realizzate.

E' pertanto concluso il periodo transitorio durante il quale era consentito alle Regioni di non introdurre la progettazione antisismica in zona 4.

Per quanto di competenza, le successive verifiche di sicurezza agli **SLU** ed agli **SLE** delle opere di fondazione saranno condotte, oltre che in condizioni statiche, anche applicando i valori di accelerazione di picco del suolo sito specifici e previsti dall'Allegato A e B del DM 17/01/18.

7) CAMPAGNA GEOGNOSTICA

Per la caratterizzazione dei terreni interessati dalla realizzazione dell'opera in progetto e per la definizione di dettaglio della stratigrafia locale, sono state eseguite, nell'ambito del presente studio, delle specifiche indagini in sito.

La campagna geognostica, in considerazione dell'entità degli interventi edilizi in progetto e per maggiore completezza, ha comportato la realizzazione di una prova geofisica mediante tecnica dei rapporti spettrali o HVSR, di prove penetrometriche dinamiche continue tipo SCPT eseguite in sito e di pozzetti geognostici.

L'ubicazione, rappresentata nell'Elaborato Geo.01, e le caratteristiche intrinseche delle indagini rispettano i criteri e le procedure proposte dall'A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) nelle “*Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche*”, giugno 1977.

7.1) PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE TIPO SCPT

La campagna geognostica effettuata in sito ha previsto la realizzazione di **cinque prove penetrometriche dinamiche continue S.C.P.T. (standard continuous penetration test)**, spinte fino a profondità significativa per l'intervento in progetto.

L'indagine è stata realizzata mediante *penetrometro dinamico standard* il quale presenta le seguenti caratteristiche costruttive:

- | | |
|--|----------|
| - peso del maglio: | 63,5 Kg; |
| - altezza di caduta | 75 cm; |
| - angolo al vertice della punta conica | 60°; |
| - apertura punta conica | 51 mm; |
| - diametro aste | 34 mm; |

- diametro esterno del rivestimento 48 mm;
- lunghezza aste 100 cm.

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infissione nel terreno di una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta d'acciaio; l'infissione avviene per battitura facendo cadere, da un'altezza costante, un maglio avente un peso standard.

Scopo dell'infissione è misurare il numero di colpi (N_{SCPT}) occorrente per infiggere la punta di un tratto di 20 cm.

Il valore di N_{SCPT} è in funzione della natura del materiale attraversato, del grado di addensamento, della resistenza al taglio e dell'energia assorbita e dissipata dalle aste.

Il terreno è stato investigato a partire dal piano campagna attuale ed è stata raggiunta una profondità massima compresa tra 3,0 e 4,4 metri per rifiuto alla penetrazione.

In allegato si forniscono i grafici interpretativi delle prove penetrometriche eseguite in sito (Allegato II).

7.2) INDAGINI GEOFISICHE MEDIANTE TECNICA DEI RAPPORTI SPETTRALI O HVSR

Lo scopo di questa indagine è la caratterizzazione sismica del sottosuolo e, in particolare, l'individuazione delle discontinuità sismiche nonché la profondità della formazione rocciosa compatta (bedrock geofisico); con tale metodo viene stimata la velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente V_s , come richiesto dalle vigenti Norme Tecniche per le costruzioni (§ Cap. 2).

L'indagine geofisica proposta si avvale della metodologia basata sulla tecnica di Nakamura e sul rapporto spettrale H/V.

La tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazione esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque; i risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono:

- la **frequenza caratteristica di risonanza del sito** che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;
- la **frequenza fondamentale di risonanza di un edificio**, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso. In seguito sarà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito e capire se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;
- la **velocità media delle onde di taglio V_s** calcolata tramite un apposito codice di calcolo. È necessario, per l'affidabilità del risultato, conoscere la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.) e riconoscibile nella curva H/V. E' possibile calcolare la V_{eq} e la relativa categoria del suolo di fondazione come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17 gennaio 2018;
- la **stratigrafia del sottosuolo** con un range di indagine compreso tra 0.5 e 700 m di profondità, anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri. Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Le basi teoriche della tecnica HVSR si rifanno in parte alla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) e in parte alla teoria dei microtremiti; la forma di un'onda registrata in un sito x da uno strumento dipende:

1. dalla forma dell'onda prodotta dalla sorgente s ,
2. dal percorso dell'onda dalla sorgente s al sito x (attenuazioni, riflessioni, rifrazioni,

incanalamenti per guide d'onda),
3. dalla risposta dello strumento.

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre; si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto piccole, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato *ad hoc*, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.

Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartato dalla sismologia classica, contiene informazioni; questa informazione è però "sepolta" all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune.

Una di queste tecniche è la teoria dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSR che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali dei sottosuoli; informazione di notevole importanza nell'ingegneria sismica.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale che rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra-leggeri e ultra-compatti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni.

Lo strumento racchiude al suo interno tre velocimetri elettrodinamici ortogonali tra loro ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz; i dati vengono memorizzati in una scheda di memoria interna da 512 Mb, evitando così la presenza di qualsiasi cavo che possa introdurre rumore meccanico ed elettronico.

In fase operativa si sono seguite le seguenti operazioni:

1. il rumore sismico è stato registrato nelle sue tre componenti per un intervallo di tempo dell'ordine delle decine di minuti (nel caso specifico 30 minuti);
2. la registrazione è stata suddivisa in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno;
3. per ogni segmento viene eseguita un'analisi spettrale del segmento nelle sue tre componenti,
4. per ciascun segmento si calcolano i rapporti spettrali fra le componenti del moto sui piani orizzontale e verticale,
5. vengono calcolati i rapporti spettrali medi su tutti i segmenti.

Per la determinazione delle velocità delle onde di taglio si utilizza un codice di calcolo appositamente creato per interpretare i rapporti spettrali (HVSR) basati sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli secondo la teoria descritta in AKI (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981).

Il codice può elaborare modelli con qualsiasi numero di strati, in qualsiasi intervallo di frequenze e in un qualsiasi numero di modi (fondamentale e superiori).

Operativamente si costruisce un modello teorico HVSR avente tante discontinuità sismiche quante sono le discontinuità evidenziate dalla registrazione eseguita.

Successivamente, tramite uno specifico algoritmo, si cercherà di adattare la curva teorica a quella sperimentale; in questo modo si otterranno gli spessori dei sismostrati con la relativa velocità delle onde Vs.

Nel presente lavoro si sfrutterà la teoria di Nakamura che relaziona lo spettro di risposta del substrato roccioso (rapporto spettrale H/V = 1) con quello effettivamente misurato in superficie.

L'interpretazione dei dati acquisiti consente di correlare il valore di picco dello spettro di risposta HVSR con la profondità del substrato roccioso compatto (bedrock geofisico) e di individuare una corrispondenza tra i valori di frequenza relativi alle discontinuità sismiche e i cambi litologici presenti nell'immediato sottosuolo.

Interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del moto fondamentale dell'onda di Rayleigh ed i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, si può ricavare il valore di frequenza caratteristica del sito.

Sapendo che ad ogni picco in frequenza corrisponde una profondità [m] dell'orizzonte che genera il contrasto d'impedenza si può estrapolare una stratigrafia geofisica del sottosuolo.

Nell'Allegato III) si riporta il report di sintesi delle elaborazioni eseguite, in cui s'illustrano i risultati dell'indagine geofisica e la qualità del segnale acquisito in base al progetto SESAME (Linee guida 2005) mentre nell'allegato elaborato Geo.01 è ubicato il sito di indagine ed il punto di installazione della strumentazione geofisica; nel dettaglio, per l'affidabilità della curva HVSR devono essere positivi i primi tre parametri mentre per avere un chiaro e pulito segnale del picco massimo devono essere soddisfatti almeno cinque dei sei criteri espressi dal protocollo SESAME.

7.2.1) STIMA DELLA VELOCITÀ EQUIVALENTE DI PROPAGAZIONE $V_{S_{EQ}}$

Nel seguente capitolo si sintetizzano i risultati delle elaborazioni effettuate per la stima della velocità equivalente delle onde di taglio di superficie $V_{S_{eq}}$, così come imposto dalla vigente normativa tecnica (§ Cap.2); si rimanda alla relazione di cui all'Allegato III) al presente documento per ogni ulteriore dettaglio.

Si precisa, che come previsto al Cap. 3.2.2 delle NTC18, che nel caso in esame, essendo i depositi con profondità del substrato sismico, caratterizzato da V_s non inferiore a 800 m/s,

superiori a 30 m, la velocità equivalente è definita dal parametro V_{S30} , considerando le proprietà degli strati di terreno sino a tale profondità; per fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse.

VELOCITÀ MEDIA (V_{S30}): 315,32 m/s

categoria di suolo (Cap. 3.2.2 NTC18): **C**

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine 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.

7.3) POZZETTI GEOGNOSTICI

Nell'ambito delle indagini volte alla valutazione della permeabilità in sito sono stati realizzati **n. 5 pozzetti geognostici**, i quali hanno permesso di rilevare la stratigrafia superficiale dell'area di interesse, le cui osservazioni stratigrafiche sono riportate nelle tabelle alla pagina seguente.

Pozzetto	Stratigrafia	Profondità (metri da p.c.)
Pz1	Terreno vegetale con frustuli radicali	0-0,25
	Sabbia e ghiaia con qualche ciottolo, colore marrone scuro	0,25-0,65
	Sabbia e ghiaia con qualche ciottolo, colore marrone chiaro	0,65-1,28
	Sabbia con abbondanti ciottoli colore marrone-grigio	1,28-2,25

Pozzetto	Stratigrafia	Profondità (metri da p.c.)
Pz2	Terreno vegetale con frustuli radicali	0-0,20
	Sabbia con rari ciottoli sparsi, colore marrone	0,20-0,54
	Ghiaia con ciottoli in matrice sabbiosa colore ocra	0,54-0,87
	Ciottoli abbondanti con ghiaia in matrice sabbiosa colore marrone-grigio	0,87-2,30

Pozzetto	Stratigrafia	Profondità (metri da p.c.)
Pz3	Terreno vegetale con frustuli radicali	0-0,30
	Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa colore ocra	0,30-1,03
	Ciottoli abbondanti immersi in matrice sabbiosa colore marrone-grigio	1,03-2,00

Pozzetto	Stratigrafia	Profondità (metri da p.c.)
Pz4	Terreno vegetale con frustuli radicali	0-0,42
	Sabbia con ghiaia e qualche ciottolo colore marrone chiaro	0,42-1,27
	Ciottoli abbondanti con ghiaia in matrice sabbiosa colore marrone-grigio	1,27-2,05

Pozzetto	Stratigrafia	Profondità (metri da p.c.)
Pz5	Terreno vegetale con frustuli radicali	0-0,30
	Sabbia marrone scuro	0,30-0,84
	Sabbia con ghiaia e ciottoli colore ocra	0,84-1,12
	Abbondanti ciottoli e ghiaia in matrice sabbiosa colore marrone-grigio	1,12-1,98

8) APPROFONDIMENTO SISMICO DI SECONDO LIVELLO (L.R. 12/05 E S.M.I.)

In relazione alla nuova normativa di cui alla D.G.R. 10 ottobre 2014 - n X/2489, la nuova classificazione sismica della Regione Lombardia inserisce il Comune di Busto Garolfo in zona 4; pertanto per l'area di progetto **non è previsto un ulteriore approfondimento sismico di secondo livello.**

Il Comune di Busto Garolfo è dotato di uno studio di approfondimento sismico di primo livello, eseguito in ambito di stesura del PGT.

Con riferimento a quanto sopra, l'area in oggetto ricade nella zona Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi, con amplificazioni litologiche e geometriche.

9) SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE DEL TERRENO

Secondo quanto indicato nel D.M. 17.01.2018 Cap. 7.11.3.4.1, la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

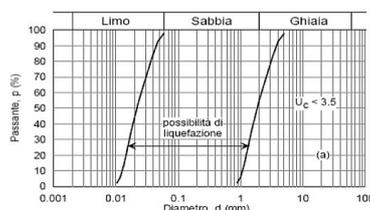


Fig. 7.11.1(a)

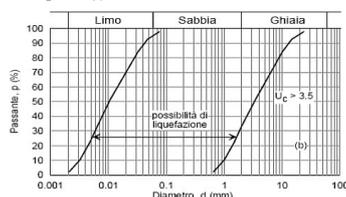


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

Nel caso in esame **si può escludere il rischio di liquefazione** in quanto la profondità media stagionale della falda è superiore a 15 metri dal piano campagna le accelerazioni massime attese al piano di campagna in assenza di manufatti sono minori di 0,1g.

10) VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ DELL'OPERA DA REALIZZARE IN RELAZIONE ANCHE AGLI USI ALLA QUALE ESSA È DESTINATA

La vulnerabilità del settore interessato dalle opere sarà maggiore nel corso dei lavori a causa della possibile presenza di scarpate dovute alla deposizione del materiale; la presenza di scavi di sbancamento potrà essere fonte di pericolo qualora le superfici esposte venissero in contatto con acque ruscellanti.

La presenza incontrollata di acque può interagire negativamente con il deposito e favorirne l'instabilità.

Sarà cura della Direzione Lavori provvedere affinché la cantierizzazione delle lavorazioni preveda la realizzazione di scarpate con un'inclinazione contenuta in modo da evitare locali franamenti di materiale incoerente verso l'area di scavo.

Per quanto attiene ai potenziali fenomeni di **instabilità dei fronti di scavo**, si osserva che i terreni interessati mantengono la stabilità solo nel breve periodo, ma possono tendere a disgregarsi con caduta di blocchi e ciottoli a causa di fenomeni sismici, crioclastici e meteorici intensi; si pone in evidenza che è comunque sempre necessario il rispetto delle seguenti norme sulla sicurezza:

- D.Lgs 81/2008, art. 118: nei lavori di splanteamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di metri 1,50 e' vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete. Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.

- D.Lgs 81/2008, art. 118: nello scavo di pozzi e di trincee profonde più di m 1,50, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.
- D.Lgs 81/2008, art. 120: è vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.
- DM 17/01/18 “Norme Tecniche sulle Costruzioni”, Cap. 6.8.6. (fronti di scavo): per scavi in trincea a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista una armatura di sostegno delle pareti di scavo.

Tutto ciò richiamato, in fase di realizzazione delle opere **dovranno essere predisposti e progettati efficaci sistemi di sostentamento provvisoriale dei fronti di scavo e di sostegno delle opere esistenti.**

Entro il cantiere dovranno essere presenti idonei teli impermeabili, al fine di poter proteggere i fronti di scavo in caso di condizioni meteorologiche avverse, evitandone così il dilavamento.

Dal punto di vista della pericolosità individuata dal P.G.T., la tipologia di opera in progetto non intercederà la locale falda acquifera.

Si precisa che l'intervento in progetto non modifica l'attuale condizione di pericolosità rilevata dalla cartografia comunale, non rendendo necessari specifiche opere di mitigazione del rischio e valutazioni di differenti allocazioni della viabilità in progetto.

Inoltre, i materiali naturali di risulta degli scavi delle opere di fondazione che non potranno essere riutilizzati nell'ambito degli interventi edilizi, saranno *condotti in una discarica*

autorizzata ai sensi di legge; potrà inoltre essere eventualmente valutata l'applicazione, per i terreni naturali di splateamento, delle disposizioni di cui al D.P.R. 120/2017, finalizzate al recupero delle terre e rocce da scavo.

Ai sensi dell'art. 24 comma 1) del medesimo regolamento, per l'eventuale riutilizzo presso il medesimo sito di produzione delle terre e rocce, sarà necessario eseguire le verifiche analitiche di cui all'Allegato 4 del più volte citato DPR 120/17.

In tale ambito, nel caso in cui si rilevassero evidenze organolettiche ed olfattive riconducibili a stati di contaminazione potenziale del sottosuolo, si provvederà ad eseguire un campionamento rappresentativo del terreno interessato e successive idonee verifiche di laboratorio, al fine di accertare le condizioni di cui all'art. 242 del D.L.vo 152/2006 e s.m.i.

Considerate le particolarità del sito nonché le caratteristiche dell'opera in progetto si può affermare che, per quanto di competenza, **non sussistono motivi ostativi di carattere geologico, idrogeologico e geotecnico alla realizzazione dell'intervento.**

L'ampiezza delle indagini eseguite è stata valutata in funzione delle proporzioni, delle dimensioni, del tipo, delle caratteristiche strutturali, dell'importanza dell'opera, della complessità del sottosuolo e dello stato delle conoscenze sulla zona in esame.

La validità delle ipotesi di progetto dovrà, comunque, essere controllata durante la costruzione considerando, oltre ai dati raccolti in fase di progetto, anche quelli ottenuti con misure ed osservazioni nel corso dei lavori, per adeguare, eventualmente, l'opera alle situazioni riscontrate.

11) MODELLO GEOLOGICO

Per caratterizzare geologicamente i terreni di fondazione sono stati considerati tutti gli elementi geognostici raccolti durante la campagna d'indagine in sito ed i dati disponibili nella bibliografia scientifica, cercando le corrispondenze possibili fra livelli a simili caratteristiche, al fine di fornire un'indicazione stratigrafica standardizzata su cui eseguire le valutazioni geotecniche e la corrispondente parametrizzazione, di cui al Capitolo successivo.

L'analisi dei risultati ottenuti ha, quindi, condotto alla realizzazione di un modello costituito, per la parte di interesse, da **quattro differenti livelli**; più in dettaglio gli orizzonti individuati, dal più superficiale al più profondo, possono essere così descritti:

➤ LIVELLO 0

Costituito da un livello superficiale di *terreno vegetale con cotica erbosa e abbondanti frustuli radicali*; lo spessore di tale terreno nell'area di indagine è compreso tra 20 e 40 cm.

➤ LIVELLO I

Questo livello, presente solamente in corrispondenza della verticale di indagine SCPT 1 e SCPT5, è rappresentato da *sabbia con qualche ciottolo e ghiaia sparsa*, nel quale le prove hanno indicato resistenza compresa tra 6 e 11 colpi/piede; il livello si estende localmente sino ad una profondità compresa tra 1,0 e 1,4 metri da p.c.

➤ LIVELLO II

Questo livello è rappresentato da *abbondanti ciottoli immersi in matrice sabbiosa*, nel quale le prove hanno indicato resistenza compresa tra 2 e 5 colpi/piede; il livello si estende localmente sino ad una profondità compresa tra 2,0 e 3,6 metri da p.c.

➤ LIVELLO III

Quest'ultimo livello è costituito da *sabbia con qualche ciottolo e ghiaia sparsa molto*

compatta nelle quali le prove hanno indicato resistenze comprese tra 10 e 24 colpi/piede, sino ad andare a rifiuto rifiuto (>50 colpi/piede) a profondità compresa tra 3,0 e 4,4 metri da p.c. attuale.

In considerazione della ricostruzione stratigrafica di cui alla prima parte della presente documentazione, tale orizzonte presumibilmente si estende con continuità sino a circa 51,5 metri di profondità.

La falda freatica presenta localmente una quota piezometrica media di circa 158 metri s.l.m., corrispondente ad una soggiacenza media di circa 18 metri dal p.c. attuale.

In considerazione delle indicazioni progettuali fornite e da quanto rilevato in sito *non è necessario considerare l'influenza della falda freatica in fase di progettazione ed esecuzione della rete di raccolta delle acque meteoriche.*

12) MODELLO GEOTECNICO

Nel presente capitolo verrà effettuata la verifica a breve termine della spinta che il terreno eserciterà a seguito della realizzazione dello scavo per la posa della rete di raccolta delle acque meteoriche dilavanti la strada in progetto.

Ipotizzando la posa di un tubo di raccolta delle acque meteoriche di circa 150 mm, verrà previsto uno scava di altezza pari a 1,5 metri.

I valori dei parametri geotecnici del terreno considerati per effettuare la verifica sono i seguenti:

γ (peso di volume terreno anidro): 1,67 t/mc

ϕ' (angolo di attrito interno): 26°

Il valore della **spinta attiva** esercitato dal terreno è pari a **0,73 t/m**.

13) CONSIDERAZIONI PROGETTUALI CONCLUSIVE

Nel presente capitolo si forniscono una serie di indicazioni e considerazioni di carattere geologico e geotecnico concernenti l'intervento in progetto.

In base alle risultanze della Relazione Geologica, di cui alla prima parte della presente documentazione, ed all'attenta osservazione delle caratteristiche morfologiche e litostratigrafiche, nonché in relazione al fatto che la realizzazione della nuova strada privata carrabile sorgerà su di un'area pianeggiante ubicata nell'abitato urbano di Busto Garolfo (MI), **il sito oggetto di intervento è da ritenere stabile nei confronti di dissesti gravitativi** (NTC18 7.11.3.5).

Nei confronti della **liquefazione dei terreni di fondazione**, poiché, come prescritto al Capitolo 7.11.3.4.2 della NTC18, la profondità media della falda freatica è superiore a 15 metri dal piano campagna e le accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza dei manufatti sono minori di 0,1g la verifica può essere omessa e quindi **il sito è da ritenere non a rischio**; inoltre, la profondità di posa delle opere in previsione è inferiore alla quota della falda, confermando l'assenza di tale rischio.

Per quanto attiene ai potenziali fenomeni di **instabilità dei fronti di scavo**, si osserva che i terreni interessati mantengono la stabilità solo nel breve periodo, ma possono tendere a disgregarsi con caduta di blocchi e ciottoli a causa di fenomeni sismici, crioclastici e meteorici intensi; si pone in evidenza che è comunque sempre necessario il rispetto delle seguenti norme sulla sicurezza:

- D.Lgs 81/2008, art. 118: nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di metri 1,50 e' vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete. Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di

- infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.
- D.Lgs 81/2008, art. 118: nello scavo di pozzi e di trincee profonde più di m 1,50, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.
 - D.Lgs 81/2008, art. 120: è vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.
 - DM 17/01/18 “Norme Tecniche sulle Costruzioni”, Cap. 6.8.6. (fronti di scavo): per scavi in trincea a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista una armatura di sostegno delle pareti di scavo.

Tutto ciò richiamato, in fase di realizzazione delle opere di fondazione dovranno essere predisposti e progettati efficaci sistemi di sostentamento provvisoriale dei fronti di scavo; entro il cantiere dovranno essere presenti idonei teli impermeabili, al fine di poter proteggere i fronti di scavo in caso di condizioni meteorologiche avverse, evitandone così il dilavamento.

Come indicato, la falda freatica presenta localmente una quota piezometrica media di circa 158 metri s.l.m., corrispondente ad una soggiacenza media di 18 metri dal p.c. attuale.

Inoltre, i materiali naturali di risulta degli scavi delle opere di fondazione che non potranno essere riutilizzati nell'ambito degli interventi edilizi, saranno *condotti in una discarica autorizzata* ai sensi di legge; *potrà inoltre essere eventualmente valutata l'applicazione, per i terreni naturali di splateamento, delle disposizioni di cui al D.P.R 120/17, finalizzate al recupero delle terre e rocce da scavo.*

Ai sensi dell'art. 24 comma 1) del medesimo regolamento, per l'eventuale riutilizzo presso il medesimo sito di produzione delle terre e rocce, sarà necessario eseguire le verifiche analitiche di cui all'Allegato 4 del più volte citato DPR 120/17.

In tale ambito, nel caso in cui si rilevassero evidenze organolettiche ed olfattive riconducibili a stati di contaminazione potenziale del sottosuolo, si provvederà ad eseguire un campionamento rappresentativo del terreno interessato e successive idonee verifiche di laboratorio, al fine di accertare le condizioni di cui all'art. 242 del D.L.vo 152/2006 e s.m.i.

La restante porzione del fondo non interessata dai lavori in progetto non dovrà essere oggetto di escavazione od asportazione dei terreni superficiali se non per le contingenti necessità di cantiere, al fine di non lederne le originali caratteristiche idrogeologiche.

Inoltre e per lo stesso motivo, al termine dei lavori si dovrà aver cura di verificare che la porzione del fondo non interessata dalla nuova opera non presenti superficialmente depressioni altimetriche, generate dai lavori di cantiere e di movimentazione dei mezzi, al fine di non favorire il ristagno delle acque meteoriche; si dovrà, altresì, agevolare il loro naturale deflusso ed allontanamento dalle nuove costruzioni.

Nel caso in cui si ritenesse di modificare la geometria delle opere di fondazione oggetto di verifica e di cui alla presente documentazione o si modificassero sostanzialmente il set di azioni derivanti dalla struttura, si renderà necessario l'aggiornamento delle verifiche di sicurezza illustrate nei capitoli precedenti.

Nell'Allegato IV) alla presente documentazione tecnica, si allegano le schede M9 e M10 di cui alla D.G.R. 2616/2011, compilate per quanto di competenza; sarà onere del Professionista di riferimento trasmettere tali schede di sintesi ai previsti Enti di Controllo.

La campagna geognostica condotta per il presente studio è conforme alle specifiche tecniche di cui al Cap. 2 ed ai disposti di attuazione del vigente P.G.T. comunale.

La validità delle ipotesi di progetto dovrà, comunque, essere controllata durante la costruzione considerando, oltre ai dati raccolti in fase di progetto, anche quelli ottenuti con misure ed osservazioni nel corso dei lavori, per adeguare, eventualmente, l'opera alle situazioni riscontrate.

Novara, 22 Settembre 2022.

Il Progettista:
Dott. Geol. Marco Stoppa



Allegato I)
Parametri sismici locali

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

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 45,540397
longitudine: 8,878283
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 11812	Lat: 45,5461	Lon: 8,8542	Distanza: 1977,677
Sito 2	ID: 11813	Lat: 45,5488	Lon: 8,9254	Distanza: 3784,600
Sito 3	ID: 12035	Lat: 45,4988	Lon: 8,9292	Distanza: 6091,152
Sito 4	ID: 12034	Lat: 45,4961	Lon: 8,8581	Distanza: 5167,023

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50 anni
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,015 g
Fo: 2,546
Tc*: 0,159 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,019 g
Fo: 2,527
Tc*: 0,167 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,039 g
Fo: 2,656
Tc*: 0,284 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,047 g
Fo: 2,694
Tc*: 0,306 [s]

Coefficienti Sismici Fondazioni

SLO:

Ss: 1,500
Cc: 1,920
St: 1,000
Kh: 0,005
Kv: 0,002
Amax: 0,227
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,890
St: 1,000
Kh: 0,006
Kv: 0,003
Amax: 0,282
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,500
Cc: 1,590
St: 1,000
Kh: 0,012
Kv: 0,006
Amax: 0,574
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,500
Cc: 1,550
St: 1,000
Kh: 0,014
Kv: 0,007
Amax: 0,687
Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 45.539462

longitudine: 8.877215

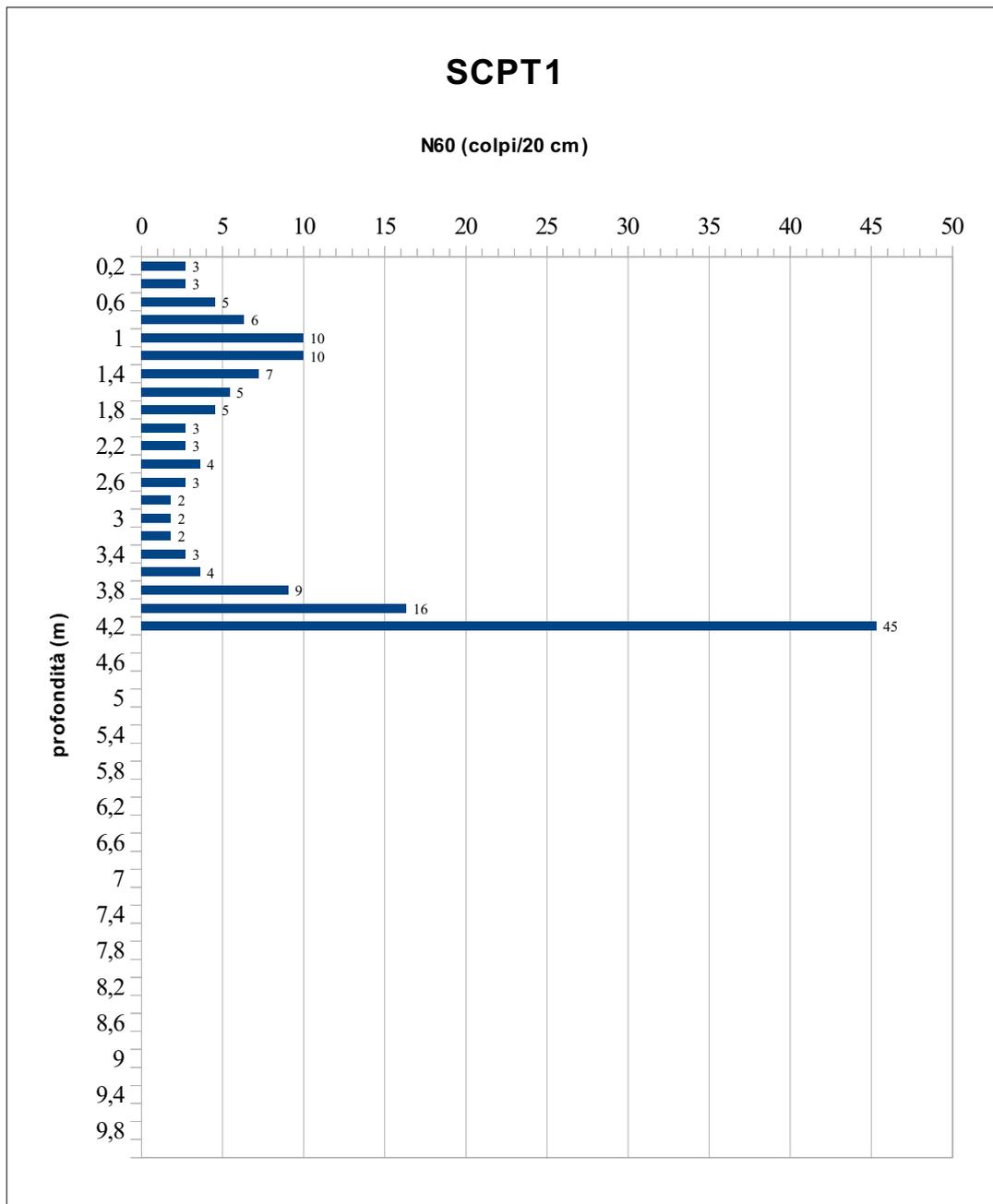
Allegato II)

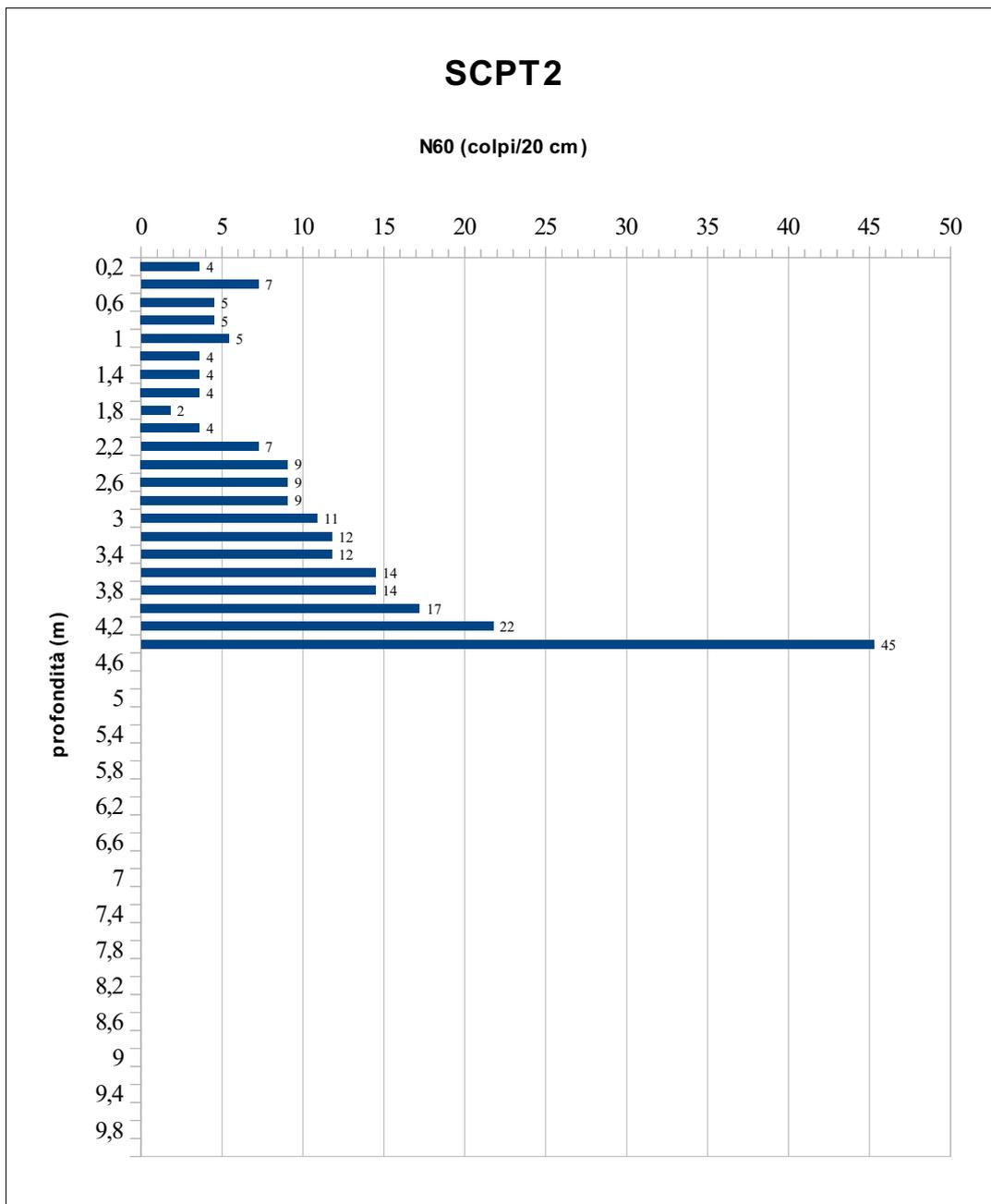
Grafici interpretativi prove SCPT in sito

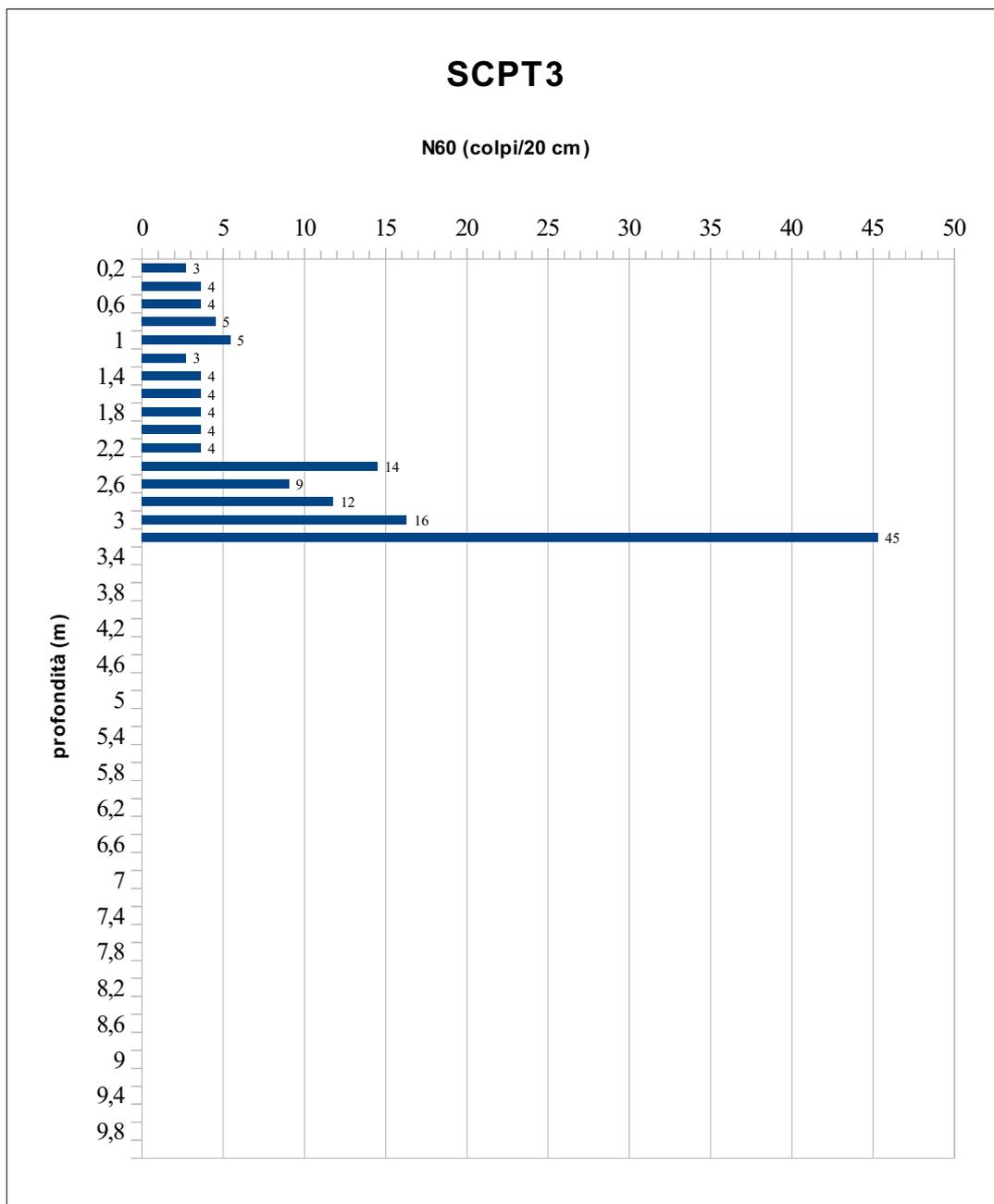
Dott. MARCO STOPPA - GEOLOGO

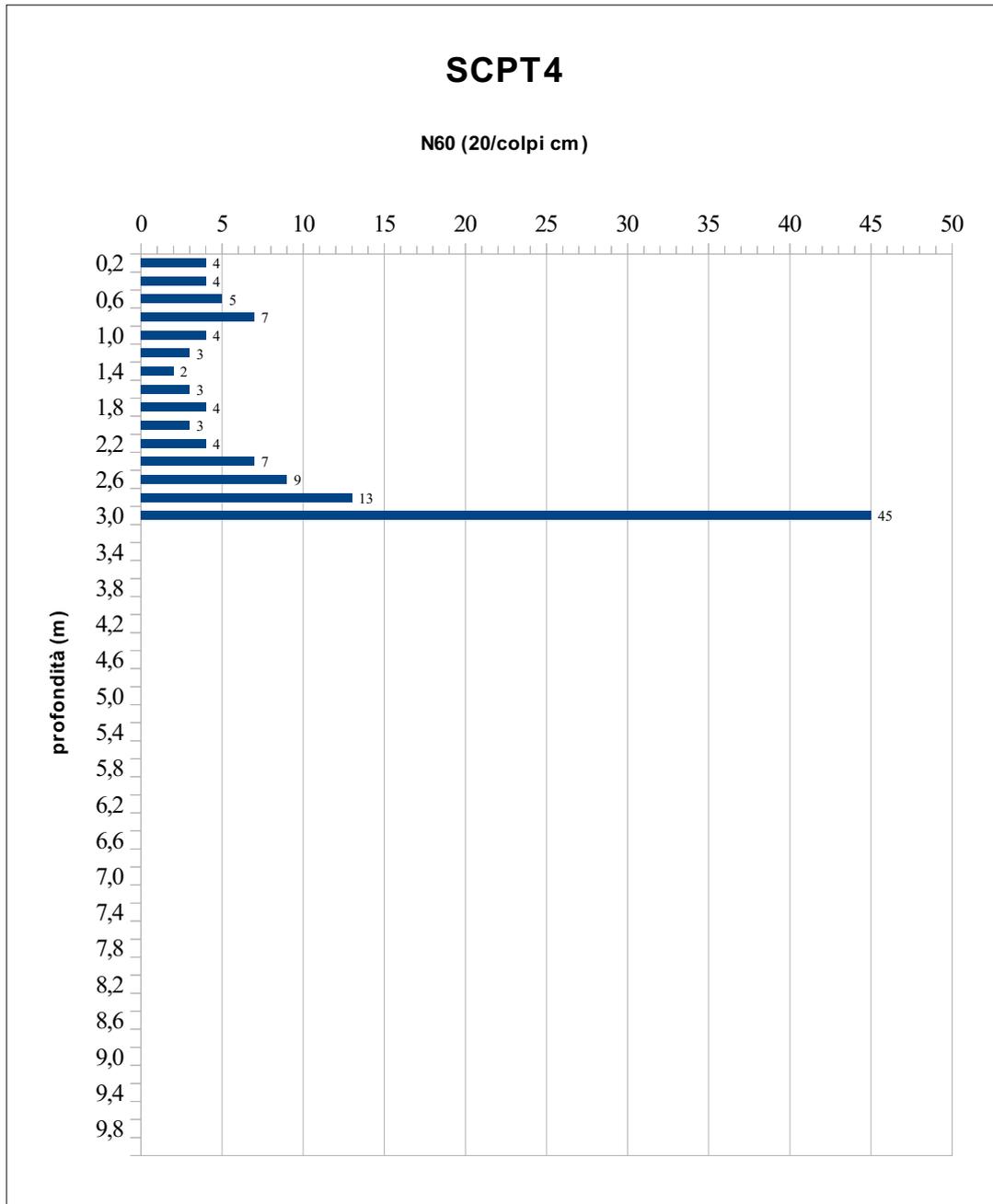
GEOLOGIA IDROGEOLOGIA E GEOLOGIA AMBIENTALE
Ordine Regionale dei Geologi del Piemonte n° 482

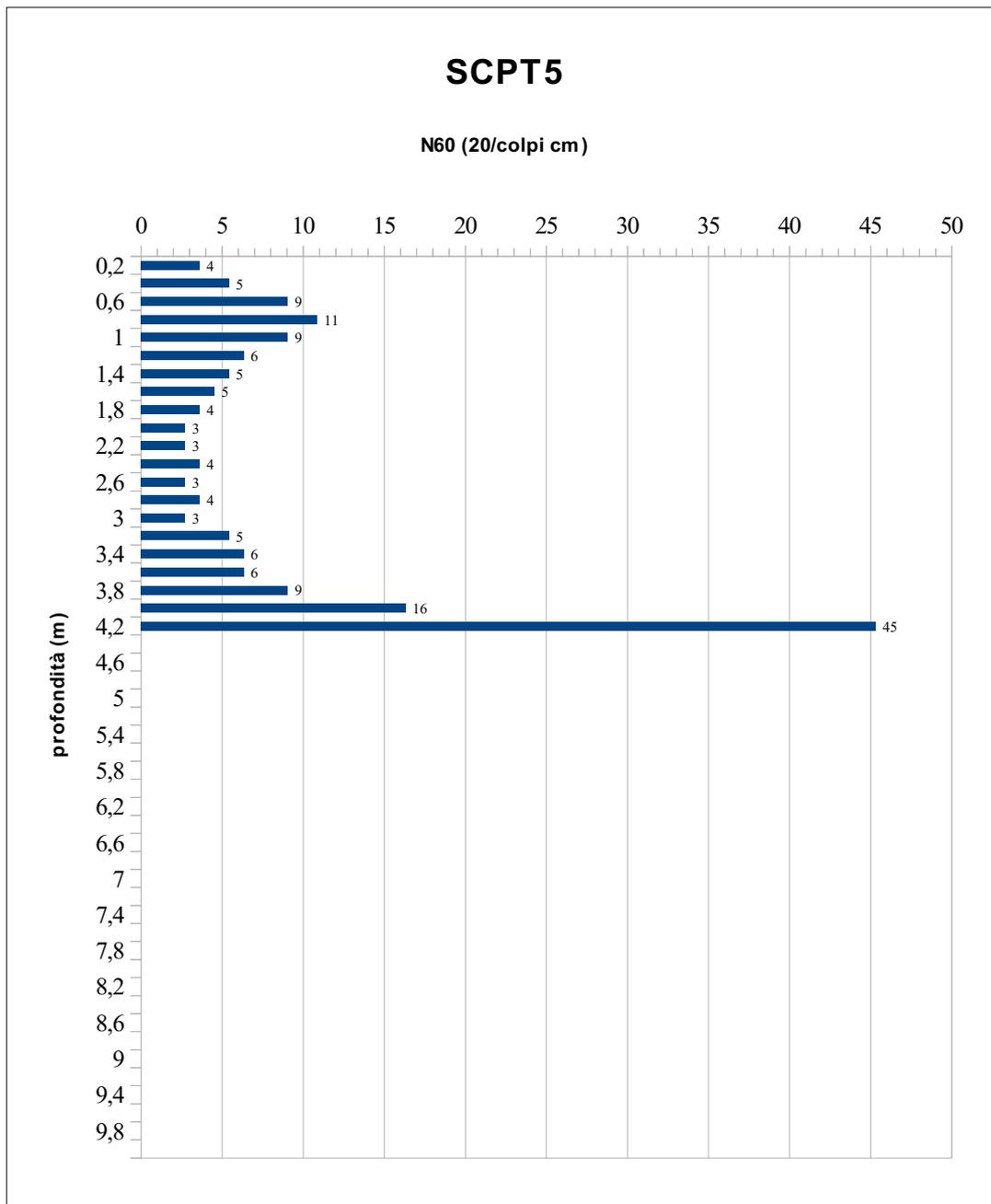
Strada Biandrate, 24 - 28100 Novara (NO)
Tel. 0321.407246 - 347.2540415
marco.stoppa@geologipiemonte.it











Allegato III)

Report prova geofisica in sito

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

Dott. MARCO STOPPA – GEOLOGO

GEOLOGIA IDROGEOLOGIA E GEOLOGIA AMBIENTALE

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DEL PIEMONTE N° 482

Dott. Marco Stoppa - Geologo
C.FISC: STPMRC75E26F952K
P.IVA: 01780320030

Strada Biandrate, 24 - 28100 Novara
Tel: 0321 407246
Cell: 347 2540415
Email: marco.stoppa@geologipiemonte.it
Web: www.stoppamarcgeologo.com

Piano attuativo APC19c - Realizzazione strada carrabile

Data: Settembre 2022

**Il committente: Sir.ri Ceriotti, Gorla,
Zanzottera, Mocchetti, Paganini**

Il tecnico:



Il progettista:



Indagine geofisica tramite tecnica HVSR

Cenni sulla teoria della tecnica HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo V_{seq} attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue 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 V_{seq} .

Dati generali

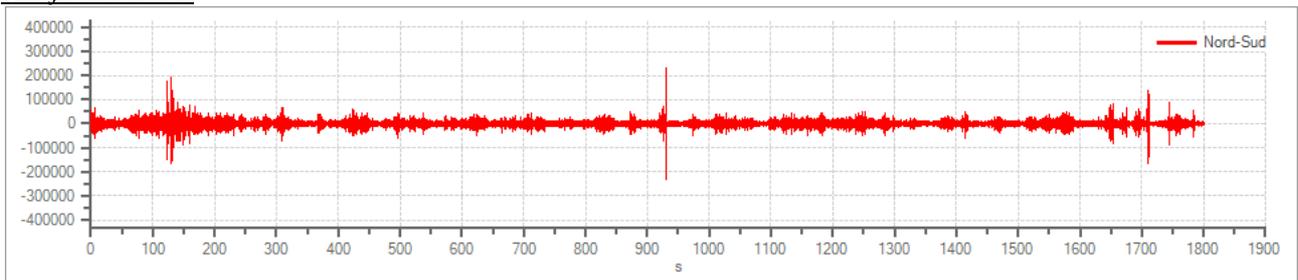
Nome progetto: Piano attuativo APC19c - Realizzazione strada carrabile
Committente: Comune di Busto Garolfo
Cantiere: Via Inveruno
Località: Busto Garolfo
Operatore: Dott. Geol. Marco Stoppa
Responsabile: Dott. Geol. Marco Stoppa
Data: 29/08/2022
Latitudine: 45.539638
Longitudine: 8.877114

Tracce in input

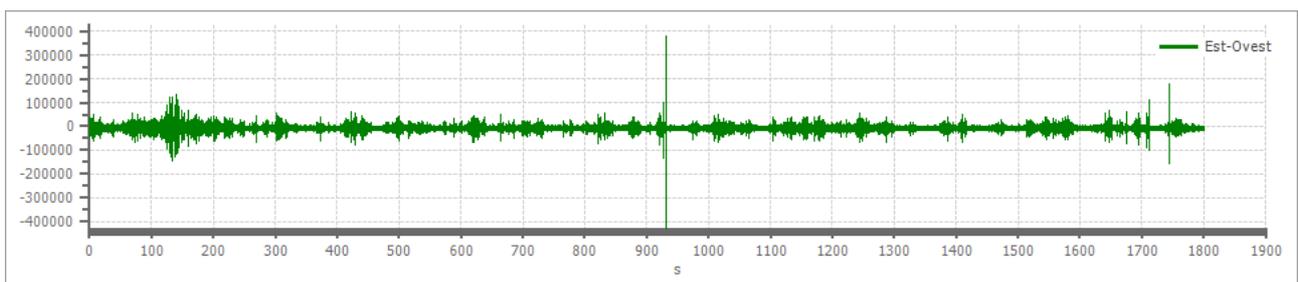
Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1800 s
Frequenza di campionamento: 250.00 Hz
Numero campioni: 450099
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

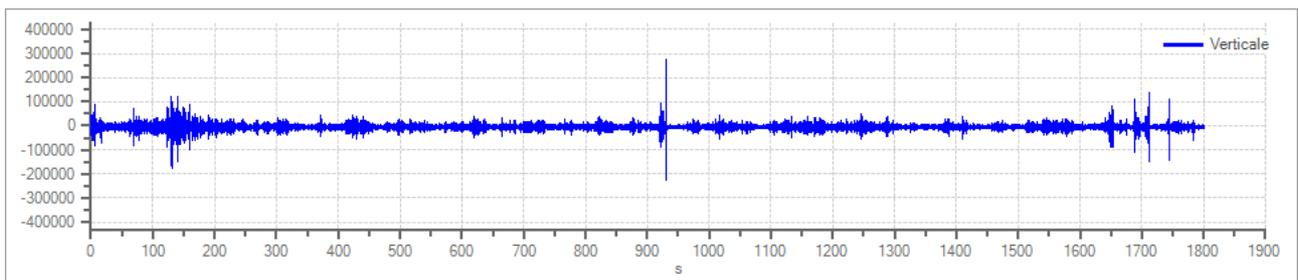
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

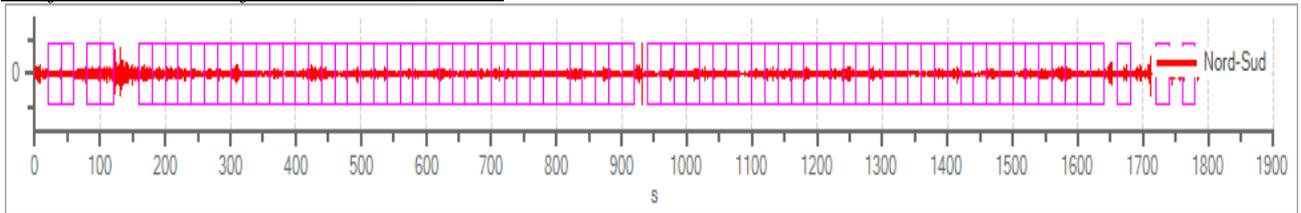
Numero totale finestre selezionate:	80
Numero finestre incluse nel calcolo:	80
Dimensione temporale finestre:	20.000 s
Tipo di lisciamento:	Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento:	7.00 %
Coefficiente di banda:	40.00

Tabella finestre:

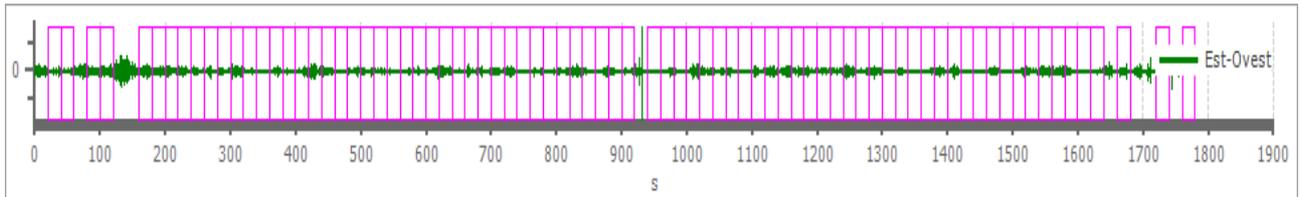
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	20	40	Inclusa
2	40	60	Inclusa
3	80	100	Inclusa
4	100	120	Inclusa
5	160	180	Inclusa
6	180	200	Inclusa
7	200	220	Inclusa
8	220	240	Inclusa
9	240	260	Inclusa
10	260	280	Inclusa
11	280	300	Inclusa
12	300	320	Inclusa
13	320	340	Inclusa
14	340	360	Inclusa
15	360	380	Inclusa
16	380	400	Inclusa
17	400	420	Inclusa
18	420	440	Inclusa
19	440	460	Inclusa
20	460	480	Inclusa
21	480	500	Inclusa
22	500	520	Inclusa
23	520	540	Inclusa
24	540	560	Inclusa
25	560	580	Inclusa
26	580	600	Inclusa
27	600	620	Inclusa
28	620	640	Inclusa
29	640	660	Inclusa
30	660	680	Inclusa
31	680	700	Inclusa
32	700	720	Inclusa
33	720	740	Inclusa
34	740	760	Inclusa
35	760	780	Inclusa
36	780	800	Inclusa
37	800	820	Inclusa
38	820	840	Inclusa
39	840	860	Inclusa

40	860	880	Inclusa
41	880	900	Inclusa
42	900	920	Inclusa
43	940	960	Inclusa
44	960	980	Inclusa
45	980	1000	Inclusa
46	1000	1020	Inclusa
47	1020	1040	Inclusa
48	1040	1060	Inclusa
49	1060	1080	Inclusa
50	1080	1100	Inclusa
51	1100	1120	Inclusa
52	1120	1140	Inclusa
53	1140	1160	Inclusa
54	1160	1180	Inclusa
55	1180	1200	Inclusa
56	1200	1220	Inclusa
57	1220	1240	Inclusa
58	1240	1260	Inclusa
59	1260	1280	Inclusa
60	1280	1300	Inclusa
61	1300	1320	Inclusa
62	1320	1340	Inclusa
63	1340	1360	Inclusa
64	1360	1380	Inclusa
65	1380	1400	Inclusa
66	1400	1420	Inclusa
67	1420	1440	Inclusa
68	1440	1460	Inclusa
69	1460	1480	Inclusa
70	1480	1500	Inclusa
71	1500	1520	Inclusa
72	1520	1540	Inclusa
73	1540	1560	Inclusa
74	1560	1580	Inclusa
75	1580	1600	Inclusa
76	1600	1620	Inclusa
77	1620	1640	Inclusa
78	1660	1680	Inclusa
79	1720	1740	Inclusa
80	1760	1780	Inclusa

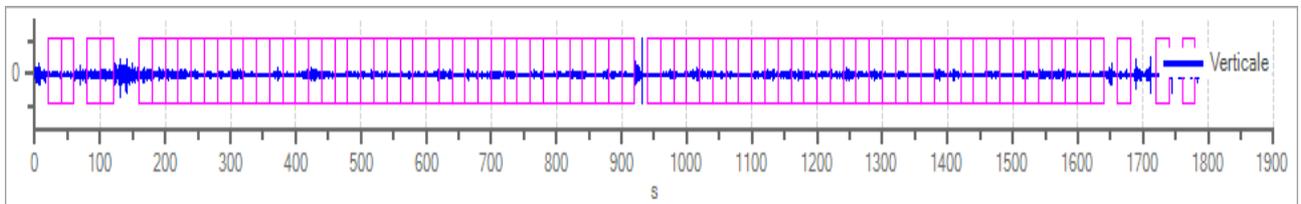
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

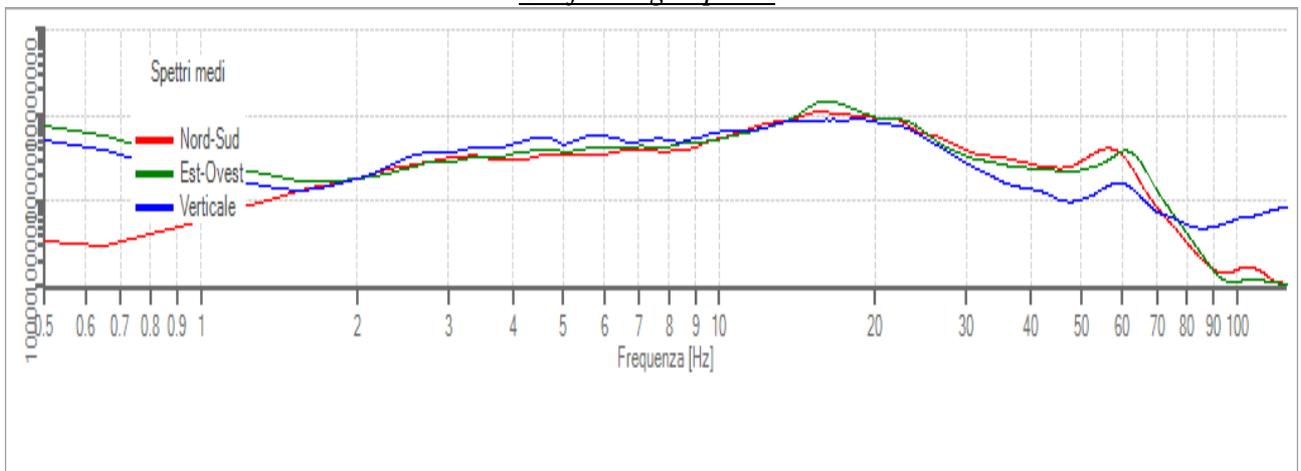


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

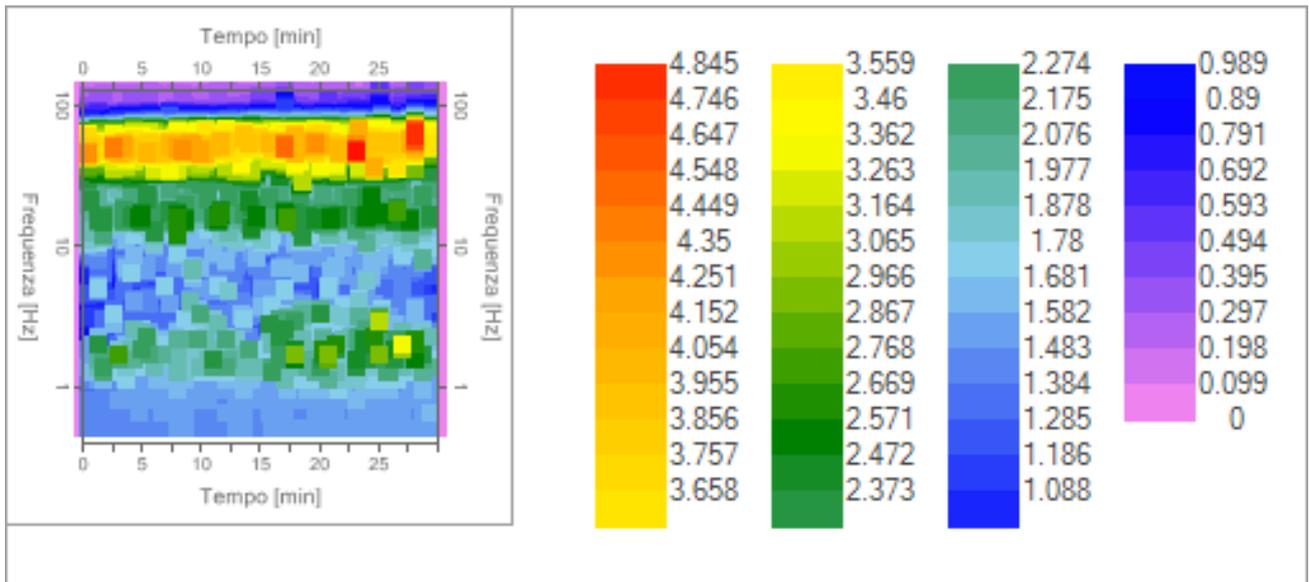


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

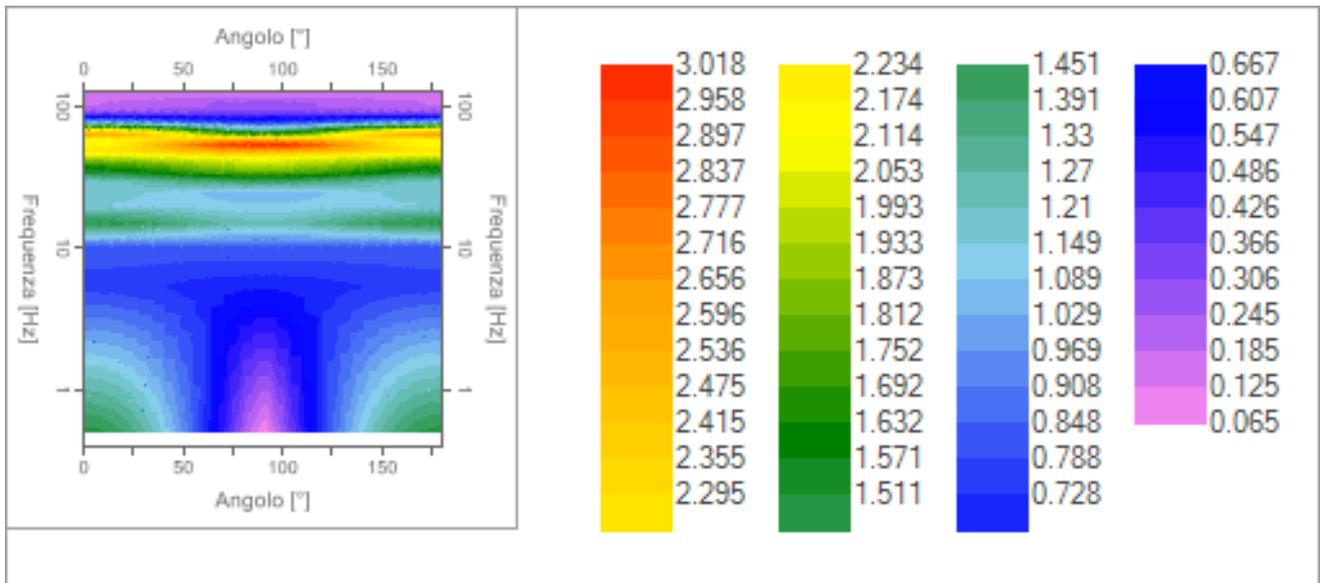
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

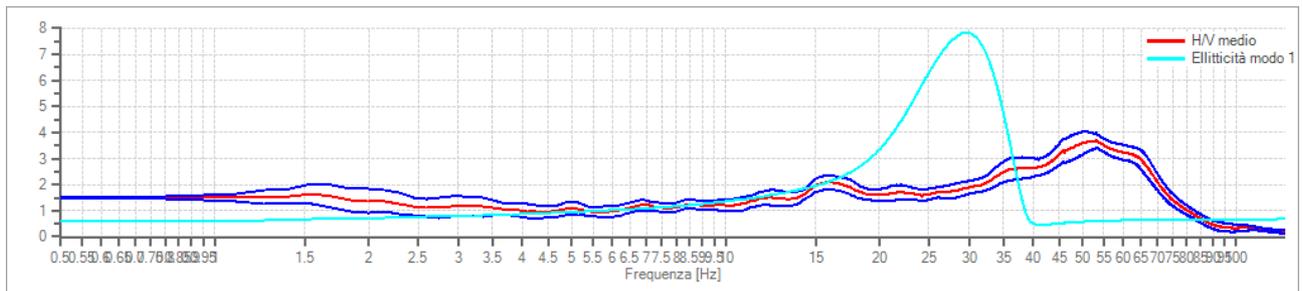
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	125.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento::	Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento:	7.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media geometrica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 53.00 Hz \pm 0.08 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5H$:	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H$:	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

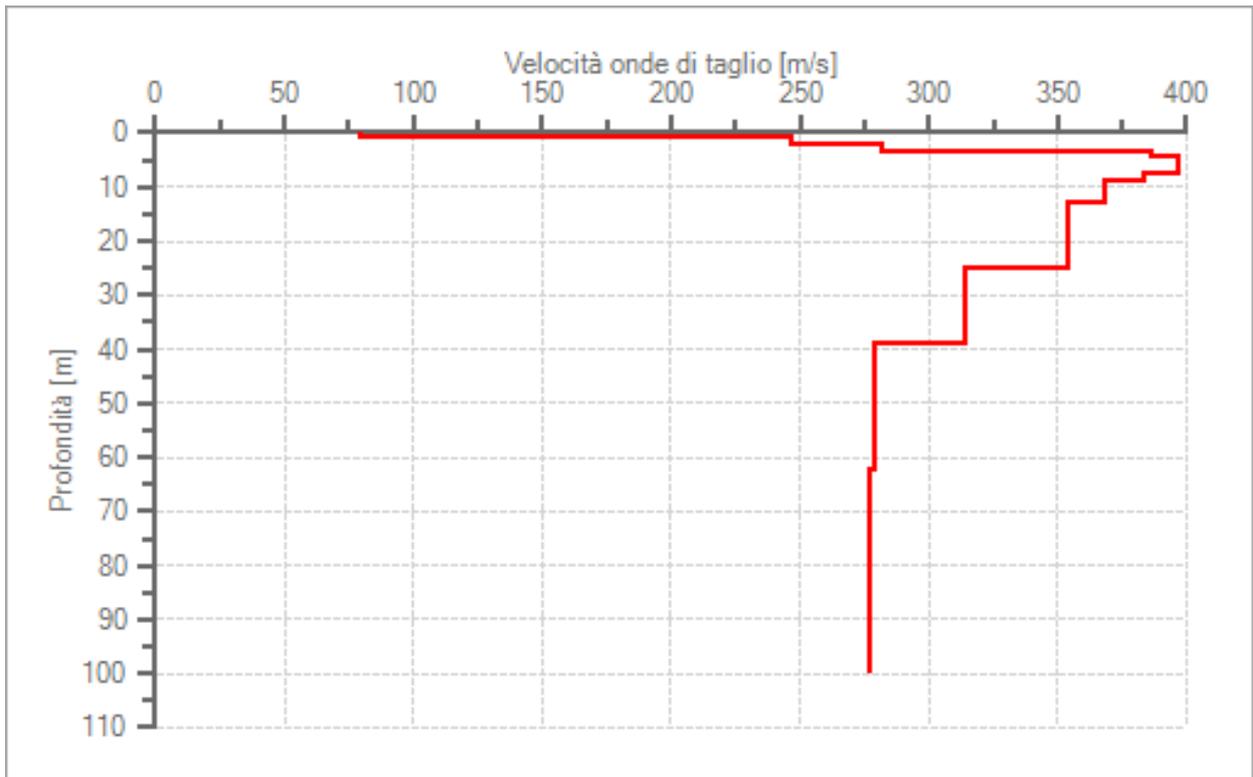
Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati:	11
Frequenza del picco dell'ellitticità:	29.60 Hz
Valore di disadattamento:	0.66
Valore V_{seq} :	315.32 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	0.82	18	0.3	79
2	0.82	1.32	18	0.3	247
3	2.14	1.28	18	0.3	282
4	3.42	1.27	18	0.3	386
5	4.69	2.8	18	0.3	397
6	7.49	1.58	18	0.3	383
7	9.07	4.06	18	0.3	368
8	13.13	12.1	18	0.3	354
9	25.23	13.98	18	0.3	314
10	39.2	23.08	18	0.3	279
11	62.29	38	18	0.3	277



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

Allegato IV)

M9 e M10 D.G.R. 2616/2011

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



DICHIARAZIONE/ ASSEVERAZIONE DEL GEOLOGO DI CONGRUITA' DEI CONTENUTI DELLA RELAZIONE GEOLOGICA AI REQUISITI RICHIESTI DAL PARAGRAFO 6.2.1 NTC 2018 e/o DALLA D.G.R. 2616/2011

Il sottoscritto Dott. Marco Stoppa

iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Piemonte al n.482

incaricato in data 15/06/2022

da Sig.ri Ceriotti, Gorla, Zanzottera, Mocchetti e Paganini

per conto di idem

di redigere la relazione geologica relativa al seguente intervento

Piano Attuativo APC19 - Realizzazione strada carrabile

da eseguire in Comune di Busto Garolfo

Località _____

indirizzo Via Inveruno

n° 000 _____

CAP

2	0	0	3	8
---	---	---	---	---

Comune Catastale B301

Foglio n. 26

Mappale o Particella

660,68,733,501,352,5

consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'art. 76 del D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadranno dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (art. 75 D.P.R. 445/2000),

DICHIARA

A. che la relazione geologica in oggetto è stata redatta ai sensi di:

- D.M. 17 gennaio 2018 (paragrafo 6.2.1 NTC 2018)
- D.G.R. 2616/2011 e D.M. 17 gennaio 2018 (paragrafo 6.2.1 NTC 2018)
- D.M. 17 gennaio 2018 (paragrafo 6.2.1 NTC 2018), recependo quanto contenuto in una relazione geologica già depositata, redatta ai sensi della D.G.R. 2616/2011 per il rilascio del titolo abilitativo relativo all'intervento in questione

B. che, nello studio geologico comunale (PGT vigente) redatto in attuazione dell'art. 57 comma 1 della L.R. 12/2005, al sito di intervento sono state attribuite le seguenti caratteristiche geologiche:

1. SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE PSL 1 LIV – DGR 2616/2011 all. 5 p.to 2.1

- Z1 Instabilità dei versanti Z2a Cedimenti Z2b Liquefazione
- Z3 Amplificazione topografica Z4 Amplificazione Stratigrafica
- Z5 Comportamenti differenziali Nessuno scenario

1.1 VERIFICA SISMICA DI SECONDO LIVELLO PSL 2 LIV – DGR 2616/2011 all. 5 p.to 2.2

- Fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) > Soglia comunale (FAS)*
- Fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) <= Soglia comunale (FAS)*
- Analisi di secondo livello non effettuata

* tenuto conto delle tolleranze ammesse nell'Allegato 5 della D.G.R. 2616/2011

2. CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA – DGR 2616/2011 p.to 3.1

- 1 senza particolari limitazioni
- 2 con modeste limitazioni
- 3 con consistenti limitazioni
- 4 con gravi limitazioni

2.1 TIPO DI LIMITAZIONE ALLA FATTIBILITA' GEOLOGICA – DGR 2616/2011 p.to 3.2

- a) Instabilità dei versanti
- b) Vulnerabilità idrogeologica
- c) Vulnerabilità idraulica
- d) Scadenti caratteristiche geotecniche
- nessuna particolare limitazione

DICHIARA INOLTRE

in fase di predisposizione dello studio geologico a supporto della progettazione

C. di aver seguito tutte le prescrizioni previste dalle norme geologiche di piano vigenti riportate nel piano delle regole del PGT del Comune dBusto Garolfo

D. di aver eseguito ai sensi degli allegati alla DGR 2616/2011, conformemente alle linee guida disponibili:

- Approfondimento relativo all'instabilità dei versanti dal punto di vista statico (App1)
- Approfondimento relativo alla vulnerabilità idrogeologica (App2)
- Approfondimento relativo alla vulnerabilità idraulica (App3)
- Approfondimento relativo alle scadenti caratteristiche geotecniche (App4)
- Approfondimento relativo agli aspetti sismici (App5), la cui tipologia e grado sono dettagliatamente descritte nelle successive schede
- Nessun particolare approfondimento

E. di aver redatto il modello geologico del sito sulla base di:

- indagini appositamente eseguite nel sito d'interesse o nel suo immediato intorno, del tipo

indagine sismica passiva tipo HVSR e prove penetrometriche dinamiche continue tipo SCPT, pozzetti geognostici

- indagini pregresse, la cui estendibilità al sito d'interesse è stata adeguatamente motivata in relazione, del tipo

F. di aver valutato i fenomeni di amplificazione sismica di tipo stratigrafico attraverso:

- analisi di risposta sismica locale
- procedura semplificata basata sulla definizione della categoria di sottosuolo, di cui al paragrafo 3.2.2 NTC 2018, la cui applicabilità è stata adeguatamente motivata in relazione; pertanto è stata individuata la seguente categoria di sottosuolo:

A B C D E

mediante la seguente tipologia d'indagine sismica passiva tipo HVSR

la cui idoneità al caso specifico è stata adeguatamente motivata in relazione

G. di aver valutato i fenomeni di amplificazione sismica di tipo topografico attraverso:

- analisi di risposta sismica locale
- procedura semplificata basata sulla definizione della categoria topografica, di cui al paragrafo 3.2.2 NTC 2018, la cui applicabilità è stata adeguatamente motivata in relazione; pertanto è stata individuata la seguente categoria topografica:

T1 T2 T3 T4

mediante analisi morfologica condotta su base topografica a scala 1:10.000

la cui idoneità al caso specifico è stata adeguatamente motivata in relazione

H. di aver adeguatamente considerato la sicurezza nei confronti del fenomeno della liquefazione, mediante:

- esclusione della verifica (paragrafo 7.11.3.4.2 NTC 2018), opportunamente motivata in relazione
- verifica della stabilità (paragrafo 7.11.3.4.3 NTC 2018) mediante la seguente metodologia

I. che l'intervento previsto risulta fattibile e compatibile con l'assetto geologico del sito:

- senza esecuzione di opere e/o interventi specifici per la mitigazione del rischio
- previa esecuzione di opere e/o accorgimenti costruttivi da eseguirsi durante i lavori relativi all'intervento in oggetto
- previa esecuzione di specifiche opere e/o interventi per la mitigazione del rischio da eseguirsi prima dei lavori relativi all'intervento in oggetto; in relazione a questo si specifica che tali lavori:
 - non sono stati eseguiti o sono stati eseguiti solo parzialmente
 - sono stati eseguiti nel rispetto delle prescrizioni contenute nello studio specifico e con il quale risultano compatibili

ASSEVERA

ai sensi dell'art. 481 del Codice Penale la conformità di quanto eseguito ai fini della relazione in oggetto alla normativa nazionale e regionale vigente e la piena osservanza della relazione alle norme sismiche vigenti .

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti del Regolamento UE 2016/679 e del Dlgs 101/2018 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

luogo Novara

data 22/09/2022

IL GEOLOGO

Dott. Marco Stoppa

(timbro e firma)

MODULO 9: Approfondimento 5 relativo agli aspetti sismici (App5) - INSTABILITA'

Nel caso di scenari PSL di tipo Z1a, Z1b e Z1c (Tabella 1 p.to 2.1 Allegato 5 D.G.R. 2616/2011) per tipologia di frane in terra

	1° grado	2° grado	3° grado
Conoscenze minime obbligatorie al 1° grado di approfondimento	<input type="checkbox"/> Modello geologico del sito <input type="checkbox"/> Classificazione USCS dei materiali <input type="checkbox"/> Modello geotecnico del sito		
Verifiche e modellazioni al 1° grado di approfondimento	<input type="checkbox"/> Analisi all'equilibrio limite in condizioni statiche (FS) e pseudo-statiche (F _{ps})		
Risultati al 1° grado di approfondimento	<input type="checkbox"/> FSps ≥ 1.3 Fine approfondimento SITO STABILE	<input type="checkbox"/> 1.1 ≤ FSps < 1.3 Obbligo del 2° grado di approfondimento	<input type="checkbox"/> FSps < 1.1 Obbligo del 3° grado di approfondimento
Indagini integrative minime obbligatorie al 2° grado di approfondimento		<input type="checkbox"/> Prove in sito per determinazione indiretta dei parametri di resistenza	
Verifiche e modellazioni al 2° grado di approfondimento		<input type="checkbox"/> Stima dello spostamento atteso mediante relazioni empiriche disponibili in letteratura opportunamente scelte e motivate	
Risultati al 2° grado di approfondimento		<input type="checkbox"/> Spostamento ≤ 2 cm Fine approfondimento SITO STABILE	<input type="checkbox"/> Spostamento > 2 cm Obbligo del 3° grado di approfondimento
Indagini integrative minime obbligatorie al 3° grado di approfondimento			<input type="checkbox"/> Rilievo topografico di dettaglio <input type="checkbox"/> Indagine di sismica rifrazione <input type="checkbox"/> Indagini in sito di tipo diretto tramite sondaggio/i a carotaggio continuo <input type="checkbox"/> Prove in foro <input type="checkbox"/> Prove di laboratorio su campioni indisturbati
Verifiche e modellazioni al 3° grado di approfondimento			<input type="checkbox"/> Analisi dinamiche semplificate (metodo degli spostamenti)
Risultati al 3° grado di approfondimento			<input type="checkbox"/> Spostamento ≤ 5 cm Fine approfondimento SITO STABILE <input type="checkbox"/> Spostamento > 5 e ≤ 15 cm Verifica DI AMMISSIBILITA' DELLO SPOSTAMENTO <input type="checkbox"/> Spostamento > 15 cm OPERE DI SISTEMAZIONE E MITIGAZIONE DEL RISCHIO
<input type="checkbox"/> Eventuali verifiche di stabilità con metodi avanzati di analisi dinamica (da non intendere come sostitutivi dei metodi precedenti)			

MODULO 9: Approfondimento 5 relativo agli aspetti sismici (App5) - AMPLIFICAZIONE

Nel caso di scenari PSL di tipo Z3, Z4 e relativi sottotipi (Tabella 1 p.to 2.1 Allegato 5 D.G.R. 2616/2011), qualora l'analisi sismica di II° livello non fosse stata eseguita al sito d'indagine, sebbene obbligatoria, o fosse stata eseguita ma il fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) risulti maggiore del valore di soglia comunale (FAS*) previo specifica tolleranza ammessa dalla normativa regionale (Allegato 5 D.G.R. 2616/2011); tali approfondimenti saranno da prevedere anche nel caso dello scenario PSL di tipo Z5 (Tabella 1 p.to 2.1 Allegato 5 D.G.R. 2616/2011)

	1° grado	2° grado	3° grado
Conoscenze minime obbligatorie al 1° grado di approfondimento	<input type="checkbox"/> Modello sismo-stratigrafico del sito		
Verifiche e modellazioni al 1° grado di approfondimento	<input type="checkbox"/> Analisi di II° livello ai sensi dell'Allegato 5 DGR 2616/2011 applicata al sito oggetto di intervento, previa verifica dei requisiti di applicabilità, ovvero: 1- Assenza di fenomeni 2D legati alla risonanza di bacino 2- Assenza di inversioni di velocità significative 3- Contrasti di impedenza sismica < 3 4- Valori di VSH > 250 m/s		
Risultati al 1° grado di approfondimento	<input type="checkbox"/> $FAC \leq FAS^*$ Fine approfondimento Compatibilità energetica del metodo semplificato proposto dalle NTC con i fenomeni attesi al sito: utilizzo della Cat. Sottosuolo corrispondente al V_{30} misurato <input type="checkbox"/> $FAC > FAS^*$ Fine approfondimento Non compatibilità energetica del metodo semplificato proposto dalle NTC con i fenomeni attesi al sito: utilizzo della Cat. Sottosuolo superiore a quella corrispondente al V_{30} misurato	<input type="checkbox"/> $FAC > FAS^*$ Nel caso non siano disponibili schedari di II° livello valide per la situazione investigata o nel caso si voglia aumentare il grado di accuratezza delle previsioni 2° grado di approfondimento	<input type="checkbox"/> Non applicabilità dell'analisi di II° livello Obbligo del 3° grado di approfondimento Oppure nel caso <input type="checkbox"/> $FAC > FAS^*$ e nel caso si scelga di NON utilizzare la Categoria di Sottosuolo superiore a quella corrispondente al V_{30} misurato 3° grado di approfondimento
Indagini integrative minime obbligatorie al 2° grado di approfondimento		<input type="checkbox"/> Indagine sismica di tipo MASW e/o rifrazione onde SH	
Verifiche e modellazioni al 2° grado di approfondimento		<input type="checkbox"/> Verifica ed integrazione del modello geofisico del sottosuolo e analisi numeriche, utilizzando gli accelerogrammi di input regionali e calcolo di FAC	
Risultati al 2° grado di approfondimento		<input type="checkbox"/> $FAC \leq FAS^*$ Fine approfondimento Compatibilità energetica del metodo semplificato proposto dalle NTC con i fenomeni attesi al sito: utilizzo della Cat. Sottosuolo corrispondente al V_{30} misurato <input type="checkbox"/> $FAC > FAS^*$ Fine approfondimento Non compatibilità energetica del metodo semplificato proposto dalle NTC con i fenomeni attesi al sito: utilizzo della Cat. Sottosuolo superiore a quella corrispondente al V_{30} misurato	Nel caso <input type="checkbox"/> $FAC > FAS^*$ e nel caso si scelga di NON utilizzare la Categoria di Sottosuolo superiore a quella corrispondente al V_{30} misurato 3° grado di approfondimento

Indagini integrative minime obbligatorie al 3° grado di approfondimento			<input type="checkbox"/> Indagine di sismica superficiale combinata con più tecniche, compreso ARRAY2D con velocimetri ad acquisizione sincrona nei casi di substrato rigido posto a profondità maggiori di 20-30 m
Verifiche e modellazioni al 3° grado di approfondimento			<input type="checkbox"/> Analisi di risposta sismica locale con sets accelerometrici di input opportunamente selezionati (almeno due gruppi ciascuno da 7 accelerogrammi per SLV e SLD)
Risultati al 3° grado di approfondimento			<input type="checkbox"/> Spettri di risposta elastici e/o accelerogrammi calcolati al piano di fondazione Fine approfondimento

MODULO 9: Approfondimento 5 relativo agli aspetti sismici (App5) - LIQUEFAZIONE

Nel caso di scenari PSL di tipo Z2b (Tabella 1 p.to 2.1 Allegato 5 D.G.R. 2616/2011) soggetti a fenomeni di liquefazione

	1° grado	2° grado	3° grado
Conoscenze minime obbligatorie al 1° grado di approfondimento	<input type="checkbox"/> Valore di Magnitudo massima attesa <input type="checkbox"/> Valore di a_{max} in superficie <input type="checkbox"/> Soggiacenza della falda <input type="checkbox"/> Curva granulometrica e valori di resistenza penetrometrica normalizzata negli orizzonti non coesivi saturi presenti entro il volume significativo di sottosuolo		
Verifiche e modellazioni al 1° grado di approfondimento	<input type="checkbox"/> Valutazione dei requisiti per l'esclusione della verifica di sicurezza alla liquefazione		
Risultati al 1° grado di approfondimento	<input type="checkbox"/> Assenza dei fattori scatenanti e/o predisponenti Fine approfondimento SITO STABILE	<input type="checkbox"/> Presenza dei fattori scatenanti e predisponenti Obbligo del 2° grado di approfondimento	
Indagini integrative minime obbligatorie al 2° grado di approfondimento		<input type="checkbox"/> Prove in sito per determinazione indiretta dei parametri di resistenza ciclica CRR <input type="checkbox"/> Determinazione sperimentale della frazione di fine FC alle profondità di analisi	
Verifiche e modellazioni al 2° grado di approfondimento		<input type="checkbox"/> Stima del coefficiente di sicurezza alla liquefazione (FL) tramite applicazione puntuale di metodi storico-empirici ad almeno 3 diverse profondità ritenute significative	
Risultati al 2° grado di approfondimento		<input type="checkbox"/> $FL \geq 1.0$ (per tutti i punti d'analisi) Fine approfondimento SITO STABILE	<input type="checkbox"/> $FL < 1.0$ (per almeno un punto d'analisi) Obbligo del 3° grado di approfondimento
Indagini integrative minime obbligatorie al 3° grado di approfondimento			<input type="checkbox"/> Prove penetrometriche statiche con punta elettrica (CPTe) o piezocono (CPTu)
Verifiche e modellazioni al 3° grado di approfondimento			<input type="checkbox"/> Stima dell'andamento del coefficiente di sicurezza alla liquefazione con la profondità tramite applicazione di metodi storico-empirici e calcolo del potenziale di liquefazione I_L valido per una profondità critica almeno pari al volume significativo di sottosuolo
Risultati al 3° grado di approfondimento			<input type="checkbox"/> $I_L \leq 2.0$ Fine approfondimento SITO STABILE <input type="checkbox"/> $2.0 < I_L \leq 5.0$ Verifica DI AMMISSIBILITA' DELLO SPOSTAMENTO <input type="checkbox"/> $I_L > 5.0$ OPERE DI SISTEMAZIONE E MITIGAZIONE DEL RISCHIO
<input type="checkbox"/> Eventuali verifiche di sicurezza con metodi avanzati di analisi dinamica (da non intendere come sostitutivi dei metodi precedenti)			



**DICHIARAZIONE/ ASSEVERAZIONE DELL'ESTENSORE DELLA RELAZIONE GEOTECNICA DI CONGRUI
CONTENUTI DELLA RELAZIONE GEOTECNICA AI REQUISITI RICHIESTI DAL PARAGRAFO 6.2.2 NTC**

Il sottoscritto Dott. Marco Stoppa

iscritto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n.482

incaricato in data 15/06/2022

da Sig.ri Ceriotti, Gorla, Zanzottera, Mocchetti e Paganini

per conto di idem

di redigere la relazione geotecnica relativa al seguente intervento

Piano Attuativo APC19 - Realizzazione strada carrabile

eseguito in Comune di Busto Garolfo

Località _____

Indirizzo Via Inveruno

n° 000 _____

cap

2	0	0	3	8
---	---	---	---	---

Comune Catastale B301

Foglio n. 26

Mappale o Particella

660,68,733,501,352,5

consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'art. 76 del D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadranno i benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (art. 75 D.P.R. 445/2000),

DICHIARA

A. di aver fatto riferimento al modello geologico desunto da specifica relazione a firma del Geologo

Dott. Marco Stoppa, me medesimo

B. di aver redatto il modello geotecnico del sito considerando un volume significativo di terreno compatibile con le caratteristiche dell'intervento e la natura e caratteristiche del sottosuolo

C. di aver considerato nei relativi calcoli geotecnici l'effetto delle azioni sismiche attese, tenendo adeguatamente in considerazione:

1. gli effetti di amplificazione stratigrafica, attraverso:

- analisi di risposta sismica locale
- procedura semplificata basata sulla definizione della seguente categoria di sottosuolo (paragrafo 3.2.2 NTC 2018):
- A B C D E

2. gli effetti di amplificazione topografica, attraverso:

- analisi di risposta sismica locale
- procedura semplificata basata sulla definizione della seguente categoria topografica (paragrafo 3.2.2 NTC 2018):
- T1 T2 T3 T4

D. di aver adeguatamente tenuto in considerazione i risultati della verifica di sicurezza del terreno di fondazione nei confronti della liquefazione

E. di aver individuato i seguenti parametri geotecnici caratteristici del terreno di fondazione:

peso dell'unità di volume: 1,67 t/mc _____

angolo di resistenza al taglio 26° _____

coesione efficace: nulla _____

coesione non drenata: nulla _____

F. di avere redatto la presente relazione conformemente a quanto previsto dalle norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 17-01-2018

ASSEVERA

ai sensi dell'art. 481 del Codice Penale la conformità di quanto eseguito ai fini della relazione in oggetto alla normativa nazionale e regionale vigente e la piena osservanza della relazione alle norme sismiche vigenti e delle relative istruzioni applicative.

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti del Regolamento UE 2016/679 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

luogo Novara

data 22/09/2022

L'ESTENSORE DELLA RELAZIONE GEOTECNICA

Dott. Marco Stoppa

(timbro e firma)

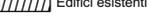
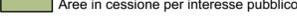
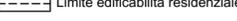
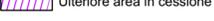
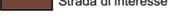
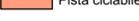
Elaborato grafico

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 Stato di progetto
Scala 1:500

Legenda

- | | |
|---|---|
|  Campi agricoli |  Limite area piano attuativo |
|  Verde privato pertinenziale |  Edifici esistenti |
|  Aree in cessione per interesse pubblico |  Limite edificabilità residenziale |
|  Ulteriore area in cessione |  Pozzetto geognostico |
|  Strada di interesse |  Prova penetrometrica tipo SCPT |
|  Marciapiedi |  Indagine sismica tipo HVSR |
|  Pista ciclabile | |



Il Progettista:



(Dott. Geol. Marco Stoppa)

Committente:

Sig.ri
Cerioti, Gorla, Zanzottera, Mocchetti, Paganini

Lavoro: PIANO ATTUATIVO APC19C - Realizzazione strada carrabile
Via Inveruno, snc - 20038 Busto Garolfo (MI)
R1-RELAZIONE GEOLOGICA, R2-RELAZIONE GEOTECNICA, R3-RELAZIONE DI FATTIBILITA'

Elaborato:

Ubicazione indagini geognostiche

Tav.

Geo.01

Scala: 1:500

Data: Settembre 2022

Dott. MARCO STOPPA - Geologo
GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA E GEOLOGIA AMBIENTALE
Ordine Regionale dei Geologi del Piemonte n.482