

## PROGETTAZIONE

STUDIO D' INGEGNERIA ASSOCIATO  
ISOLA-BOASSO & ASSOCIATI S.r.l.

Dott. Ing. Riccardo ISOLA  
Dott. Ing. Paolo BOASSO  
Dott. Ing. Fabrizio RABAGLIO

C.so M. Prestinari n° 86  
VERCELLI



**ACQUA**  
**NOVARA.VCO**  
**S.p.A.**

Via Triggiani, 9 – 28100 NOVARA (NO)  
Tel. 0321/413111 – Fax. 0321/413196

## PROGETTO DEFINITIVO

oggetto

INTERVENTO DI RIPARAZIONE  
COLLETTORE FOGNARIO  
IN COMUNE DI OLEGGIO (NO)  
PIAZZALE GUANDRA

Data: GENNAIO 2021

Rif. archivio: SRL 030.20

Scala

TAV. n° GE.01.001

Rev.	AGGIORNAMENTI	DATA

Contenuto degli Elaborati

## RELAZIONE GEOLOGICA

Il Responsabile  
Dott. Ing. Riccardo ISOLA

Visto

Vs. Rif. arch.:

Riproduzione o consegna a terzi  
solo dietro specifica autorizzazione

Ente destinatario:

\* Riservato all'Amministrazione

# REGIONE PIEMONTE

## PROVINCIA DI NOVARA

### COMUNE DI OLEGGIO



Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra

## Relazione geologica


Richiedente : **Acque Novara e VCO S.p.a. Via Leonardo Triggiani, 9-28100 Novara**

Ordine n. 2267 dell'08.10.2020




AMBIENTE&PAESAGGIO

**Ambiente e Paesaggio** coop. soc. fra professionisti  
Piazza Matteotti, 20  
28921 – Verbania (VB) – P.IVA 02005650037  
Posta elettronica [info@ambientepaesaggio.it](mailto:info@ambientepaesaggio.it)  
[www.ambientepaesaggio.it](http://www.ambientepaesaggio.it)


 <p><b>AMBIENTE&amp;PAESAGGIO</b></p>	<p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
---	---	---

<b>1 - Premessa .....</b>	<b>3</b>
<b>PARTE PRIMA.....</b>	<b>3</b>
<b>2 – Inquadramento geografico e territoriale.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 –Piazzale Guandra: breve storia della sua realizzazione e situazione esistente .....</b>	<b>3</b>
<b>3 – Quadro normativo .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1 – Piano Regolatore Generale Comunale .....</b>	<b>4</b>
<b>4 – Breve descrizione dell'intervento .....</b>	<b>4</b>
<b>5 – Inquadramento geologico geomorfologico territoriale .....</b>	<b>5</b>
<b>5.1 Geologia.....</b>	<b>5</b>
<b>5.2 Modello geologico.....</b>	<b>6</b>
<b>5.3 Tettonica .....</b>	<b>6</b>
<b>5.4 Aspetto morfologico .....</b>	<b>6</b>
<b>6. Inquadramento idrografico ed idrogeologico .....</b>	<b>8</b>
<b>6.1 Idrografia .....</b>	<b>8</b>
<b>6.2 Idrogeologia .....</b>	<b>8</b>
<b>6.2.1 Discretizzazione idrogeologica regionale.....</b>	<b>8</b>
<b>6.2.2 Caratteristiche piezometriche.....</b>	<b>8</b>
<b>6.2.3 Vulnerabilità' .....</b>	<b>9</b>
<b>PARTE SECONDA .....</b>	<b>10</b>
<b>7 – Indagini eseguite (Vedi documento allegato).....</b>	<b>10</b>
<b>8 – Risultati delle indagini.....</b>	<b>11</b>
<b>8.1 Sondaggi stratigrafici e Stratigrafie .....</b>	<b>11</b>
<b>8.2 Presenza di acqua nel sottosuolo .....</b>	<b>14</b>
<b>8.3 Prove penetrometriche dinamiche SPT .....</b>	<b>14</b>
<b>8.4 Indagini sismiche .....</b>	<b>16</b>
<b>8.4.1 Generalità .....</b>	<b>16</b>
<b>8.4.2 Metodo di analisi del profilo delle onde di taglio orizzontali vs30.....</b>	<b>18</b>
<b>8.5 Analisi chimiche terreno .....</b>	<b>19</b>
<b>8.6 Analisi chimiche acqua .....</b>	<b>19</b>
<b>9 - Caratterizzazione geotecnica dei terreni .....</b>	<b>20</b>
<b>10. Scavi e movimentazione dei litotipi .....</b>	<b>22</b>
<b>11 - Conclusioni.....</b>	<b>23</b>
<b>12 – Documentazione fotografica .....</b>	<b>26</b>
<b>13 – Allegati.....</b>	<b>27</b>

 <p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p> <p>AMBIENTE&amp;PAESAGGIO</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
--	---

---

## 14 – Bibliografia ..... 28

 <p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
--	---

## 1 - Premessa

Con Ordine n. 2267 del 08.10.2020, Acqua Novara e V.C.O. S.P.A. con sede in Via Triggiani n.9 a Novara, incaricava la Cooperativa Ambiente e paesaggio s.c.a.r.l. con sede in Piazza Matteotti n.20 Verbania, di redigere la relazione geologica e la pianificazione dei sondaggi a supporto del progetto “Intervento di microtunnelling in Piazzale Guandra nel Comune di Oleggio (NO)” per il rifacimento di un tratto di fognatura esistente.

Il piano delle indagini è stato consegnato in data 05.11.2020, in data 10-12-2020 sono iniziate le indagini a cura della Società In-CO s.r.l. che ha consegnato ad Acqua Novara e V.C.O. i risultati ottenuti in data del 21.12.2020.

La relazione di seguito è costituita da due parti, la prima sviluppa gli aspetti geografici, geologici, geomorfologici dell’area oggetto dell’intervento, mentre la seconda, sulla base dei dati ottenuti dalle indagini geognostiche, sviluppa la caratterizzazione geotecnica dei terreni e riporta i valori dei principali parametri, necessari per procedere alla progettazione dell’opera.

## PARTE PRIMA


### 2 – Inquadramento geografico e territoriale

L’area in oggetto è posizionata nel settore sud ovest della Città di Oleggio. In particolare essa è rappresentata da un ampio parcheggio delimitato a ovest da Via Garibaldi e a sud dall’attuale S.P. nr. 17. (All. ti n. 1-2; Foto n.1). Per l’inquadramento geografico dell’areale è stato utilizzato uno stralcio della cartografia BDTRE della Regione Piemonte alla scala 1:10.000 Sezione 1160040. La quota media di piano campagna di riferimento del piazzale risulta essere pari a 226.80 metri sul livello del mare.

Il territorio comunale di Oleggio (Provincia di Novara) si estende per una superficie di 37,79 Km<sup>2</sup> ed è compreso tra i comuni di Marano Ticino a nord e Bellinzago Novarese a sud. A est e a ovest, i riferimenti più importanti sono rispettivamente la sponda in destra idrografica del Fiume Ticino e la sponda in sinistra idrografica del torrente Terdoppio.

#### 2.1 –Piazzale Guandra: breve storia della sua realizzazione e situazione esistente

Oggi il piazzale risulta chiuso ed inagibile (Foto n.1) a causa delle numerose depressioni topografiche presenti ed in particolare di una voragine apertasi in data 17.12.2019, dove il terreno è sprofondato per circa 3-4 metri (Foto n.9). Tale situazione è da imputare a diversi fattori: parziale probabile rottura di condutture interrato, caratteristiche dei materiali impiegati per colmare il tratto di canale (probabilmente vi è anche in parte la presenza di terreni fini e molto fini aventi qualità geotecniche pessime, presenza di acqua di infiltrazione nel sottosuolo che si muove attraverso di esso con conseguente spostamento di particelle, formazione di vuoti che in seguito al collasso in superficie si

 <p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
--	---

riempiono di nuovo di terreno, questo fino alla successiva erosione da parte delle acque sotterranee in occasione di eventi meteorici significativi.

### 3 – Quadro normativo

#### 3.1 – Piano Regolatore Generale Comunale

La componente geologica del PRGC vigente redatta in conformità alla Nota Esplicativa alla Circ. P.G.R. 8 maggio 1996 nr. 7/LAP inserisce l'area in oggetto di intervento nella CLASSE II di Pericolosità Geomorfologica e di Utilizzazione Urbanistica (All.n.3): *“Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici, realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante. Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe, né condizionarne la propensione all'edificabilità”*.

In particolare, la pericolosità geologica risulta essere correlata alla presenza di: *Terreni di copertura con mediocri caratteristiche geotecniche: in questa classe sono incluse le aree poste lungo Via Don Minzoni, nelle quali si sono verificati cedimenti strutturali di edifici e della sede stradale a causa della scadente qualità del materiale di riempimento di una vallecchia: in queste zone si prescrive l'esecuzione di indagini geognostiche per la stima degli spessori del riporto, al fine di procedere ad una corretta progettazione delle opere di fondazione*.

Tale situazione viene rimarcata anche dalla presenza della CLASSE IIIA (più pericolosa) che se anche non interessa (vedi estratto cartografico) l'intero piazzale risulta comprendere il vecchio tratto del colatore Guandra (allo stato attuale tombato).

### 4 – Breve descrizione dell'intervento


L'intervento prevede la realizzazione di un tratto di condotta fognaria in sostituzione di uno esistente lungo il quale la tubazione presenta perdite e deformazioni legate all'usura del materiale che la compone e dai movimenti di assestamento dovuti in parte alla saturazione del terreno intorno ad essa ed in parte al cedimento del terreno rappresentato da materiali di riporto aventi scadenti qualità geotecniche.

In particolare il nuovo tratto non si svilupperà seguendo il percorso di quello esistente ma capterà lo stesso in due punti e formerà una diagonale rispetto all'esistente (Foto n. 1-5 e documentazione di progetto).

Essendo la condotta esistente posizionata alla profondità di circa 9,5 metri, il progetto prevede la realizzazione del nuovo tratto attraverso l'utilizzo della metodologia del microtunnelling. Verranno quindi costruiti due pozzi in corrispondenza di due punti del collettore esistente ai quali il nuovo tratto sarà allacciato. Il pozzo di partenza (P.to A), eseguito in c.a. sarà la camera di spinta per la sonda che si muoverà verso la camera di ricezione corrispondente al punto B (Foto n.5).

**Per i particolari vedi documentazione di progetto**



 <p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
--	---

## 5 – Inquadramento geologico geomorfologico territoriale

### 5.1 Geologia

Il territorio è caratterizzato da una morfologia a terrazzi naturali aventi un sviluppo prevalente nord-sud e uniti tra loro da scarpate che digradano in direzione del Fiume Ticino. Generalmente le superfici dei terrazzi non hanno andamento orizzontale ma sono piuttosto interessate da superfici a debole pendenza, mediamente intorno al 4% in direzione sud – sud est. Le quote maggiori hanno valori poco al di sopra dei 250 m slm (Terrazzo di Oleggio), mentre quelle minori sono rappresentate dall'alveo del Fiume Ticino e corrispondono a circa 146 m slm.


Il meccanismo di formazione di questa morfologia è dovuta alle fasi di espansione glaciale relativamente al ghiacciaio che occupava l'attuale valle del Lago Maggiore e risalenti al Pleistocene. Secondo la documentazione geologica di PRGC il territorio è costituito dalla presenza di depositi di origine fluvio-glaciale ed eolica (loess) che in base alla loro caratterizzazione litostratigrafica, geomorfologica e pedologica sono elencati nelle seguenti Unità: (Riferimento: Tesi inedita di Dr. O. Da Rold, A.A. 1984-85 - Milano):

- Ghiaie di Pombia (Villafranchiano ?);
- Complesso di Mezzomerico (Pleistocene inferiore-medio);
- **Complesso di Oleggio (Pleistocene medio);**
- Diamicton di Monticelli (Pleistocene medio);
- Complesso di Varallo Pombia (Pleistocene superiore) - Ghiaie di Bedisco, di C.na Musso, di S. Gaudenzio, di Selviggi e di Golasecca;
- Complesso di Castelnovate (Pleistocene superiore - Olocene) - Ghiaie di S. Eustachio - C.na Malfatta, di C.na Vallazza e di S. Giorgio;
- Ghiaie delle Baragge (Olocene);
- Alluvioni recenti ed attuali.

L'area di intervento interessa i litotipi appartenenti al **Complesso di Oleggio**: *costituito in genere da ghiaie parzialmente alterate a supporto clastico, in scarsa matrice sabbiosa grossolana, di facies fluvio-glaciale, ricoperte da paleosuoli rubefatti e da depositi eolici (loess- limo argilloso) policiclici ascrivibili al tardo Pleistocene medio, con spessore di alcuni metri. I ciottoli sono ben arrotondati e moderatamente alterati. Alle ghiaie si intercalano lenti di sabbia medio grossolana o lenti di sabbia fine limosa, laminata. Sono inoltre presenti lenti di ghiaia fine e ciottoli di dimensioni centimetriche con matrice quasi del tutto assente.*

*Il Complesso di Oleggio (All.n.4) costituisce l'omonimo terrazzo e caratterizza la parte compresa tra il concentrico di Oleggio e Castelletto di Momo. Il limite inferiore del Complesso di Oleggio è rappresentato dai depositi del Complesso di Mezzomerico. Non sono disponibili dati precisi sulla potenza di tale Unità, ma indicativamente raggiunge spessori prossimi a 110-120 metri dal piano campagna.*

**Le stratigrafie ricavate dai carotaggi eseguiti rivelano terreni completamente differenti da questi, sono assenti ghiaie parzialmente alterate a supporto clastico, in scarsa matrice sabbiosa grossolana, così come i depositi eolici policiclici (Ferretto) ascrivibili al tardo Pleistocene medio, con spessore di alcuni metri.**

 <p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
--	---

**Queste litologie sono sicuramente presenti, in parte o totalmente, a profondità maggiori di 12 metri rispetto all'intera superficie di Piazzale Guandra.**

## **5.2 Modello geologico**

Il Modello Geologico di Riferimento (MGR) è l'evoluzione concettuale del Modello Geologico, indispensabile per valutare compiutamente le interazioni fra il contesto geologico inteso nel senso più ampio e le opere di progetto. Tale modello rappresenta, pertanto, la sintesi delle informazioni di carattere geologico che caratterizzano l'area con cui il progetto interagisce. Il MGR è un sistema dinamico, che deriva da un processo conoscitivo continuo, alla cui definizione si perviene per successive approssimazioni, in relazione ai dati ed alle informazioni che vengono acquisiti nel percorso di indagine. Alla costruzione del MGR concorre anche una sorta di quarta dimensione, ossia il tempo, rappresentato, in prima approssimazione, dal grado di attività dei fenomeni gravitativi, o dall'evoluzione dei morfemi in genere, oppure dall'incidenza degli scavi in sotterraneo sugli acquiferi, o dalla velocità del fenomeno della subsidenza. Ai fini della definizione del modello geologico da adottare in prima analisi è possibile assumere la seguente successione litostratigrafica tipo non alterata desunta dai sondaggi geognostici eseguiti e anche da dati di bibliografia:

- Livello 0 (S0): ghiaie con ciottoli (di riporto) e limo argilloso con presenza di materiale antropico edile di riporto dovuto ad attività pregresse di riempimento, con spessori e continuità variabili la cui media basata sulle prove puntiformi eseguite risulta essere pari a 12,00 metri da p.c..
- Livello 1 (S1): ghiaia (con ciottoli) in matrice sabbiosa con deboli livelli limoso argillosi con profondità variabili medie superiori a trenta metri; tale livello sebbene presente (in quanto costituisce il pianalto di Oleggio) non viene attraversato né individuato dai sondaggi eseguiti.

## **5.3 Tettonica**


Nella parte più superficiale della porzione di terreno indagato non sono presenti complesse strutture tettoniche.

## **5.4 Aspetto morfologico**

La morfogenesi dell'area è di tipo glaciale fluvioglaciale. In particolare il pianalto sul quale sorge l'abitato di Oleggio è caratterizzato dalla presenza di depositi fluvioglaciali risalenti al Pleistocene medio-superiore. La superficie topografica ha un andamento subpianeggiante. A ovest di Oleggio si sviluppa un'ampia superficie circa pianeggiante con leggero degrado in direzione del Torrente Terdoppio, in mezzo i rii Rito e Agamo i cui alvei, nel corso del tempo, hanno significativamente inciso i terreni fluvioglaciali dando origine ad ampie valli.

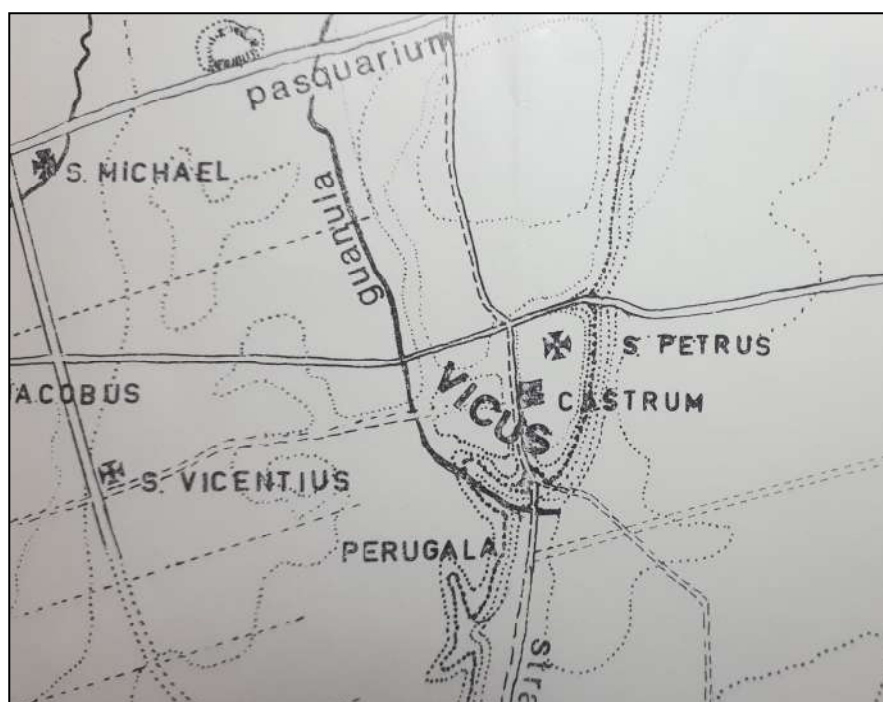
A est del nucleo di Oleggio l'ampia valle del Fiume Ticino, la topografia degrada verso oriente ed è caratterizzata da terrazzi fluviali di grande estensione delimitati da orli netti e



 <p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
--	---


di facile individuazione, visto che la differenza di quota tra il terrazzo superiore e quello inferiore è mediamente di 10-15 metri.

Il piazzale Guandra (attualmente così denominato) risulta avere una storia evolutiva particolarmente complessa. L'originale avvallamento percorso da quello che fu il fosso colatore Guandra (corso d'acqua a regime temporaneo in quanto non ha sorgenti), fungeva quasi certamente (data la sua profondità) da limite naturale occidentale e meridionale (proprio nell'area di intervento) dell'antico insediamento abitativo nonché del probabile accampamento Romano (Castrum). Rimane tale anche nel Medioevo dove però assume quasi probabilmente la funzione di fognatura a cielo aperto.



Estratto da G. Balosso "Olegium qui dicitur scarulfi" –1976

Di fatto la storia e le testimonianze umane e cartacee più recenti indicano che, nella posizione attuale del piazzale, vi era, fino all'inizio del 900, la presenza di un tratto del Colatore Guandra il cui alveo scorreva a profondità appunto comprese tra 12 e 14 metri almeno, rispetto alla quota del piazzale (attuale). Esisteva di fatto una valle compresa tra l'abitato storico di Oleggio a Nord (Zona Montevitale) e gli edifici esterni al nucleo abitato a Sud (Zona Giaggiolo) (Foto n. 2-3). Questa grande depressione topografica era composta da due scarpate laterali ad elevata inclinazione che si raccordavano alla base con la presenza di un alveo dove, in occasione di eventi meteorici importanti, si accumulava l'acqua proveniente dalle superfici circostanti che si sommava a quella già in alveo e a quella di raccolta lungo il canale più a nord; da qui scorreva in direzione est sud est per essere smaltita inizialmente "a spaglio" nella pianura sottostante (zona ad est) ed in un secondo tempo raccolta e collettata verso l'attuale depuratore di Bellinzago Novarese. L'ultimo tratto di questa valle esiste ancora poco a sud est del Piazzale, in continuità con esso, le due sponde sono caratterizzate dalla presenza di terrazzi antropici intermedi (Foto n.4).

 <p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p> <p>AMBIENTE&amp;PAESAGGIO</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
--	---

A partire dai primi anni del 900 alcuni tratti del Colatore Guandra, compreso quello presente in corrispondenza del Piazzale, vengono colmati mediante continui apporti di materiale di natura e provenienza diverse (Vedi documentazione contenuta nel Piano delle Indagini e pubblicazione: **“Benedì e batizà kum l’àkua dla Guandra... (La Guandra)”** a cura del Dott. Geol. Claudio Viviani.

## 6. Inquadramento idrografico ed idrogeologico

### 6.1 Idrografia

Il corso d’acqua più importante è il Fiume Ticino che si sviluppa con andamento prevalente Nord-Sud. Corsi d’acqua minori sono presenti a ovest del nucleo di Oleggio ed in prossimità del confine occidentale del territorio comunale, presenti in sequenza spostandosi in direzione est-ovest, il rio Rito, il Torrente Agamo e all’estremo ovest il Torrente Terdoppio.

Nell’area in oggetto non vi sono corsi d’acqua superficiali di notevole entità. Il colatore Guandra, trasformato completamente in corso d’acqua artificiale in quanto totalmente intubato nel corso del ‘900, unitamente al suo alveo è stato oggetto di riempimento mediante continui apporti di materiale frammisto a terreno naturale proveniente da altri luoghi. Sebbene completamente intubato (colatore) e tombato (impluvio), dal punto di vista idrografico l’alveo o meglio l’impluvio (avvallamento naturale) non ha mai perso la sua funzionalità originale di raccogliatore delle acque meteoriche di precipitazione che quasi sicuramente scorrono ancora attraversando i terreni di riporto.

### 6.2 Idrogeologia

#### 6.2.1 Discretizzazione idrogeologica regionale

In relazione allo studio eseguito dal Dipartimento Scienze della Terra dell’Università degli Studi di Torino convenzionato con la Direzione Pianificazione delle Risorse Idriche della Regione Piemonte (Giugno, 2002), l’intero territorio regionale è stato suddiviso in aree con caratteristiche idrogeologiche specifiche. In particolare l’intervento ricade all’interno dell’AREA “P” cioè aree di pianura alluvionale, e nello specifico in SOTTOAREA “PA” dove è possibile individuare la base dell’acquifero superficiale. Secondo tale studio la base dell’acquifero superficiale per l’area di interesse è compresa tra le quote assolute media 175,00 e 176,00 metri sul livello del mare (quote relative pari a –51,80 e –50,80 metri da piano campagna).

#### 6.2.2 Caratteristiche piezometriche

Dall’esame della carta idrogeologica della zona e da altra documentazione consultata si è potuto caratterizzare l’area dal punto di vista idrogeologico (All.n.5). La geometria dei depositi superficiali definisce superficialmente un acquifero di tipo monostrato costituito da depositi a granulometria grossolana ghiaiosa che supporta una falda superficiale di tipo semiconfinato; non sono presenti infatti livelli impermeabili ad andamento continuo tali da separare falde confinate almeno fino alle profondità media comprese tra 51,00/52,00 metri dal piano campagna. Oltre tali profondità si attraversano orizzonti a



granulometria fine argillosa che tendono a separare orizzonti ghiaiosi sabbiosi che supportano falde profonde di tipo confinato e semiconfinato. La direzione del flusso idrico sotterraneo, in un intorno significativo, risulta essere principalmente NW-SE con un gradiente idraulico medio pari allo 0.003 relativo alla falda superficiale. La superficie piezometrica della falda superficiale si stabilizza mediamente ad una quota assoluta compresa tra 201,00 e 202,00 metri s.l.m. vale a dire ad una profondità media di -24,80 metri dal piano campagna. Dall'elaborazione dei dati piezometrici compresi nell'intervallo di tempo di 10 anni si evince una escursione totale del livello piezometrico di 3,57 metri con un innalzamento pari a 1,66 metri e un abbassamento pari a 1,91 metri rispetto al livello piezometrico medio.

***In corrispondenza dei carotaggi S1A ed S5B sono stati inseriti due piezometri che hanno evidenziato nell'arco di circa un mese la presenza costante di acqua a partire da - 9,00 metri di profondità rispetto alla quota topografica di superficie. Altre misurazioni hanno dato i valori di seguito:***

Data	Piezometro A	Piezometro B
17/12/2020	-9,5	-9,9

***Le analisi chimico qualitative condotte su due campioni di acqua raccolta dai piezometri hanno evidenziato caratteristiche assimilabili ad acqua nera/grigia di fognatura. In relazione a ciò, indipendentemente la reale profondità della falda (naturale) semiconfinata, presente a profondità maggiori, si ritiene necessario considerare completamente saturi i terreni oggetto di intervento non escludendo a priori probabili venute d'acqua a portate variabili dovute probabilmente a fuoriuscite dai condotti fognari. Non si hanno informazioni inoltre sulla presenza di eventuali "pozzi perdenti" di acque meteoriche e/o dello smaltimento e regimazione delle acque di ruscellamento superficiale provenienti dal piazzale stesso.***

### 6.2.3 Vulnerabilità'

La determinazione della vulnerabilità con il metodo G.O.D. (abbreviazione che sintetizza i parametri presi in considerazione: Grounwater occurrence tipologia di falda, Overall lithology of acquifer o acquitard tipologia di acquifero, Depth to groundwater table or strike profondità della superficie piezometrica) permette una stima semiquantitativa attraverso l'attribuzione di un indice per ogni parametro idrogeologico considerato. Attenendosi allo schema allegato si valutano in successione:

- il tipo di acquifero captata (emergente , confinato, semiconfinato, semilibero, libero);
- le caratteristiche dei terreni insaturi sovrastanti l'acquifero (litologia, grado di compattazione, contenuto in argilla, ecc.);
- la profondità dall'acquifero (livello statico per la falda libera, tetto dello strato acquifero per quella confinata).

Il prodotto degli indici attribuiti ai sopracitati parametri restituisce un valore compreso tra zero e uno che caratterizza il grado di vulnerabilità (0 = nulla - 1 = estrema).



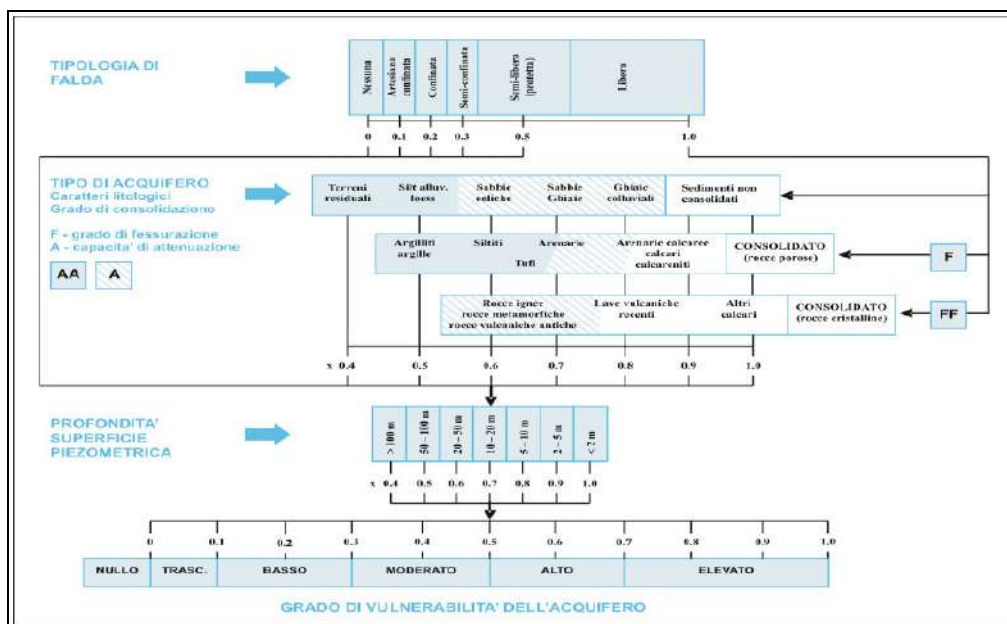
AMBIENTE&PAESAGGIO

Ambiente e Paesaggio  
s.c.a.r.l.

Piazza Matteotti, 20  
28921 Verbania (VB)

## Relazione geologica

Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione  
sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in  
Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra



Considerando la situazione locale si ottiene:

- **Falda semiconfinata: Indice GOD = 0,24 Vulnerabilità bassa**

## PARTE SECONDA


### 7 – Indagini eseguite (Vedi documento allegato)

Sulla base del piano d'indagini proposto nel documento e consegnato ad Acqua Novara e V.C.O. dallo scrivente in data 5 novembre 2020, la società In-Co s.r.l. ha provveduto ad eseguire, tra le date del 03.12.2020 e 11.12.2020 le seguenti indagini geognostiche:

- 3 carotaggi continui con recupero del terreno indisturbato allo scopo di ricostruirne la stratigrafia, da piano campagna fino a -12 metri di profondità, in particolare si tratta di carotaggi continui da eseguire nei corrispondenti punti A e B del tratto da indagare e al centro della stessa distanza A-B (Foto n.5). Nei punti A e B sono stati inseriti due piezometri per verificare la eventuale presenza di falde temporanee localizzate.
- Inoltre rispettivamente al centro dei due tratti compresi tra A e B l'esecuzione di due carotaggi a distruzione di nucleo fino alla profondità di -9 metri e, da qui fino a -12 metri il recupero dei campioni per costruire la stratigrafia (Foto n.5; documentazione relativa al piano indagini e documentazione indagini allegata).

In corrispondenza delle profondità -9 m, -9,50 m, -10 metri e -12 metri, sono state eseguite, per tutti e 5 i carotaggi, delle prove penetrometriche di tipo dinamico SPT utili alla identificazione dei principali parametri geotecnici dei terreni presenti.

Inoltre è stata eseguita una indagine simica di tipo MASW (*Multichannel Ana-lysis of Surface Waves*), importante per correlare i dati raccolti attraverso i carotaggi e le prove in

 <p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
--	---

foro e quindi poter costruire il modello geologico e litotecnico relativamente alla successione dei terreni presenti.

Indagine	Tipologia	Simbologia	Caratteristiche	
1	Sondaggio verticale a carotaggio continuo	S1A	Lunghezza (m)	12.0
			SPT	4
			Campioni ambientali	3
			Piezometro/Falda	12.0/9.0
2	Sondaggio verticale a carotaggio continuo	S5B	Lunghezza (m)	12.0
			SPT	4
			Campioni ambientali	3
			Piezometro/Falda	12.0/9.0
3	Sondaggio verticale a carotaggio continuo	S3C	Lunghezza (m)	12.0
			SPT	4
			Campioni ambientali	2
4	Sondaggio verticale a distruzione di nucleo e a carotaggio continuo	S2D	Lunghezza a distruzione (m)	8.0
			Lunghezza a carotaggio continuo (m)	4.0
			SPT	4
			Campioni ambientali	1
5	Sondaggio verticale a distruzione di nucleo e a carotaggio continuo	S4E	Lunghezza a distruzione (m)	8.0
			Lunghezza a carotaggio continuo (m)	4.0
			SPT	4
			Campioni ambientali	1
6	Sismica MASW			

Tabella con l'elenco dei sondaggi geognostici eseguiti

**Per una analisi completa dei dati si rimanda alla documentazione allegata relativa alle indagini geognostiche eseguite**


## 8 – Risultati delle indagini

### 8.1 Sondaggi stratigrafici e Stratigrafie

#### Sondaggio S1A

La stratigrafia relativa al sondaggio S1 ha evidenziato la presenza di terreni contenenti materiali edili perlomeno fino alla profondità di circa 8 metri e oltre, si tratta quindi di terreni riportati e rimaneggiati di natura tra loro differente. Da 8 metri fino a 12, fondo foro, il terreno presente è *sabbia e limo debolmente ghiaioso di colore marrone/ocra*, non sono presenti elementi riconducibili ai materiali edili ma si tratta in ogni caso di terreno dio riporto rimaneggiato (Vedi documentazione allegata riferita alle indagini eseguite dalla società In-Co s.r.l. e All.n.7).



 <p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
--	---

Piezometro: il piezometro posato nel foro di sondaggio S1A ha evidenziato la presenza di acqua a partire dalla profondità di -9,00 metri rispetto alla quota di piano campagna.

### Sondaggio S2D

La stratigrafia relativa al sondaggio S2D è stata eseguita a distruzione di nucleo fino alla profondità di 8 metri e, da qui il recupero del campione per avere la stratigrafia fino a 12 metri ed eseguire le prove Spt. La stratigrafia ha evidenziato dalla profondità di -8 metri fino a 10 metri la presenza di *Ghiaia sabbiosa debolmente limosa di colore marrone*, segue fino a -12 metri la presenza di *Sabbia limosa debolmente ghiaiosa di color ocra*. Anche in questo caso si tratta di terreni riportati e rimaneggiati, di fatto non c'è correlazione diretta con la stratigrafia S1A (Vedi documentazione allegata riferita alle indagini eseguite dalla società In-Co s.r.l. e All.n.7).

### Sondaggio S3C

La stratigrafia di questo sondaggio è completa ed evidenzia differenti tipologie di terreno con presenza di materiali edili perlomeno fino alla profondità di -7,5 metri. A questi seguono *Limo e sabbia di colore marrone* fino a -9,00 metri (da -7,9 m a -9,7 m è la sezione interessata dal passaggio della sonda e dalla posa della condotta del diametro di 1,8 metri). Da -9,0 m fino a 12 la presenza di *Sabbia con ghiaia debolmente limosa di colore marrone con ciottoli a media/bassa sfericità subangolosi*. Non c'è correlazione con i terreni della stratigrafia precedente. (Vedi documentazione allegata riferita alle indagini eseguite dalla società In-Co s.r.l. e All.n.7).

### Sondaggio S4E

Come il sondaggio S2D il recupero dei campioni e la costruzione della stratigrafia è stata eseguita solamente tra le profondità -8,0 m e -12,0 m. Il terreno presente è *Ghiaia e sabbia di colore marrone con ciottoli a bassa sfericità subangolosi con presenza di materiali edili*. La presenza di materiali edili testimonia chiaramente l'origine antropica relativamente alla posa di questa litologia, quindi anch'essa trasportata e rimaneggiata (Vedi documentazione allegata riferita alle indagini eseguite dalla società In-Co s.r.l. e All.n.7).

### Sondaggio S5B

Il sondaggio S5B indica fino alla profondità di -7,0 metri, la presenza di *Sabbia con ghiaia di colore marrone con ciottoli arrotondati a media/alta sfericità*, tale terreno è presente anche lungo i primi 4 metri della sequenza stratigrafica relativa al sondaggio S3C. La stratigrafia S3C indica al di sotto di questo terreno, la presenza di altro terreno contenente materiali edili, pertanto se anche in questo caso si tratta di terreno di riporto e rimaneggiato. Dalla profondità di -7,0 m e fino a -12 m, la stratigrafia del sondaggio S5B indica la presenza di *Sabbia e limo debolmente ghiaioso di colore ocra, terreno debolmente coesivo* (Vedi documentazione allegata riferita alle indagini eseguite dalla società In-Co s.r.l. e All.n.7). Un terreno simile viene indicato alla base del sondaggio S1A tra le quote -7,50 m e -12 m. Le S.P.T. eseguite alle profondità rispettivamente di 8, 10 e 11 metri risultano per i due sondaggi significativamente differenti ed inoltre nei





AMBIENTE&PAESAGGIO

Ambiente e Paesaggio  
s.c.a.r.l.

Piazza Matteotti, 20  
28921 Verbania (VB)

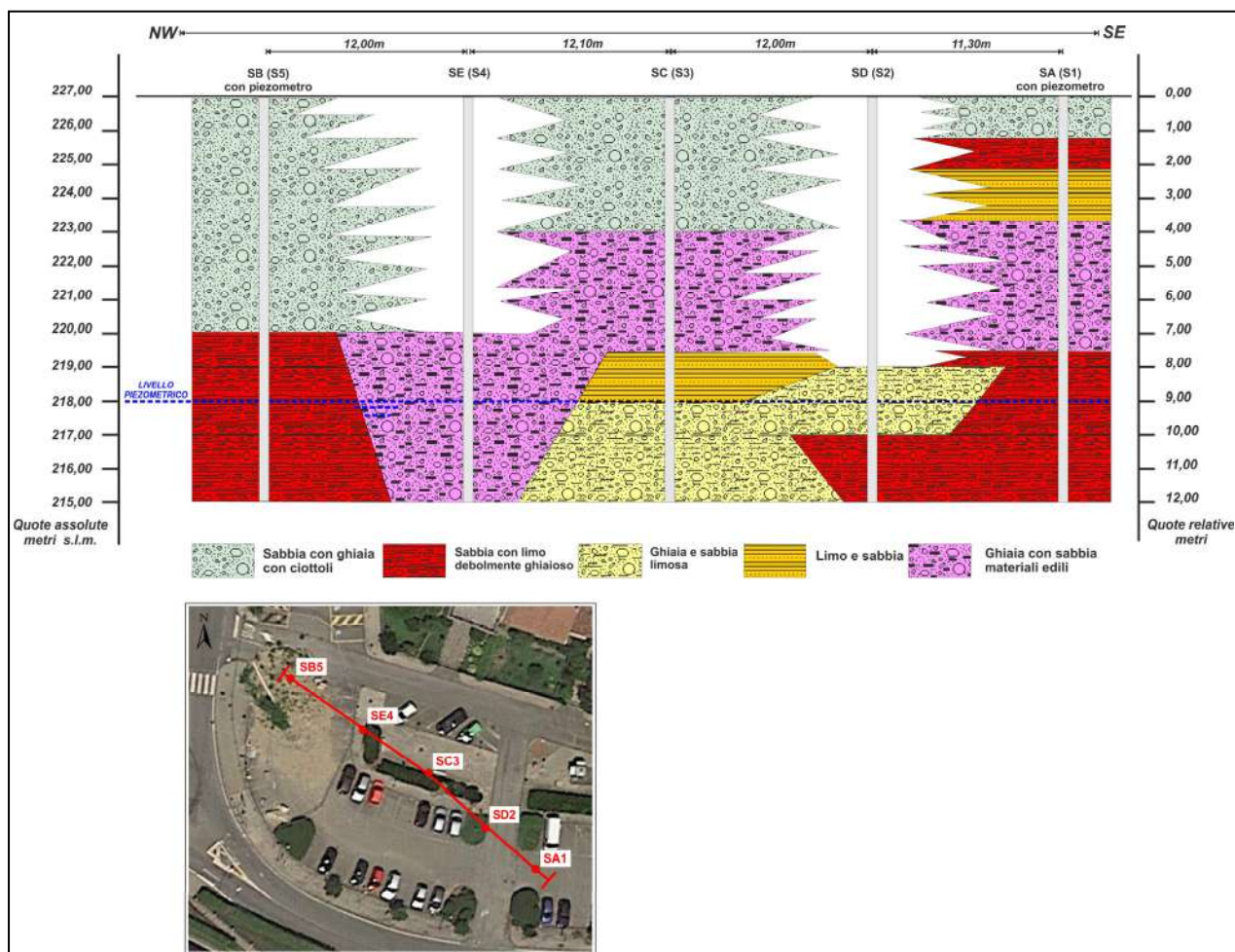
## Relazione geologica

Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra


sondaggi intermedi fra S1A e S5B, non c'è alcuna correlazione, pertanto anche il terreno evidenziato dal sondaggio S5B risulta essere stato trasportato da altro luogo, depositato e rimaneggiato.

Come lungo il foro del sondaggio S1A, anche in questo è stato posizionato un piezometro che ha evidenziato la presenza di acqua a partire dalla profondità di -9,00 metri rispetto alla quota di piano campagna.

Mediante le informazioni stratigrafiche desunte dai sondaggi eseguiti, è stato possibile tracciare la sezione geologica interpretativa A-A' (sotto riportata e in All.n.8). Come si evince dai dati analizzati, il principale litotipo presente (livello 0 S0 modello geologico) risulta essere un insieme di materiali di riporto di riempimento caratterizzato anche dalla presenza di materiali edili (frammenti di mattoni, cemento, conglomerato etc.) deposto nel corso degli anni senza specifiche regole di costipazione e/o consolidamento, ma semplicemente per sversamento e spandimento areale, il che non permette di definire con certezza un grado omogeneo di compattazione né tantomeno definire i vari processi di consolidamento, probabilmente tutt'oggi in corso sebbene le fasi riempimento siano iniziate a partire dagli anni venti del 1900.



Modello geologico desunto dalle indagini geognostiche

 <p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
--	---

## 8.2 Presenza di acqua nel sottosuolo

I fori dei sondaggi S1A e S5B sono stati utilizzati per la posa di due piezometri del tipo, a tubo aperto con diametro di 3" che hanno raggiunto la massima profondità investigata. Il tubo è composto da tratti microfessurati (da -12,00 m a -6,00 m) e da tratti ciechi (da -6,00 m a 0,00 m) e nei giorni seguenti alla conclusione dei carotaggi è stata rilavata la presenza di acqua in entrambe i piezometri a partire dalla profondità di - 9,00 metri. Nei giorni successivi alla posa sono state eseguite delle misure che hanno confermato la presenza di acqua, la profondità dell'acqua ha avuto una variazione dell'ordine del centimetro rispetto ai - 9,00 metri misurati in fase di realizzazione dei sondaggi.

La presenza dell'acqua alla profondità di - 9,00 metri inficerà sia sulla fase di perforazione della sonda per la realizzazione del microtunnelling, sia sulla posa della condotta, pertanto nella fase progettuale ed in quella realizzativa dell'opera se ne dovrà tenere conto. Della presenza di acqua si è tenuto conto anche nella definizione dei valori dei principali parametri geotecnici calcolati e riportati nel capitolo 9.

## 8.3 Prove penetrometriche dinamiche SPT

Come estrapolato dalla documentazione allegata, la Ditta IN-CO srl, durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici ha effettuato alcune prove penetrometriche dinamiche SPT all'interno dei fori di sondaggio a profondità predeterminate prossime a quelle su cui verrà effettuato l'intervento di microtunneling. La prova consiste nell'infiggere a percussione nel terreno, alla quota prevista e quindi sospendendo momentaneamente la perforazione del sondaggio, di un campionatore Raymond munito di scarpetta o punta chiusa (in relazione alla granulometria del terreno) e di registrare il numero dei colpi necessari all'avanzamento di 3 tratti di 15 cm e nello specifico:

- il numero di colpi di maglio N1 necessario a produrre l'infissione per i primi 15cm (tratto di avviamento) inclusa l'eventuale penetrazione quasi statica per gravità
- il numero di colpi di maglio N2 necessario a produrre l'infissione per altri 15cm
- il numero di colpi di maglio N3 necessario a produrre l'infissione per ulteriori 15cm.


Complessivamente, durante la prova, il campionatore sarà infisso di 15+15+15 = 45cm. Le prove SPT (Standard Penetration Test) sono state eseguite con dispositivo NENZI a sgancio automatico (conformemente alle disposizioni dell'AGI) avente le seguenti caratteristiche:

- Campionatore Raymond a punta chiusa o aperta diametro 50.8 mm
- Batteria di aste diametro 50 mm
- Massa battente kg 63.5
- Altezza di caduta 76 cm

Si assume quale resistenza alla penetrazione il parametro:

$$N_{SPT} = N2 + N3$$

- Se con N1=50 l'avanzamento è minore di 15cm l'infissione è sospesa e la prova è conclusa
- Se con N2 + N3=100 non si raggiunge l'avanzamento di 30cm l'infissione è sospesa e la prova è conclusa.

 <b>AMBIENTE&amp;PAESAGGIO</b>	Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)	<b>Relazione geologica</b> Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra
---	---	--

Le quote alle quali sono state eseguite le prove sono visibili in stratigrafia e sono anche riassunte nella sottostante tabella.

Sondaggio	Profondità		N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>spt</sub>
	da m	a m				
S1A	7.00	7.45	3	3	3	6
	8.50	8.95	2	2	2	4
	10.00	10.45	15	18	20	38
	11.00	11.45	18	19	21	40
S2D	8.00	8.45	10	R		
	9.00	9.45	15	18	23	41
	10.00	10.45	18	21	25	46
	11.00	11.45	17	24	25	49
S3C	7.00	7.45	15	R		
	8.50	8.95	13	24	27	51
	10.00	10.45	19	27	25	52
	11.00	11.45	17	20	24	44
S4E	8.00	8.45	R			
	9.00	9.45	17	R		
	10.00	10.45	18	23	27	50
	11.00	11.45	20	24	28	52
S5B	7.00	7.45	9	14	13	27
	8.50	8.95	10	15	18	33
	10.00	10.45	15	16	16	32
	11.00	11.45	26	20	24	44

*Tabella con l'elenco dei sondaggi geognostici eseguiti*

Un controllo sull'affidabilità della prova SPT può essere eseguito applicando il criterio proposto da Schmertmann (1979) basato sui rapporti fra i tre valori di N misurati nell'intervallo di 45 cm (N<sub>1</sub>+ N<sub>2</sub>+ N<sub>3</sub>):

$$X1= N1/N3 \quad X2=N2/N3$$

Affinché la prova possa essere considerata affidabile deve essere sempre verificata la condizione:

$$X1 < X2$$

se questa condizione non risulta verificata, la causa può essere ricondotta ad un cambio di litologia nei 45 cm attraversati o alla mancanza o non corretta esecuzione della pulizia del foro prima dell'esecuzione della prova.

La tabella sottostante riporta i dati registrati e la loro verifica secondo quanto sopra esposto; in sostanza le prove sono state condotte in modo adeguato raggiungendo lo scopo prefissato durante l'elaborazione del piano di indagini.



AMBIENTE&amp;PAESAGGIO

Ambiente e Paesaggio  
s.c.a.r.l.  
Piazza Matteotti, 20  
28921 Verbania (VB)

**Relazione geologica**

Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione  
sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in  
Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra

SONDAGGIO	DESCRIZIONE	Da m	A m	N1	N2	N3	NSPT	X1	X2	X1<X2
S1A	Limo con materiali edili	7,00	7,45	3	3	3	6	1,0	1,0	
		8,50	8,95	2	2	2	4	1,0	1,0	
	Sabbia e limo ghiaiosi	10,00	10,45	15	18	20	38	0,8	0,9	
		11,00	11,45	18	19	21	40	0,9	0,9	
S2D	Ghiaia sabbiosa	8,00	8,45	10	R					
		9,00	9,45	15	18	23	41	0,7	0,8	
		10,00	10,45	18	21	25	46	0,7	0,8	
	Sabba limosa	11,00	11,45	17	24	25	49	0,7	1,0	
S3C	Ghiaia sabbiosa	7,00	7,45	15	R					
	Limo sabbioso	8,50	8,95	13	24	27	51	0,5	0,9	
		10,00	10,45	19	27	25	52	0,8	1,1	
	Sabbia con ghiaia	11,00	11,45	17	20	24	44	0,7	0,8	
S4E	Ghiaia sabbiosa	8,00	8,45	R						
		9,00	9,45	17	R					
		10,00	10,45	18	23	27	50	0,7	0,9	
		11,00	11,45	20	24	28	52	0,7	0,9	
S5B	Sabbia limosa	7,00	7,45	9	14	13	27	0,7	1,1	
		8,50	8,95	10	15	18	33	0,6	0,8	
		10,00	10,45	15	16	16	32	0,9	1,0	
		11,00	11,45	26	20	24	44	1,1	0,8	

## 8.4 Indagini sismiche

### 8.4.1 Generalità

Lo studio della risposta sismica delle piane alluvionali ha acquistato grande rilevanza negli ultimi anni, in quanto si è constatato che un ruolo fondamentale, in termini di distribuzione spaziale dei danni in caso di terremoti, può essere giocato dalle variazioni su piccola scala delle proprietà meccaniche dei sedimenti superficiali e dalla geometria del bacino. L'ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"* ha approvato:

- 1 - i criteri per l'individuazione delle zone sismiche;
- 2 - le norme tecniche per gli edifici;
- 3 - le norme tecniche per i ponti;
- 4 - le norme tecniche per le opere di fondazione.

Con l'emanazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 aprile 2006 *"Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone"* sono stati approvati i criteri generali e la mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale riportata in figura.





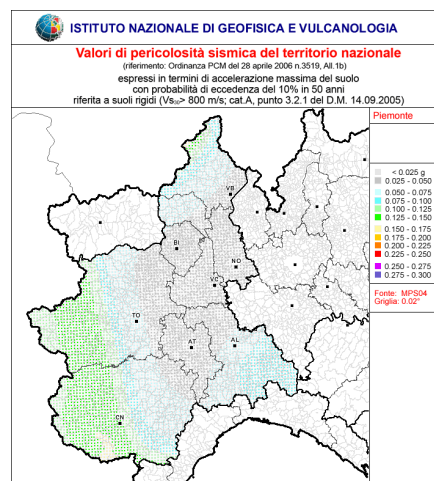
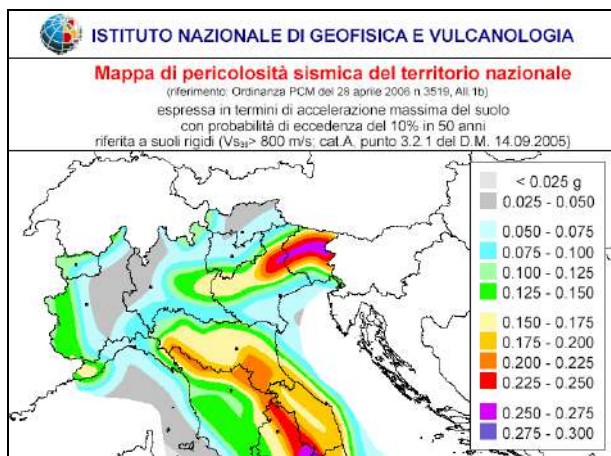
AMBIENTE&PAESAGGIO

Ambiente e Paesaggio  
s.c.a.r.l.









Piazza Matteotti, 20  
28921 Verbania (VB)

## Relazione geologica

Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione  
sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in  
Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra



La mappa riportata rappresenta graficamente la pericolosità sismica del territorio nazionale ed in particolare quello regionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo  $a_g$ , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi (Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi categoria A di cui al punto 3.2.1 del D.M. 14/09/05) caratterizzati da una velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio  $V_{s30} > 800$  m/s. Tale mappatura e i rispettivi valori di accelerazione massima si traducano in zone sismiche così suddivise:

	ZONA	ACCELERAZIONE MASSIMA AL SUOLO (m/sec)
 	1	$0,250 < a_g < 0,300$
 	2	$0,150 < a_g < 0,250$
 	3	$0,050 < a_g < 0,150$
 	4	$0,025 < a_g < 0,050$

Secondo tale mappatura il territorio comunale di Oleggio ricade in ZONA 4. Con la D.G.R. n. 4-3084 del 12/12/2011 la Regione Piemonte ha approvato l'aggiornamento e l'adeguamento delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico ed è stata anche recepita la nuova classificazione sismica dell'intero territorio regionale di cui alla precedente D.G.R. nr. 11-13058 del 19/01/2010. Successivamente tale suddivisione è stata ulteriormente aggiornata con D.G.R. 30 dicembre 2019 nr. 6-887. Secondo la suddetta nuova classificazione il territorio comunale di Oleggio ricade in ZONA 4. Nella figura seguente si possono osservare alcuni dati relativi alla storia sismica del Comune di Oleggio contenuti nel Database Macrosismico Italiano DBMI15 (M. Locati, R. Camassi M. Stucchi e alii 2015).



Effetti	In occasione del terremoto del												
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale				NMDP	Io	Mw
4-5	1887	02	23	05	21	5	Liguria occidentale				1511	9	6.27
2	1905	04	29	01	46	4	Haute-Savoie, Vallorcine				267	7-8	5.10
3	1908	05	24	08	37		Piemonte centro-settentrionale				36	4	4.10
3	1918	04	24	14	21		Lecchese				34	6	4.95
4	1960	03	23	23	10		Vallese				178	7	5.00
3	1983	11	09	16	29	5	Parmense				850	6-7	5.04
NF	2002	11	13	10	48	0	Franciacorta				768	5	4.21

#### 8.4.2 Metodo di analisi del profilo delle onde di taglio orizzontali vs30

L'indagine per la caratterizzazione del suolo è avvenuta con misura diretta dei parametri geofisici per la definizione del profilo delle onde di taglio orizzontali; è stato eseguito uno stendimento in prossimità dell'area di intervento. E' stata utilizzata la tecnica della misura dei Microtremori Sismici Ambientali (ReMi – Refraction Microtremor) Analisi Multicanale di Onde di Superficie (MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves). Le tabelle seguenti illustrano, per la località di misura, il profilo di velocità delle onde S, associato alla curva sperimentale di dispersione energetica. Nelle tabelle sono riportati i valori del miglior modello di adattamento interpretato dall'inversione dei dati. Il computo del parametro Vs30, secondo le "Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M.17/01/2018 e s.m.i.), è calcolato utilizzando la formula:

$$Vs\ 30\ Equivalente = 30 / \text{Somatoria } (h_i / V_{si})$$

in cui  $h_i$  e  $V_{si}$  sono spessori e velocità dei singoli strati.


Dall'elaborazione dei dati è stato ottenuto il seguente intervallo di valori per uno strato significativo di terreno pari a 30,00 metri (specifici valori possono essere dedotti dalla discretizzazione dei dati riportata nella documentazione specifica Tab. 1 pag. 9 IN-CO srl)

$$Vs_{30\ m} = 274 - 327\ m/s$$

*Profilo 1 di velocità Vs 30 m delle onde di taglio orizzontali*

L'interpretazione delle misure geofisiche (vedi anche allegati), realizzate nell'area attraverso la predisposizione di misure significative, consente di individuare le caratteristiche litologiche fisiche di rigidità dei depositi naturali del sottosuolo. La tipologia di suolo di fondazione, risultante dalle prove geofisiche, è corrispondente alla categoria di suolo (*Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/2018 e s.m.i.*) descritta nella seguente tabella.



 <b>AMBIENTE&amp;PAESAGGIO</b>	Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)	<b>Relazione geologica</b> Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra
---	---	--

TIPO DI TERRENO	PROFILO STRATIGRAFICO
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi: caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m</i>
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti: caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s</i>
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m: caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s</i>
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m: caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s</i>
<b>E</b>	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D: con profondità del substrato non superiore a 30 m</i>

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione riportata nella tabella sottostante, attribuendo all'area di intervento la categoria topografia "T1".


CATEGORIE TOPOGRAFICHE	PROFILO STRATIGRAFICO
<b>T1</b>	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
<b>T2</b>	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
<b>T3</b>	Rilievi con larghezza di cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
<b>T4</b>	Rilievi con larghezza di cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

### 8.5 Analisi chimiche terreno

Durante la campagna di indagini sono stati raccolti anche 10 campioni di terreno a differenti profondità e relativamente ai 5 carotaggi eseguiti. I risultati delle analisi hanno evidenziato la presenza in alcuni campioni di metalli pesanti e di benzene con valori superiori a quelli posti come limite di presenza di cui alla colonna B (siti per uso commerciale e industriale) Tabella 1 Allegato 5 al Titolo V parte IV del D.lgs 152/2006.

### 8.6 Analisi chimiche acqua

Come già evidenziato nel sottocapitolo 6.2.2, le analisi eseguite su due campioni d'acqua provenienti dai carotaggi S1A e S5B hanno evidenziato la presenza di ammoniaca, ciò indica che sono di origine fognaria.

 <p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
--	---

## 9 - Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Una prima disamina delle caratteristiche geotecniche dei litotipi presenti può essere dedotta dalla documentazione geologica di PRGC (All.n.6) che definisce per i litotipi appartenenti al Complesso di Oleggio (vedi paragrafo 5.1) i seguenti valori:

- angolo attrito: 28°/32°
- peso specifico: 1,9 - 2,2 t/m<sup>3</sup>
- coesione c = 0,00 t/m<sup>2</sup>

Si tratta ovviamente di valori generali e non attribuibili ai depositi attraversati dai sondaggi geognostici e analizzati con le prove SPT, ma che comunque possono essere tenuti in considerazione in quanto facenti da base ai materiali soprastanti deposti per il riempimento del vallone. Allo stesso modo anche i valori di permeabilità evidenziati nella stessa documentazione, che coprono un intervallo compreso tra  $10^{-3} < K < 10^{-9}$  m/s, non sono da attribuire ai depositi di riempimento a cui è invece possibile attribuire un valore stimato pari a  $K = 10^{-3}$  m/sec.


Relativamente all'attribuzione dei valori dei parametri geotecnici fondamentali ai terreni si è fatto riferimento anche a dati dedotti dalla bibliografia tecnica (cf. P. COLOMBO, 1975; R. LANCELOTTO, 1987; TERZAGHI PECK 1967).

Una prima elaborazione dei dati acquisita riguarda la loro condizione idrogeologica; in relazione al monitoraggio eseguito e alla conseguente presenza di acqua, non potendo valutare per un lungo periodo le eventuali escursioni, cautelativamente si consiglia di utilizzare e correggere il valore di  $N_{spt}$  calcolato con il valore  $N_{spt\ c}$  per terreni in falda con la seguente correlazione

$$N_{spt\ c} = 15 + (N_{spt} - 15) / 2$$

La tabella sottostante riporta i valori così corretti

SONDAGGIO	DESCRIZIONE	Da m	A m	N1	N2	N3	Nspt	Nsptc=15+(Nspt-15)/2
S1A	Limo con materiali edili	7,00	7,45	3	3	3	6	10,5
		8,50	8,95	2	2	2	4	9,5
	Sabbia e limo ghiaiosi	10,00	10,45	15	18	20	38	26,5
		11,00	11,45	18	19	21	40	27,5
S2D	Ghiaia sabbiosa	8,00	8,45	10	R			
		9,00	9,45	15	18	23	41	28
		10,00	10,45	18	21	25	46	30,5
	Sabba limosa	11,00	11,45	17	24	25	49	32
S3C	Ghiaia sabbiosa	7,00	7,45	15	R			
	Limo sabbioso	8,50	8,95	13	24	27	51	33
		10,00	10,45	19	27	25	52	33,5
	Sabbia con ghiaia	11,00	11,45	17	20	24	44	29,5
S4E	Ghiaia sabbiosa	8,00	8,45	R				
		9,00	9,45	17	R			
		10,00	10,45	18	23	27	50	32,5
		11,00	11,45	20	24	28	52	33,5

 <p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
--	---

<b>S5B</b>	<b>Sabbia limosa</b>	7,00	7,45	9	14	13	27	21
		8,50	8,95	10	15	18	33	24
		10,00	10,45	15	16	16	32	23,5
		11,00	11,45	26	20	24	44	29,5

Considerata tale correzione vengono determinati i valori medi di  $N_{spt}$  c ai singoli strati e nello specifico:

Da m	A m	S1A	S2D	S3C	S4E	S5B	MEDIA $N_{spt}$ c
7,00	7,45					21	21
8,50	8,95			33		24	28,5
9,00	9,45		28				28
10,00	10,45	26,5	30,5	33,5	32,5	23,5	29,3
11,00	11,45	27,5	32	29,5	33,5		30,6

Considerando la correlazione più appropriata e cautelativa (Shioi-Fukuni 1982 ROAD BRIDGE SPECIFICATION) è possibile determinare l'angolo di attrito mediato sui valori riscontrati.


Da m	A m	S1A	S2D	S3C	S4E	S5B	MEDIA $N_{spt}$ c	$\phi' = (15N_{spt} c)^{0.5} + 15$
7,00	7,45					21	21	33
8,50	8,95			33		24	28,5	36
9,00	9,45		28				28	35
10,00	10,45	26,5	30,5	33,5	32,5	23,5	29,3	36
11,00	11,45	27,5	32	29,5	33,5		30,625	36

Elaborando i dati riscontrati e opportunamente corretti è possibile una determinazione sommaria anche della Densità Relativa

$N_{SPT}$	Densità relativa	
	Terzaghi & Peck (1948)	Gibbs & Holtz (1957)
< 4	molto sciolta	0 - 15%
4 ÷ 10	sciolta	15 - 35%
10 ÷ 30	media	35 - 65%
30 ÷ 50	densa	65 - 85%
> 50	molto densa	85 - 100%

Da m	A m	S1A	S2D	S3C	S4E	S5B	MEDIA $N_{spt}$ c	$\phi' = (15N_{spt} c)^{0.5} + 15$	Densità Relativa
7,00	7,45					21	21	33	65-85%
8,50	8,95			33		24	28,5	36	65-85%
9,00	9,45		28				28	35	65-85%
10,00	10,45	26,5	30,5	33,5	32,5	23,5	29,3	36	65-85%
11,00	11,45	27,5	32	29,5	33,5		30,625	36	65-85%

Considerando diverse interpretazioni (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967) è possibile inoltre determinare il peso di volume in relazione ai valori di  $N_{spt}$  c:

 <p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
--	---

Da m	A m	S1A	S2D	S3C	S4E	S5B	MEDIA Nspt c	$\phi' = (15Nspt\ c)^{0.5} + 15$	Peso volume saturo ton/m <sup>3</sup>
7,00	7,45					21	21	33	2,05
8,50	8,95			33		24	28,5	36	2,08
9,00	9,45		28				28	35	2,08
10,00	10,45	26,5	30,5	33,5	32,5	23,5	29,3	36	2,08
11,00	11,45	27,5	32	29,5	33,5		30,625	36	2,08

Considerando poi la correlazione Bowles (1982) per la determinazione del Modulo di Young, valida per sabbia ghiaiosa e ghiaia

$$E_Y = 12.0 (Nspt + 6)$$

Da m	A m	S1A	S2D	S3C	S4E	S5B	MEDIA Nspt c	Modulo Young
7,00	7,45					21	21	324
8,50	8,95			33		24	28,5	414
9,00	9,45		28				28	408
10,00	10,45	26,5	30,5	33,5	32,5	23,5	29,3	423,6
11,00	11,45	27,5	32	29,5	33,5		30,625	439,5

In considerazione comunque del fatto che non si conoscono le modalità di conferimento dei materiali di riempimento, il loro consolidamento in atto, la possibilità di una parziale circolazione idrica naturale ed una artificiale presente ma con valori non definibili si consiglia di far riferimento ai seguenti valori, espressi in termini di "condizioni drenate":


<u>Strato</u>	<u>Litologia presunta</u>	<u>PARAMETRO</u>		<u>VALORE</u>
<b>S0</b>	Sabbia e ghiaia con materiali misto edili di riporto	peso su volume	$\gamma'$	17-18 kN/m <sup>3</sup>
		angolo di resistenza al taglio	$\phi'$	26-27°
		coesione	$c'$	0 kPa

## 10. Scavi e movimentazione dei litotipi

La normativa che riguarda la gestione delle terre e rocce da scavo (costituite dal suolo proveniente da attività di scavo che sia privo di sostanze pericolose contaminanti e/o materiali quali plastica, macerie, c.i.s. , metalli, ecc.) è ad attualmente disciplinata da:

- D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120: "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164".
- D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.: "Norme in materia ambientale".

Il suddetto D.P.R. riunisce in un'unica normativa tutta la gestione delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti e non come rifiuti. A fronte di quanto sopra esposto le terre e

 <p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
--	---

rocce da scavo possono essere trattate o come sottoprodotti o come rifiuti. Qualora si intenda trattare i materiali scavati, sia che questi rimangano in posto sia che questi vengano trasportati al di fuori dell'area di cantiere, come sottoprodotti è necessario redigere adeguata documentazione ai sensi del suddetto D.P.R. .

Le attività di scavo, così come quelle di riutilizzo, devono essere autorizzate dagli enti competenti in quanto attività edilizie e quindi l'iter autorizzativo dovrà comunque essere coordinato con l'iter edilizio.

## 11 - Conclusioni

Le indagini geognostiche eseguite nel sottosuolo di Piazzale Guandra hanno comportato la realizzazione di 5 carotaggi di cui tre con recupero del campione che ha permesso la ricostruzione stratigrafica. Inoltre è stata eseguita una prova sismica di tipo *MASW* "Multichannel Analysis of surface waves" per la definizione del valore del parametro  $V_s30$ . Di seguito la sintesi dei risultati e le conclusioni.

### Aspetto stratigrafico e modello geologico

Le stratigrafie hanno evidenziato che i terreni indagati fino alla profondità di -12,00 metri rispetto alla quota del piano campagna risultano essere totalmente di riporto, essi infatti contengono quantità rilevanti di materiale edile e non sono correlabili tra loro. A supporto di quanto scritto in precedenza la significativa differenza dei valori delle S.P.T.


Il principale litotipo presente pertanto (livello 0 S0 modello geologico) risulta essere un insieme di materiali di riporto di riempimento caratterizzato anche dalla presenza di materiali edili (frammenti di mattoni, cemento, conglomerato etc.) deposto nel corso degli anni senza specifiche regole di costipazione e/o consolidamento, ma semplicemente per sversamento e spandimento areale, il che non permette di definire con certezza un grado omogeneo di compattazione né tantomeno definire i vari processi di consolidamento, probabilmente tutt'oggi in corso sebbene le fasi riempimento siano iniziate a partire dagli anni venti del 1900.

### Aspetto idrogeologico

Nella fase dei sondaggi sono stati posati due piezometri del tipo, a tubo aperto con diametro di 3", che hanno evidenziato la presenza di acqua in maniera continua, con variazione centimetrica nei nelle 3 settimane successive ai sondaggi.

### Aspetto sismico

Con la D.G.R. n. 4-3084 del 12/12/2011 la Regione Piemonte ha approvato l'aggiornamento e l'adeguamento delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico ed è stata anche recepita la nuova classificazione sismica dell'intero territorio regionale di cui alla precedente D.G.R. nr. 11-13058 del 19/01/2010. Successivamente tale suddivisione è stata ulteriormente aggiornata con D.G.R. 30 dicembre 2019 nr. 6-887. Secondo la suddetta nuova classificazione il territorio comunale di Oleggio ricade in ZONA 4.

 <p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
--	---

L'indagine di carattere sismico eseguita MASW "Multichannel Analysi of surface waves", ha evidenziato che il parametro Vs30 ha valori compresi tra 274 m/s e 327 m/s, ciò attraverso le *Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/2018 e s.m.i.* ha permesso di definire i terreni attraversati come appartenenti al tipo "C" definiti come: *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m: caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s"*.

### Aspetto geotecnico

Il modello geologico costruito attraverso le stratigrafie ricavate ha evidenziato che tutti i terreni sono stati riportati e rimaneggiati a seguito della messa in posto.

Le prove penetrometriche dinamiche SPT, eseguite in tutti i fori e rispettivamente alle profondità di -8,5 m, -10,0 m e -11,0 metri, hanno permesso di procedere al calcolo dei valori dei principali parametri geotecnici (paragrafo 9).


Per quanto sopra scritto, è possibile affermare che, per le profondità indagate il terreno è principalmente eterogeneo a granulometria media in matrice sabbiosa limosa; sono litotipi di riporto (naturali e non) non consolidati naturalmente con alcuni livelli limosi argillosi, considerati saturi (paragrafo 6.2) per la presenza di acqua dovuta principalmente a perdite delle condotte fognarie ed in secondo luogo ad infiltrazione dagli strati superficiali (funzionalità dell'originario impluvio).

Pertanto si può affermare che l'intero Piazzale Guandra è stato realizzato completamente su terreni di origine sconosciuta, provenienti da aree non conosciute. I terreni sono stati oltre che depositati, anche mescolati tra loro (con contenuto significativo di materiali di origine edile) e rimaneggiati.

Da non trascurare la presenza di acqua che si muove in profondità, probabilmente ancora lungo il vecchio alveo del canale colmato, comportando così numerosi cedimenti ed avvallamenti in superficie.

Rimangono ancora da chiarire e verificare le condizioni attuali di regimazione e smaltimento delle acque superficiali di precipitazione che insistono sull'intero piazzale e che potenzialmente possono infiltrarsi direttamente o indirettamente tramite il convogliamento nelle attuali piccole bocche di lupo presenti in prossimità dei marciapiedi. Durante i sopralluoghi si è inoltre constatata la presenza di un perimetro circolare a filo terreno (Foto n.12) che fa supporre alla presenza di un pozzo- tombino circolare, ma di



 <p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
--	---


cui non se ne conosce ne lo stato di fatto ne la funzionalità; qualora fosse un pozzo perdente sarà necessario verificare, o quanto meno conoscere, il sistema di smaltimento finale dell'acqua recapitata, tenendo conto nelle verifiche progettuali le eventuali incidenze.

Cannobio 12.01.2021

Per Ambiente e paesaggio s.c.a.r.l.  
Geol. Millemaci Paolo

In collaborazione con  
Dott. Geol. Viviani Claudio



 <p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
--	---

## 12 – Documentazione fotografica



Foto n.1 Panoramica del Piazzale Guandra oggi, in alto a destra dell'immagine lo stabile della Cantina Sociale



Foto n.2 Anno 1912 attuale SP nr.17, a sinistra lo stabile della Cantina Sociale, al posto del Piazzale Guandra la presenza di un tratto del canale omonimo. Tratto da **“Benedì e batizà kum l'àkua dla Guandra... (La Guandra)”** a cura del Dott. Geol. Claudio Viviani





Foto n.3 Anno 1912 il Canale Guandra visto da Via Garibaldi e sullo sfondo la Manifattura Gagliardi (ancora oggi presente). Tratto da **“Benedì e batizà kum l’àkua dla Guandra... (La Guandra)”** a cura del Dott. Geol. Claudio Viviani



Foto n.4 Tratto di valle del canale Guandra in continuità col Piazzale in direzione sud est





Foto n. 5 Distribuzione dei sondaggi lungo il tratto AB



Foto n.6 Punto A corrispondente al sondaggio S1A





Foto n.7 Punto corrispondente al sondaggio S2D



Foto n.8 punto corrispondente al sondaggio S3C





Foto n.9 Punto corrispondente al sondaggio S4E



Foto n.10 Punto corrispondente al sondaggio S5B






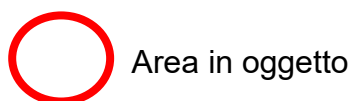
Foto n.11 Sonda con pompa triplex di portata 200 L, pressione continua 45 kg/cm<sup>2</sup> e pressione massima intermittente di 55 kg/cm<sup>2</sup>



Foto n.12 Il perimetro circolare a filo terreno fa supporre la presenza di un pozzo- tombino di cui non si conosce la tipologia e la funzionalità

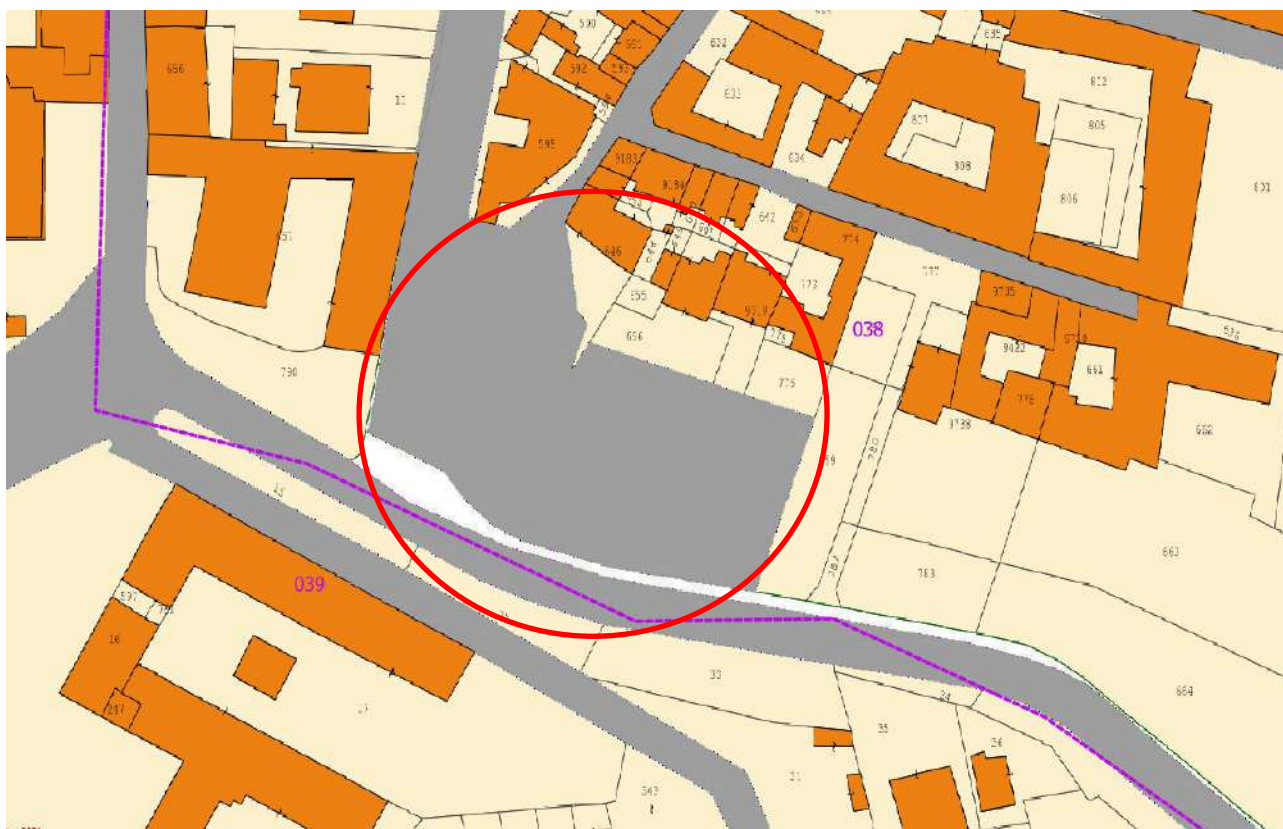
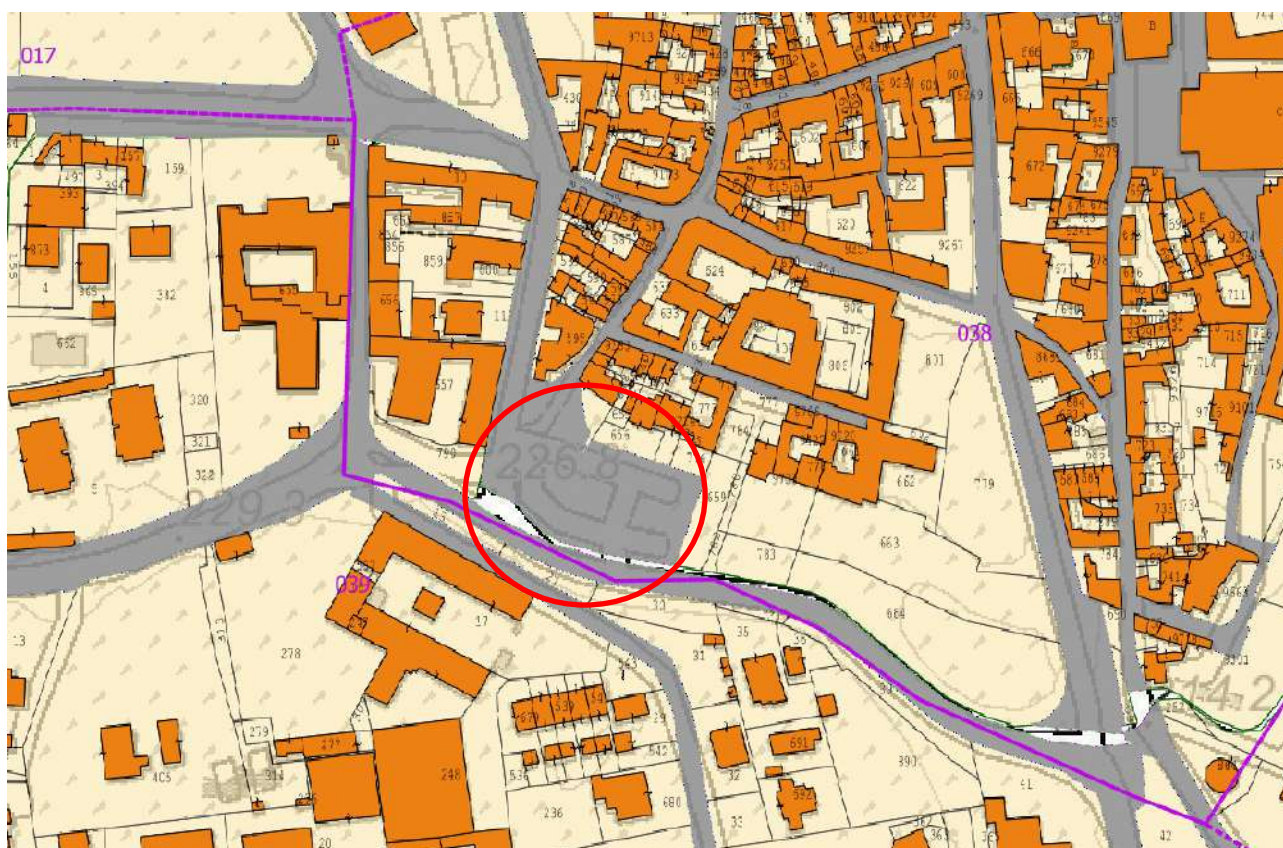
 <p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
--	---

## 13 – Allegati



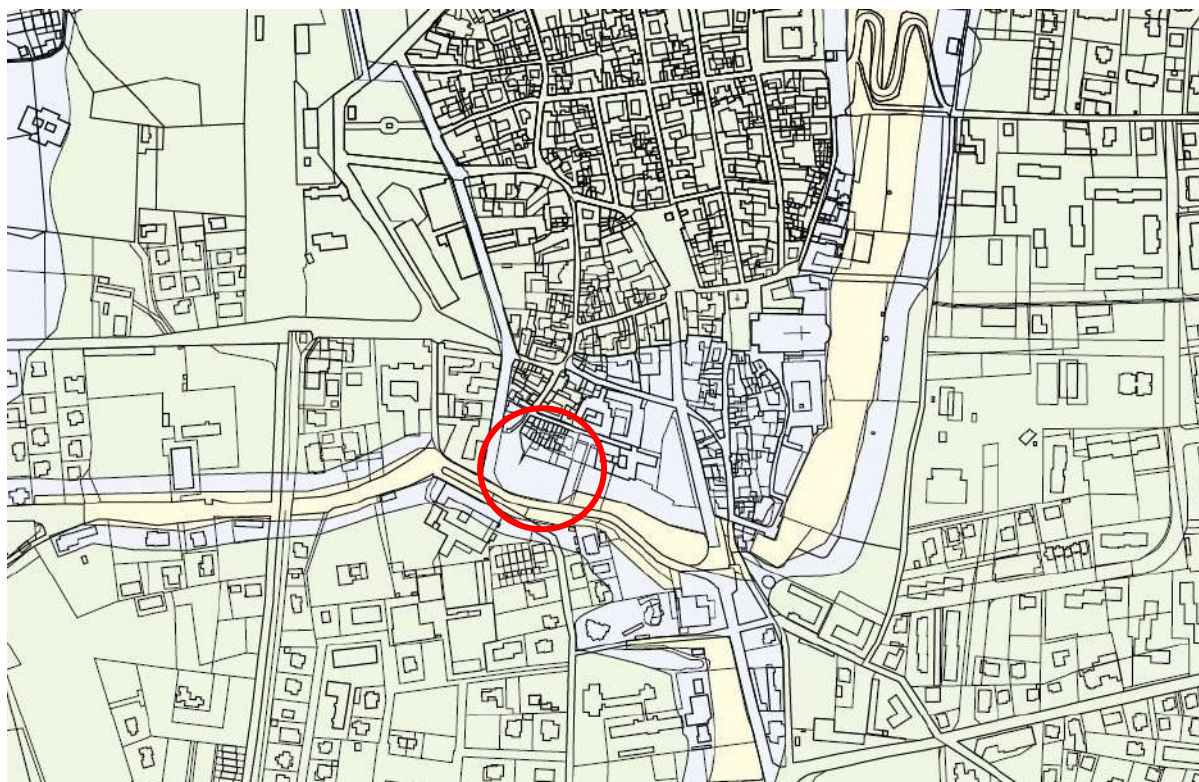
Allegato n.1  
Estratto da: BDTRE 2019 della Regione Piemonte





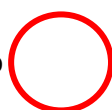
Allegato n.2  
Estratto mappa catastale





Classe II

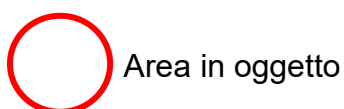
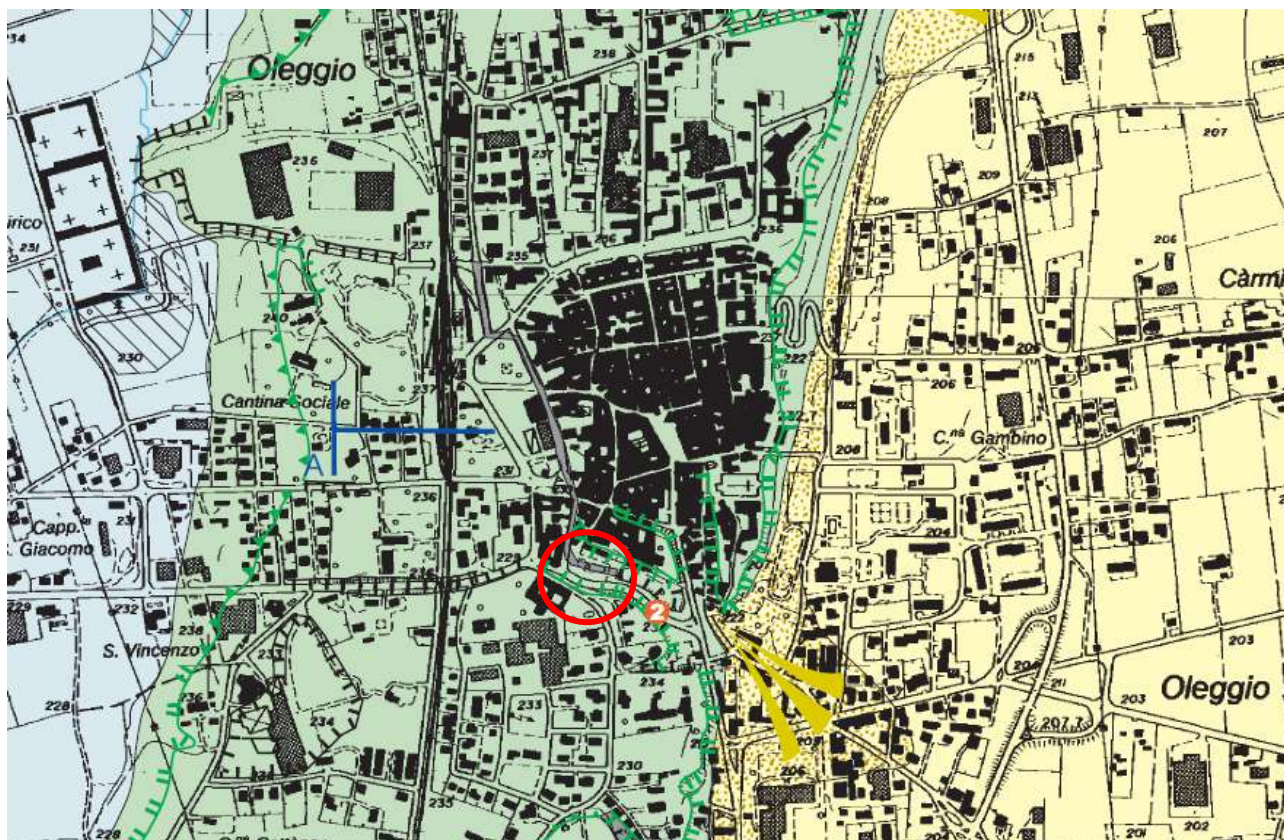
Area in oggetto



II	Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere opportunamente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici, realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificativo o dell'interno significativo circoscrivibile. Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe, né condizionare la propensione all'edificabilità.	Pericoli caratterizzati da moderata attività: presenza di terreni con modesti caratteristiche geotecniche; aree con condizioni di scarso drenaggio; aree soggette a modesti sfilamenti (centrifugali) a bassa energia. Possono essere presenti anche più agenti contemporaneamente.	Moderato	Aree inedificate e edificare soggette a processi morfogenetici modesti, o bassa vulnerabilità.	Moderato	Non necessari	Necessari in alcuni casi a livello di singolo lotto edificativo o dell'interno significativo.	Non necessari	Necessari nel caso di nuove edificazioni. D.M. 11.03.88	Condizionata a eventuale esecuzione di interventi locali di risanamento, rispetto di norme tecniche illustrate nelle NTA, con riferimento a indagini geologiche, geomeccaniche e geotecnologiche di dettaglio (cf. punto 8 quadro normativo di riferimento).
----	---	---	----------	--	----------	---------------	---	---------------	--	--


Allegato n.3

PRGC del Comune di Oleggio-Studi geologici-estratto da TAV. 8B: "Carta della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica"




## LEGENDA

### Elementi litologici

 *Ghiaie di S. Gaudenzio*: ghiaie e sabbie, massive o mal stratificate, giallastre, con intercalazioni di sabbie grossolane e sottili coperture pedogenetiche


### COMPLESSO DI OLEGGIO (PLEISTOCENE MEDIO)


 Ghiaie a supporto clastico, arrotondate, con matrice sabbioso-limosa, lenti di sabbia massiva e laminata con rari ciottoli, ciottoli alterati, coperture eoliche di spessore sino a circa 3 m pedogenizzate, di colore 10YR (Munsell Soil Color Charts) e paleosuoli rubefatti di spessore sino a 2-3 m.

### Forme fluviali, fluvioglaciali e di versante

#### INATTIVE

#### Forme di erosione

 Orlo di terrazzo > 5 m

 Orlo di terrazzo < 5 m

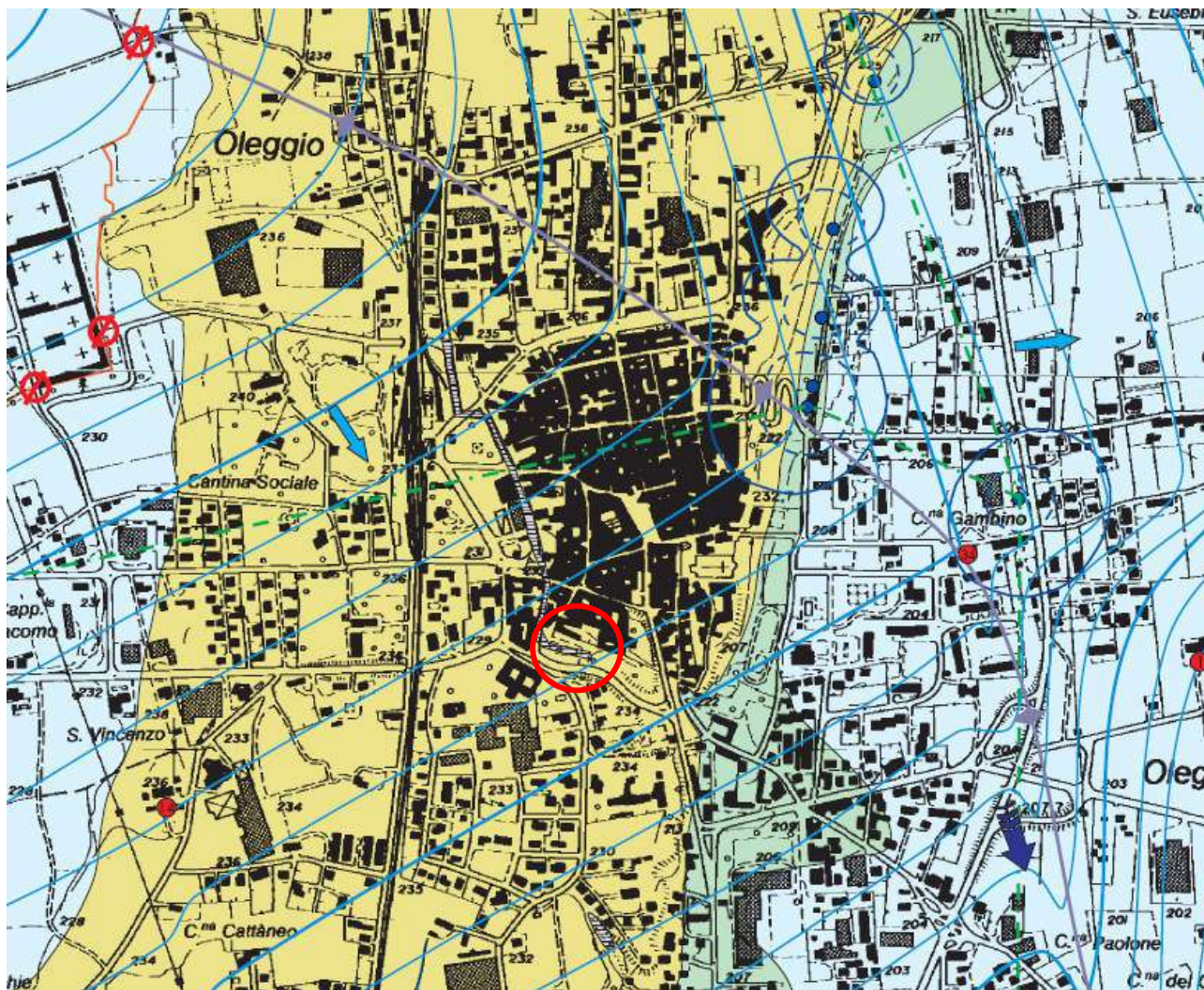
#### Forme di accumulo

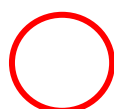
 Cono colluviale

### Allegato n.4

PRGC del Comune di Oleggio-Studi geologici-estratto da TAV. 1: "Carta Geomorfologica e del dissesto"











 Area in oggetto

## LEGENDA

### Complessi idrogeologici

-  *Depositi fluvioglaciali e fluviali: ghiaie sabbiose e sabbioso-limose da alterate a molto alterate (permeabilità da buona a bassa:  $10^{-3} < k < 10^{-5}$  m/s, secondo Castany, 1963)*
-  *Depositi fluvioglaciali: ghiaia e sabbia con ciottoli, non o poco alterati, (permeabilità buona:  $10^{-2} < k < 10^{-5}$  m/s, secondo Castany, 1963)*

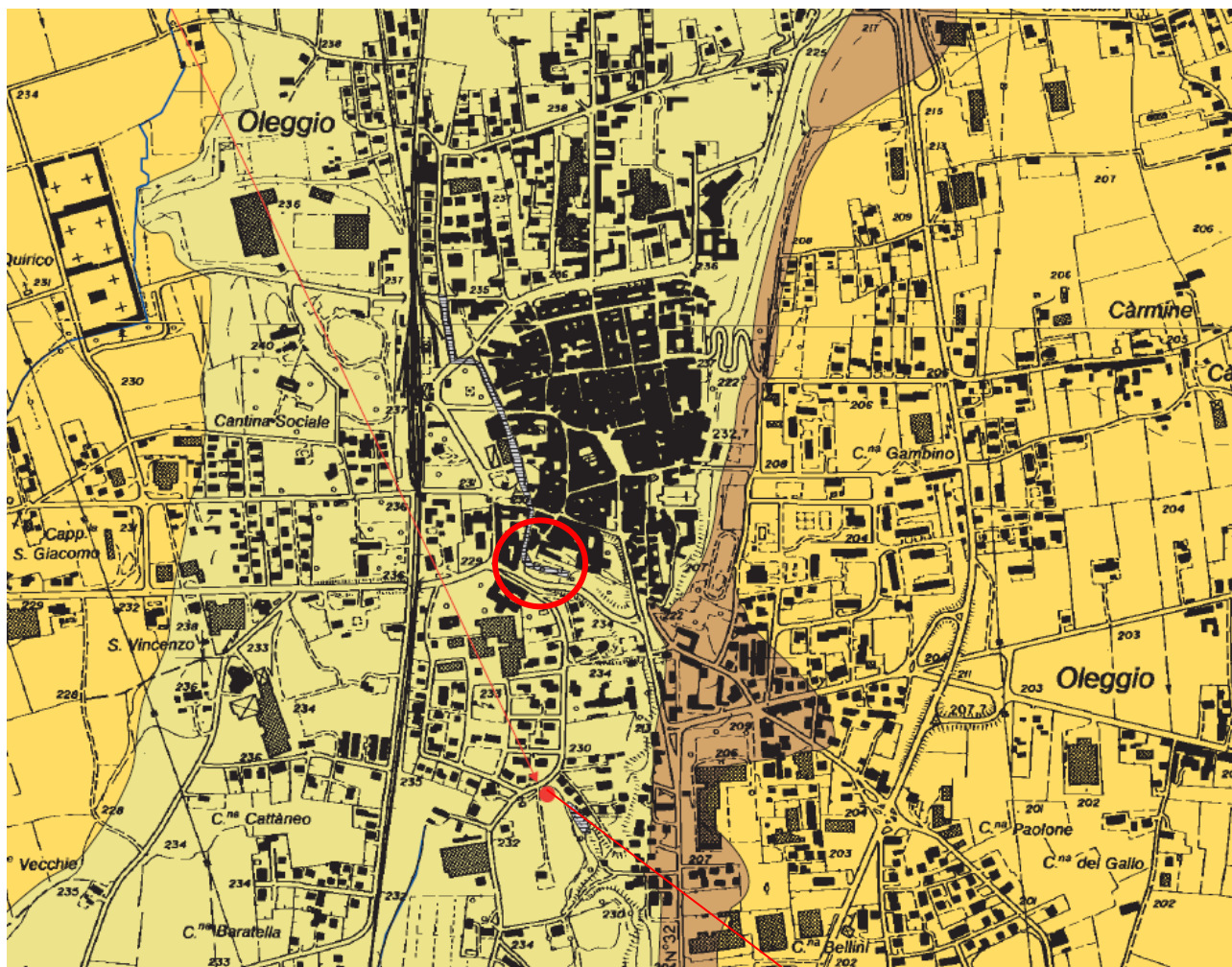
### Elementi idrogeologici

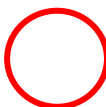
-  **Captazione idrica privata**  
(in verde i pozzi non accessibili oppure asciutti al momento della misura)
-  **Linea isofreatica (equidistanza 1 m) e quota della falda freatica (m s.l.m.)**
-  **Captazione idropotabile comunale**
-  **Direzione di deflusso sotterraneo**

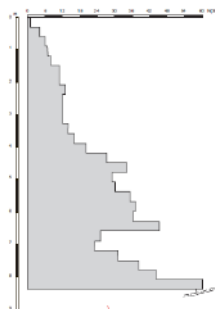
Allegato n. 5

PRGC del Comune di Oleggio-Studi geologici-estratto da TAV. 2: "Carta Geoidrologica"





 Area in oggetto



## LEGENDA

### Unità litotecniche



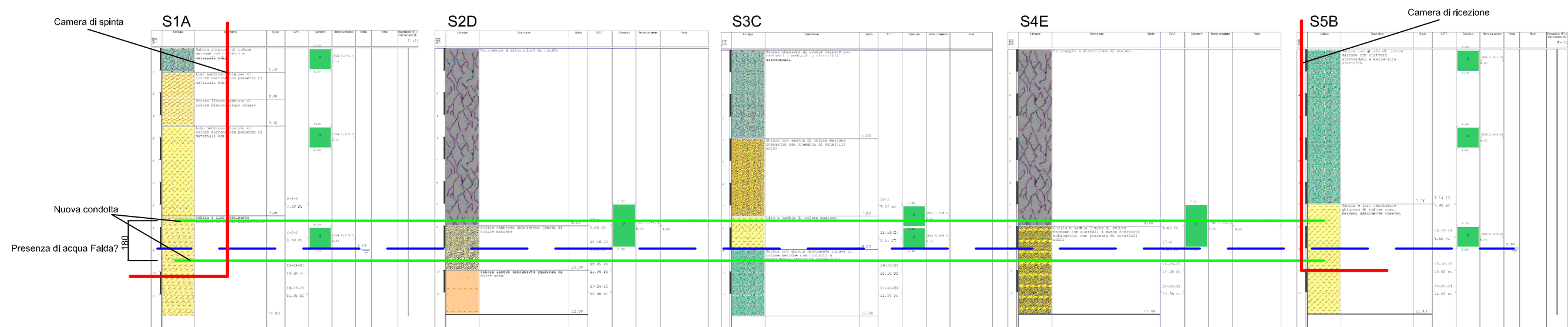
*Depositi fluvio-glaciali e fluviali:* ghiaie sabbiose e sabbioso-limose da alterate a molto alterate (angolo di attrito di picco  $29^\circ < \phi < 49^\circ$ ; angolo di attrito a volume costante  $\phi' = 28^\circ - 32^\circ$ ;  $1.9 < \gamma < 2.2 \text{ t/m}^3$ ;  $c = 0 \text{ t/m}^2$ )  
Per le coperture pedogenetiche ed eoliche, di spessore sino a 5 - 6 m, i valori di riferimento sono: angolo di attrito di picco  $28^\circ < \phi < 32^\circ$ ; angolo di attrito a volume costante  $\phi' = 24^\circ - 25^\circ$ ;  $1.7 < \gamma < 1.8 \text{ t/m}^3$ ;  $C_u = 1 - 4 \text{ t/m}^2$



Ubicazione prove penetrometriche dinamiche

Allegato n. 6

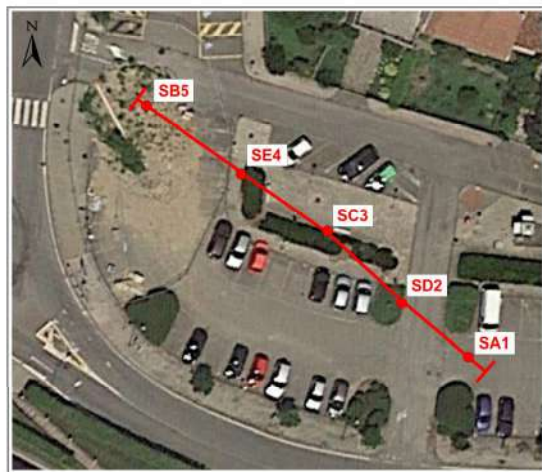
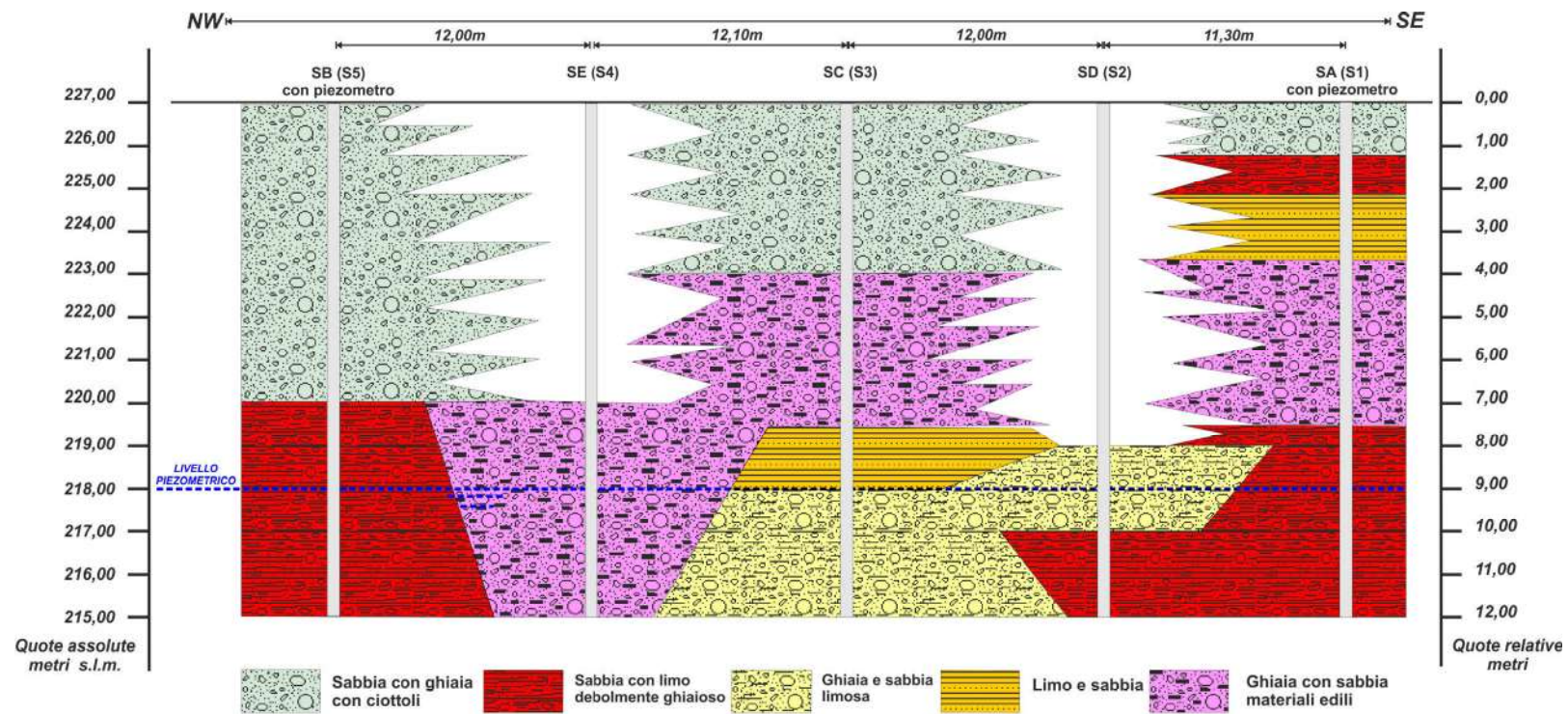
PRGC del Comune di Oleggio-Studi geologici-estratto da TAV. 5: "Carta Litotecnica"




Allegato n.7

Rappresentazione grafica delle litologie incontrate dal micro tunnel e per la realizzazione delle camere di spinta e di ricezione





Allegato n.8  
Modello geologico

 <p>Ambiente e Paesaggio s.c.a.r.l. Piazza Matteotti, 20 28921 Verbania (VB)</p>	<p><b>Relazione geologica</b></p> <p>Incarico professionale per relazione geologica e pianificazione sondaggi necessari per un intervento di microtunnelling in Comune di Oleggio (NO) Piazzale Guandra</p>
--	---

## 14 – Bibliografia

- 2014 - **“Benedì e batizà kum l’àkua dla Guandra... (La Guandra)”** a cura del Dott. Geol. Claudio Viviani
- Regione Piemonte - BDTRE 2019
- Piano Regolatore generale Comunale – Studi Geologici Comune di Oleggio (NO) Agosto 2003 aggiornamento Febbraio 2004
- 2020 - Indagini geotecniche, ambientali e sismiche per la caratterizzazione del terreno presente in Piazzale Guandra nel Comune di Oleggio (NO) per il rifacimento di un tratto di fognatura con microtunnelling