

REGIONE
PIEMONTE



**PROGETTO DI RIASSETTO IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO DELLA
COMUNITA' COLLINARE VIGNE & VINI RELATIVO AL BACINO DEL
TORRENTE BELBO E DEL RIO CERVINO**

PROGETTO ESECUTIVO

| <u>Elaborato</u> | <u>Oggetto</u> |
|-------------------------|---|
| D02 | Relazione geologica e geotecnica del progetto esecutivo |
| <u>Codice</u> | |
| CVV_211246_PE_ED_D02_00 | |

| <u>Committente</u> | <u>Firma</u> |
|--|--------------|
|  COMUNITA' COLLINARE VIGNE & VINI Via Molino n. 10 Incisa Scapaccino (AT) Tel. (+39) 0141 747766 / Fax. (+39) 0141 747831 P.IVA01314630052 | |

PROGETTAZIONE

| | |
|--|---|
|  PROGECO ENGINEERING PROGECO ENGINEERING S.R.L. Sede Legale: Piazza San Francesco d'Assisi n.2 - 12051 Alba (CN) Sede Operativa: Via Nicola Sardi n.46 - 14030 Rocchetta Tanaro (AT) Tel: 0141 - 64.43.85 / 95.99.11 Fax: 0141 - 64.49.21 Mail: info@progecoassociati.it PEC: progeco.engineering@pec.it Sito Web: www.progecoengineering.com Il progettista Arch. ICARDI Giacomo |  PROGECO GEOLOGIA STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA DOTT. GEOL. PIANO ANDREA Sede legale: Loc. Carpeneta, n. 76 - Farigliano (CN) Sede operativa: Corso Bra, n.48/3 - 12051 Alba (CN) Sede operativa: Via Provenzale, n. 6 - 14100 Asti (AT) Tel: 0173 - 34.557 Fax: 0173 - 36.60.14 Mail: adrea@actispianogeologi.it PEC: andrea.piano@pec.geologiapiemonte.it Dott. Geol. PIANO Andrea |
|--|---|

| <u>Data</u> | <u>Revisione</u> | <u>Note</u> |
|----------------|------------------|---|
| SETTEMBRE 2021 | 00 | EMISSIONE PROGETTO DEFINITIVO |
| FEBBRAIO 2022 | 01 | INTEGRAZIONI RICHIESTE DAL SETTORE TECNICO REGIONALE ALESSANDRIA ASTI |
| MAGGIO 2022 | 02 | REVISIONE ECONOMICA |
| GIUGNO 2022 | 03 | EMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO |

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA
PIANO ANDREA
Corso Bra 48/3 – ALBA – 12051 - Tel. e Fax 0173/234019
Via Provenzale 6 - 14100 - ASTI - Tel 0141/437213
Email andrea@actispianogeologi.it

CARATTERIZZAZIONE E BONIFICA SITI CONTAMINATI - GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA – GEOTECNICA - PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

COMUNITA' COLLINARE VIGNE & VINI

**Lavori di riassetto idrogeologico di vari corsi d'acqua
nel territorio dei Comuni della Comunità Collinare Vigne e Vini**

INDAGINE GEOGNOSTICA RELAZIONE GEOLOGICA & GEOTECNICA

CODICE LAVORO: L-A-2019-12-01-A

Giugno 2021

COMMITTENTE

Comunità Collinare Vini & Vigne

PROFESSIONISTA INCARICATO

Dott. Geol. Piano Andrea

INDICE

- 1 *PREMESSA*
- 2 *NORME GEOLOGICHE D'USO DEI SUOLI*
- 3 *INQUADRAMENTO GEOLOGICO*
- 4 *INDAGINE GEOGNOSTICA*
- 5 *ASSETTO GEOMORFOLOGICO GENERALE*
- 6 *ASSETTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO LOCALE*
- 7 *ASSETTO IDROGEOLOGICO*
- 8 *MODELLAZIONE GEOTECNICA*
- 9 *CLASSIFICAZIONE E VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA*
- 10 *CONCLUSIONI ED INDICAZIONI PROGETTUALI*

ALLEGATI

Diagrammi prove penetrometriche

1 PREMESSA

La presente relazione è redatta a supporto ed indirizzo della progettazione dei "Lavori di riassetto idrogeologico di vari corsi d'acqua nel territorio dei Comuni della Comunità Collinare Vigne e Vini"; lavori la cui progettazione è stata affidata all'Arch. Icardi Giacomo con studio in Rocchetta Tanaro.

Tale progettazione è stata suddivisa in siti di intervento in relazione al Comune di appartenenza con apposito codice identificativo.

Si tratta in genere di interventi di consolidamento di tratti spondali in alveo o prossimi allo stesso, oggetto di dissesto, cedimento e scalzamento, talora in corrispondenza/prossimità di opere idrauliche preesistenti; consolidamento che sarà operato tramite realizzazione e/o ripristino di opere di difesa spondale (scogliere e, limitatamente al sito di Incisa Scapaccino, terre armate).

Il progetto interessa tratti di alveo e scarpate spondali localizzate nel territorio comunale di Bruno (AT), Calamandrana (AT), Castelletto Molina (AT), Fontanile (AT), Incisa Scapaccino (AT), Maranzana (AT), Mombaruzzo (AT) e Quaranti (AT).

Lo scopo della presente relazione è quello di analizzare le condizioni geologiche, geomorfologiche, litostratigrafiche, idrogeologiche e litotecniche dei siti di intervento ove previste nuove opere di consolidamento al fine di definire il modello geologico su cui il progettista potrà poi basare l'attività di dimensionamento e progettazione degli interventi, con particolare riferimento all'imbasamento fondazionale e ai relativi terreni di imposta.

Nel dettaglio i siti oggetto di intervento esaminati sono pertanto così di seguito identificati:

- 1.1 BRUNO – Rio Gherlobbia
- 1.2 BRUNO – Rio Gherlobbia
- 2.1 CALAMANDRANA – Rio Garbazzola
- 2.2 CALAMANDRANA - Rio Molinello
- 3.3 CASTELLETTO MOLINA – Rio Casalasco
- 4.2 FONTANILE – Rio Casalasco
- 5.1 INCISA – Parcheggio cimitero – T. Belbo
- 7.2 MOMBARUZZO – Rio Cervino
- 8.1 QUARANTI – Rio Casalasco

I settori in esame sono ricompresi nelle sezioni C.T.R.-BDTRE n° 193080, 194050, 194060, 194020, 176130. In seguito si riportano gli estratti della cartografia BDTRE regionale con ubicazione dei siti di intervento e relativo codice identificativo.

La presente relazione è realizzata in ottemperanza e secondo quanto previsto dalle seguenti normative:

- D.M. 11/03/1988: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate";
- D.M. 17/01/2018 – Aggiornamento delle "norme tecniche per le costruzioni";
- Strumenti urbanistici comunali.

In particolare la presente relazione compendia al suo interno i contenuti dei seguenti elaborati così come definiti dalle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.

14/01/2008 e dalle relative Istruzioni emanate con circolare 2 Febbraio 2009 n° 617 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici:

- Relazione Geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito di cui al punto 6.2.1;
- Relazione Geotecnica di cui al punto 6.2.2. NTC 2018 con contenuti limitati alla descrizione e risultanze delle indagini geotecniche condotte e la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni.

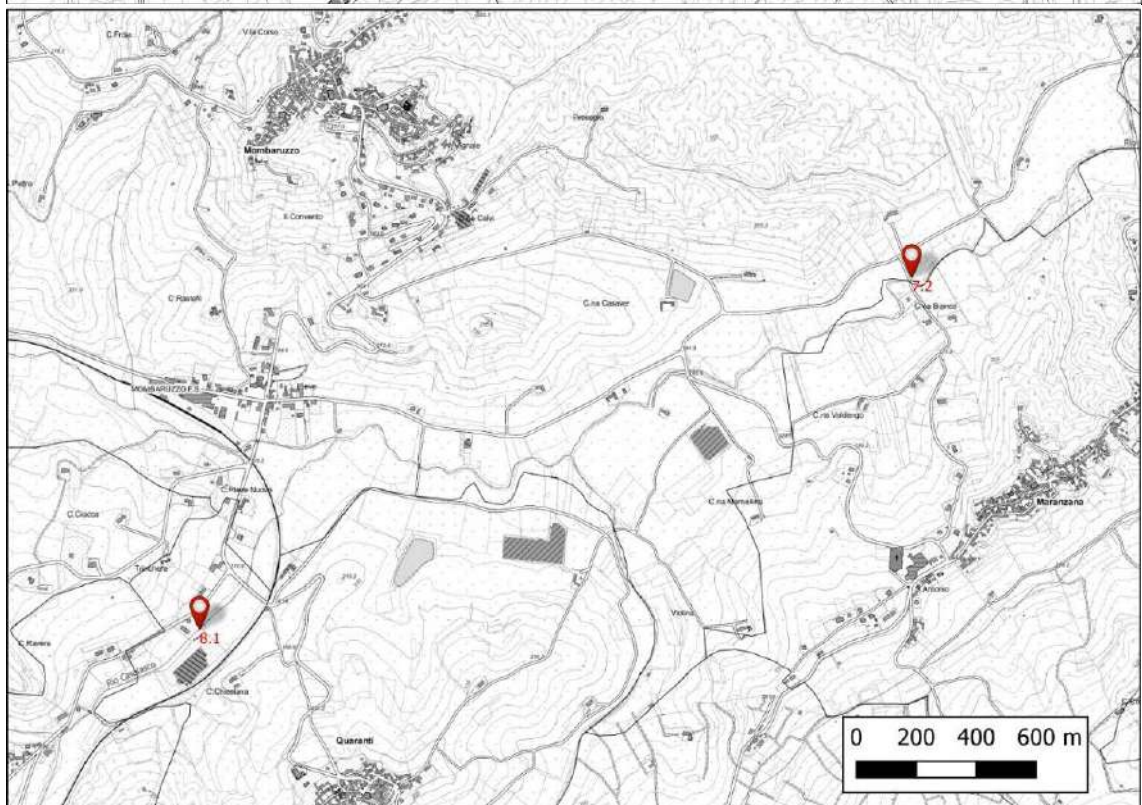
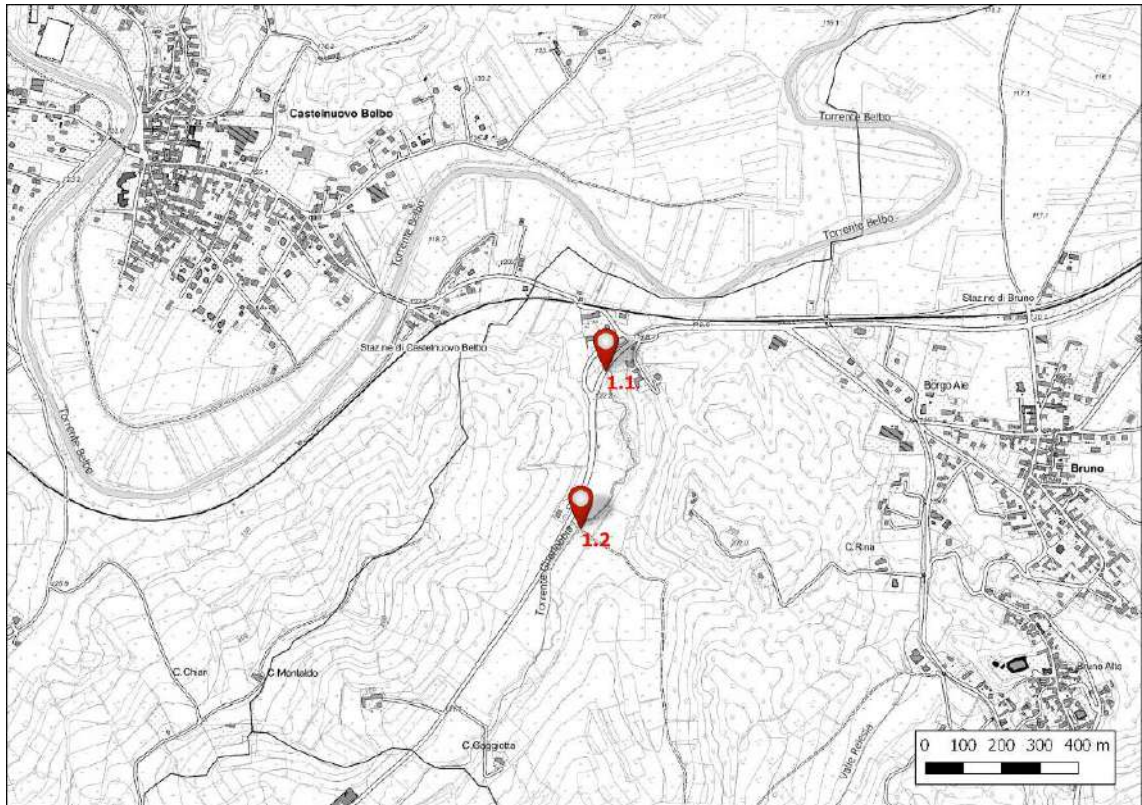
La presente relazione ha quindi lo scopo di fornire una descrizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, litostratigrafiche, idrogeologiche e litotecniche dell'area di intervento.

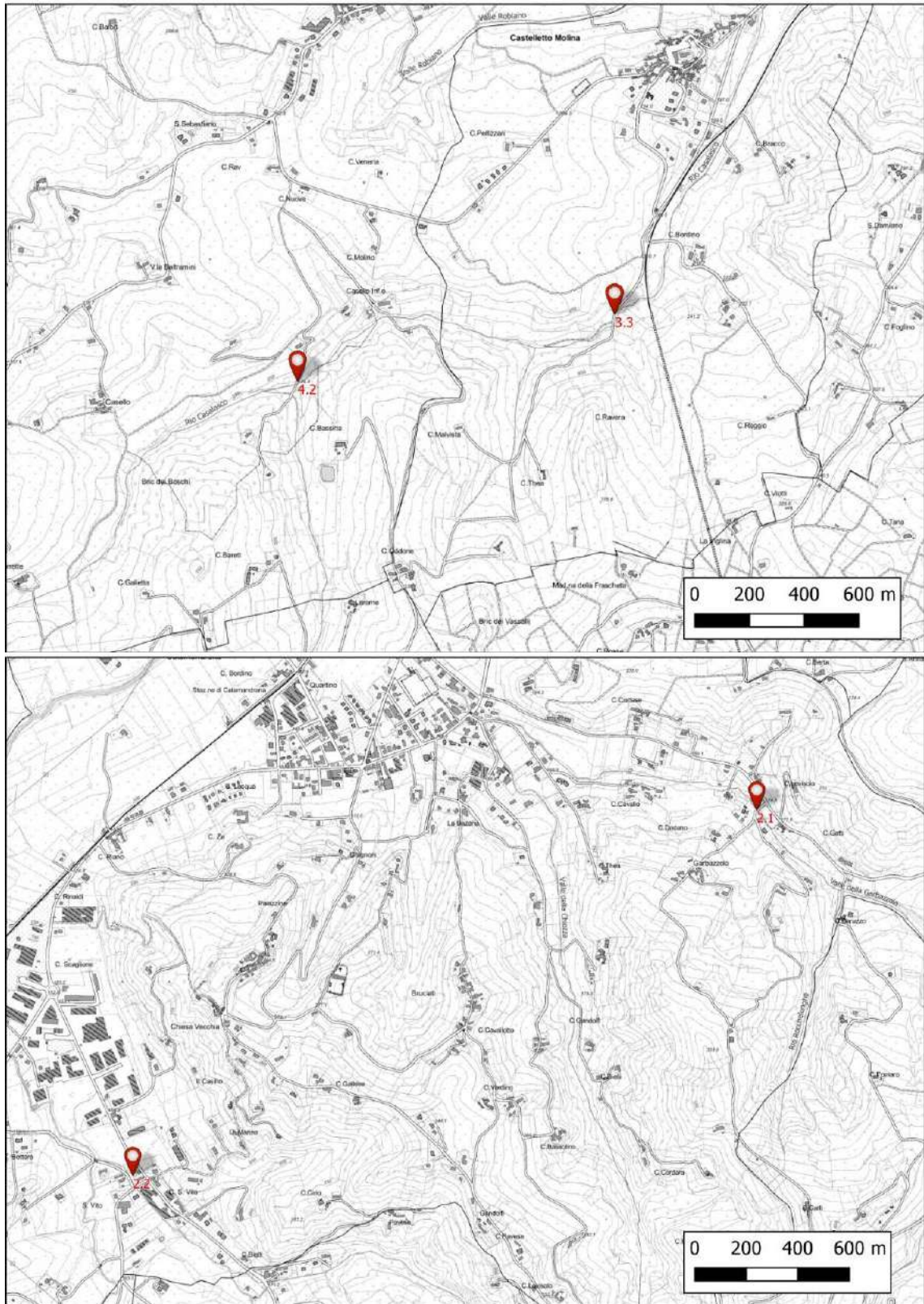
Si precisa che la presente relazione comprende parte dei contenuti di cui al punto 6.2.2 NTC 2018 e non comprende i contenuti di cui ai punti dal 6.2.3 al 6.2.6 e seguenti delle NTC 2018 (ed in particolare il punto 6.2.4 inerente le "verifiche della sicurezza e delle prestazioni") ovvero "le analisi per il dimensionamento geotecnico delle opere" la cui esecuzione e responsabilità progettuale rimane in capo al progettista strutturale delle opere; tali punti dovranno essere oggetto d'esame all'interno di apposita relazione geotecnico-strutturale predisposta dal progettista strutturale nell'ambito della progettazione geotecnico-strutturale dell'opera in progetto.

Per gli obiettivi dello studio sono stati esperiti sopralluoghi in situ e si sono consultati i dati bibliografici a disposizione; in particolare si sono consultati:

- allegati geologici e urbanistici allegati ai PRGC vigenti dei comuni interessati;
- Cartografia relativa agli eventi alluvionali recenti a cura della Regione Piemonte e Arpa Piemonte.
- cartografia del C.S.I. in scala 1:100.000;
- cartografia del PAI, del PTP, dell'IFFI e SIFRAP;
- il Foglio 69 "Asti" e 70 "ALESSANDRIA" della Carta Geologica d'Italia;

Si è quindi realizzata un'indagine geognostica mediante l'esecuzione di n° 12 prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH e n° 2 prove penetrometriche dinamiche medie con penetrometro brandito a mano per la caratterizzazione litostratigrafica-litotecnica dei terreni interessati dagli interventi.





Estratto BDTRE con ubicazione dei siti di indagine e relativo codice di intervento

2 NORME GEOLOGICHE D'USO DEI SUOLI

Si riportano di seguito gli stralci delle Carte di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e dell'Idoneità all'Utilizzazione Urbanistica e/o tavole a corredo dei PRG vigenti dei Comuni interessati dai siti di intervento; in particolare di Bruno, Mombaruzzo, Quaranti, Castelletto Molina, Fontanile, Calamandrana ed Incisa Scapaccino.

I siti di indagine risultano in tutti i casi inseriti in classe IIIa, all'interno di relative sottoclassi, ad elevata pericolosità, in quanto rappresentati sempre da attraversamenti di corsi d'acqua, relativi settori di scarpata spondale o fascia golenale adiacente immediatamente sovrastante; settori tipicamente soggetti a rischio di esondazione, erosione e dissesto lineare da parte dell'azione del corso d'acqua e locali dissesti gravitativi spondali e per tale motivo in genere vincolati da fasce di rispetto.

Si riportano di seguito le classi di pericolosità interessate dai vari siti di intervento per ogni comune coinvolto, ed i relativi vincoli indicati dalla cartografia e normativa geologica di PRG.

Comune di Bruno (int 1.1, 1.2)

Classe IIIa1: Porzioni di territorio per lo più inedificate in cui gli elementi di rischio derivano da fenomeni di esondazione lungo la rete idrografica.

Il rio Gherlobbia interessato è classificato come corso d'acqua pubblico e demaniale, su cui vige inoltre una fascia inedificabile di 10 m ai sensi del R.D. 534/1904, ove devono essere rispettati i divieti di cui all'art.96.

Comune di Mombaruzzo (int 7.2)

Classe IIIa3: Aree inedificate potenzialmente coinvolte da fenomeni di esondazione (TR=50 o 500 anni), ad elevata o media energia, con altezze d'acqua rilevanti (> 0,40 m). Aree ad intensità di processo molto elevata (Ee(a)) o elevata (Eb(a)). Inadatte a nuovi insediamenti.

Quaranti (int.8.1, 8.2)

Il tratto di alveo su cui insiste l'attraversamento in questione in prossimità del quale è previsto l'intervento in progetto si inserisce nelle aree a pericolosità di esondazione molto elevata Eea del Rio Casalasco.

Castelletto Molina (int. 3.3)

La scarpata stradale degradante verso l'alveo al piede è posta in classe IIIa3, al limite con la Classe IIIa2, definita per i versanti sviluppati dalla viabile verso monte:

Classe IIIa3

Porzioni di fondovalle inedificate che presentano caratteri geomorfologici e idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti (aree inondabili da acque con ingenti altezze idrometriche e/o elevata energia). Intensità del processo Ee. Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico vale quanto definito nell'art.31 della L.R. 56/77.

Lungo il tratto di viabile interessato viene cartografato un dissesto puntuale Fa3 021-09, riferibile con ogni probabilità al dissesto stradale oggetto di consolidamento o ad analogo cinematismo.

Fontanile (int.4.2)

Classe IIIa: Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti.

Calamandrana (int. 2.2, 2.1)

Il sito 2.2 localizzato sul Rio Molinello è inserito lungo i "tratti di corsi d'acqua per i quali deve essere rispettata la fascia di 40 m assimilata alla classe IIIa, mentre il sito 2.1 posto sul Rio Garbazzola è inserito lungo i "tratti di corsi d'acqua per i quali deve essere rispettata la fascia di 30 m assimilata alla classe IIIa".

"Classe IIIa (di collina per aree dissestate o con frane in atto e di pianura per rischi di esondabilità): sono aree inedificabili ai sensi dell'ultimo comma dell'art. 30 della Legge Urbanistica Regionale in quanto racchiudono areali che per i caratteri geomorfologici sfavorevoli o per rischi elevati di esondabilità, sono inidonei a nuovi insediamenti, anche per costruzioni legate all'agricoltura.

In tali ambiti sono consentite le opere di difesa idrogeologica nonché, per le aree di pianura, gli interventi previsti per le fasce A e B dalle norme del Piano Stralcio Fasce Fluviali (PSFF) dell'Autorità di Bacino del fiume Po. Le opere pubbliche o di interesse pubblico, non localizzabili se non all'interno delle fasce previste dal P.S.F.F., sono realizzabili fatte salve le verifiche previste dalle N.T.A. del P.S.F.F.. La loro messa in sicurezza non comporterà la riclassificazione."

Per la fascia di rispetto interessata le NTA indicano quanto segue:

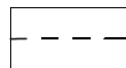
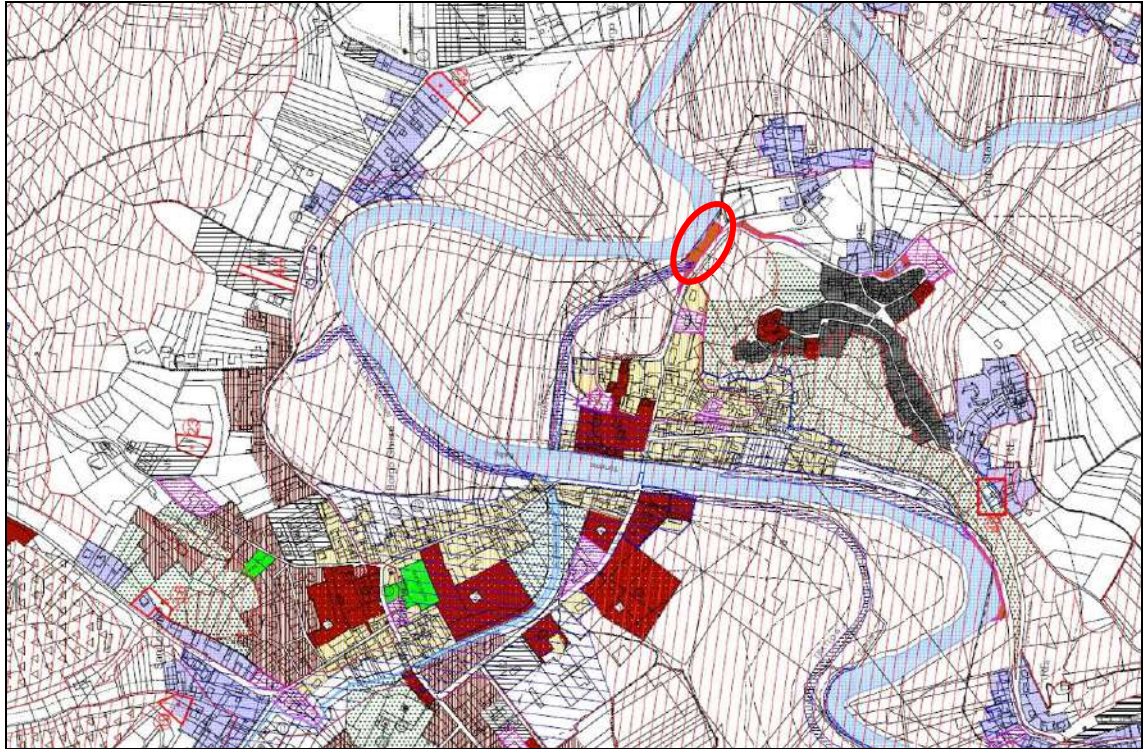
In relazione al corso dei Rii minori presenti nel territorio di Calamandrana, per gli interventi di nuova costruzione in riferimento alle aree urbane o alle aree esterne alle aree urbane, dovranno essere osservate distanze minime di seguito specificate. Per i Rii Garbazzola, Valle Chiozze e San Giovanni la distanza minima sarà di m 30,00 nelle aree esterne alle aree urbane; per gli stessi Rii nelle aree urbane si individua una prima fascia di m 10,00 assimilata alla Classe IIIa e una seconda fascia di rispetto compresa fra i 10,00 m e i 30,00 m assimilata alla Classe III b. Tutti gli interventi edificatori, dovranno essere preceduti da studi idraulici e opere di difesa e arginature di iniziativa pubblica con allegato cronoprogramma degli interventi. Il Comune potrà ammettere opere di riassetto di iniziativa privata, solo se attuate con il controllo pubblico. In assenza di studi di carattere pubblico, sono ammessi solo interventi di manutenzione, ristrutturazione, recupero conservativo e modesti ampliamenti tecnico-igienico-funzionali. Per i Rii Paniola, Milani e Molinello dovrà essere osservata una distanza minima di m 40,00 nelle aree urbane e nelle aree esterne alle aree urbane. Nelle aree di espansione interessate dalla fascia di inedificabilità del Rio Paniola e Rio Milani, gli interventi edificatori dovranno essere preceduti da verifiche idrauliche atte a valutare il franco di sicurezza da mantenere rispetto alla quota misurata con $T_r = 500$ anni."

Incisa Scapaccino (int. 5.1-5.3)

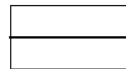
L'area adibita a parcheggio affacciata sul T. Belbo (5.1) risulta inserita tra le "porzioni di territorio inedificato, inidoneo a nuovi insediamenti Classe 3A".

Il sito risulta posto al limite della fascia C del PAI definita per l'alveo del T. Belbo, immediatamente esterno ad essa.

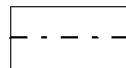
Il corso d'acqua rientra nell'elenco delle acque pubbliche.



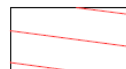
LIMITE FASCIA A PIANO STRALCIO FASCE FLUVIALI



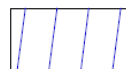
LIMITE FASCIA B PIANO STRALCIO FASCE FLUVIALI



LIMITE FASCIA C PIANO STRALCIO FASCE FLUVIALI

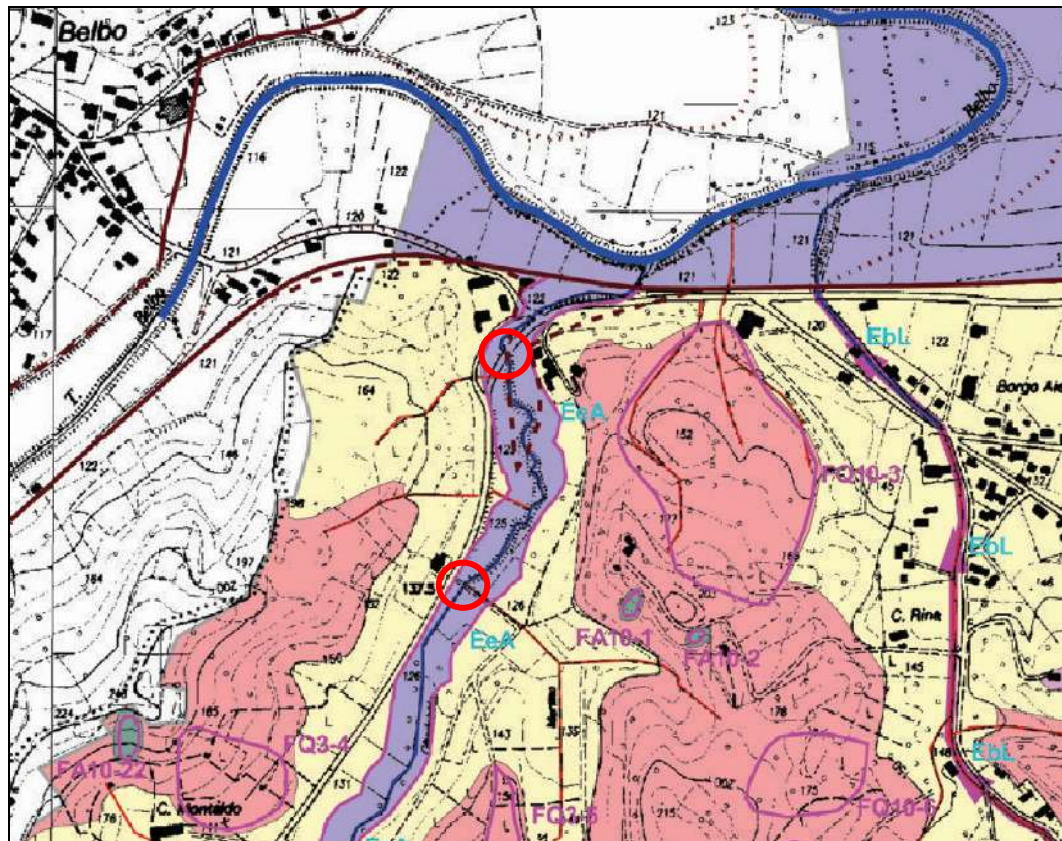


PORZIONE DI TERRITORIO INEDIFICATO,
INIDONEO A NUOVI INSEDIAMENTI, CLASSE 3 A
(circ. P.G.R. 7 Lap 06-05-1996)



PORZIONE DI TERRITORIO EDIFICATO,
AD ELEVATA PERICOLOSITA', CLASSE 3 B
(circ. P.G.R. 7 Lap 06-05-1996)

Estratto tavola di PRG del Comune di Incisa Scapaccino e della relativa legenda

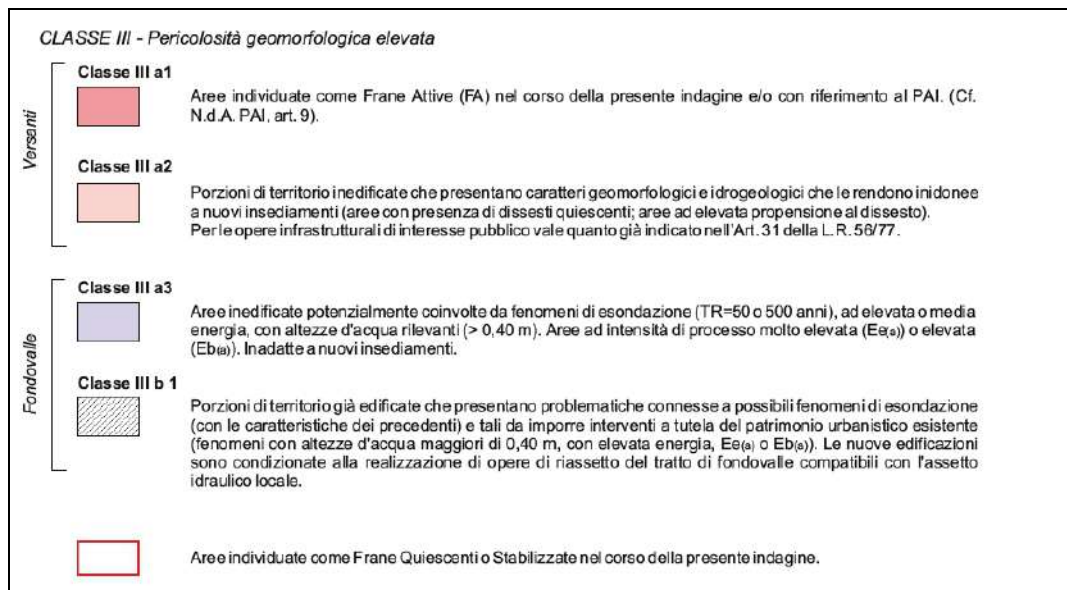
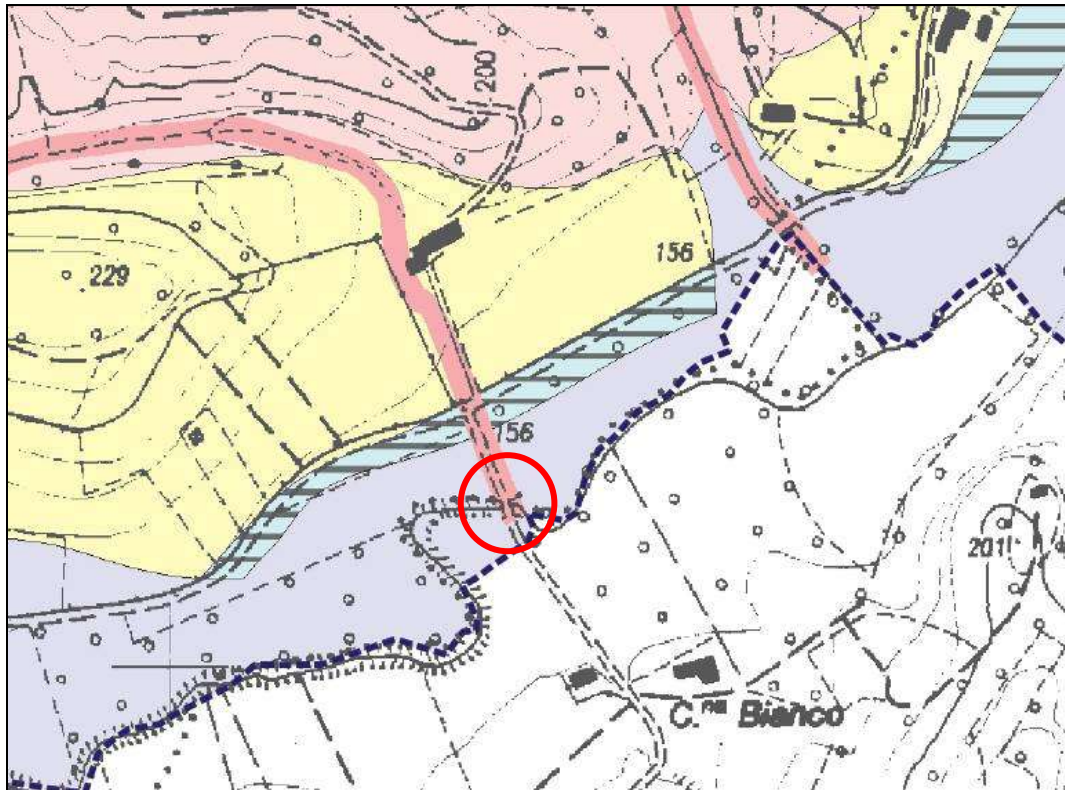


CLASSE IIIA1 - Porzioni di territorio per lo più inedificate in cui gli elementi di rischio derivano da fenomeni di esondazione lungo la rete idrografica.

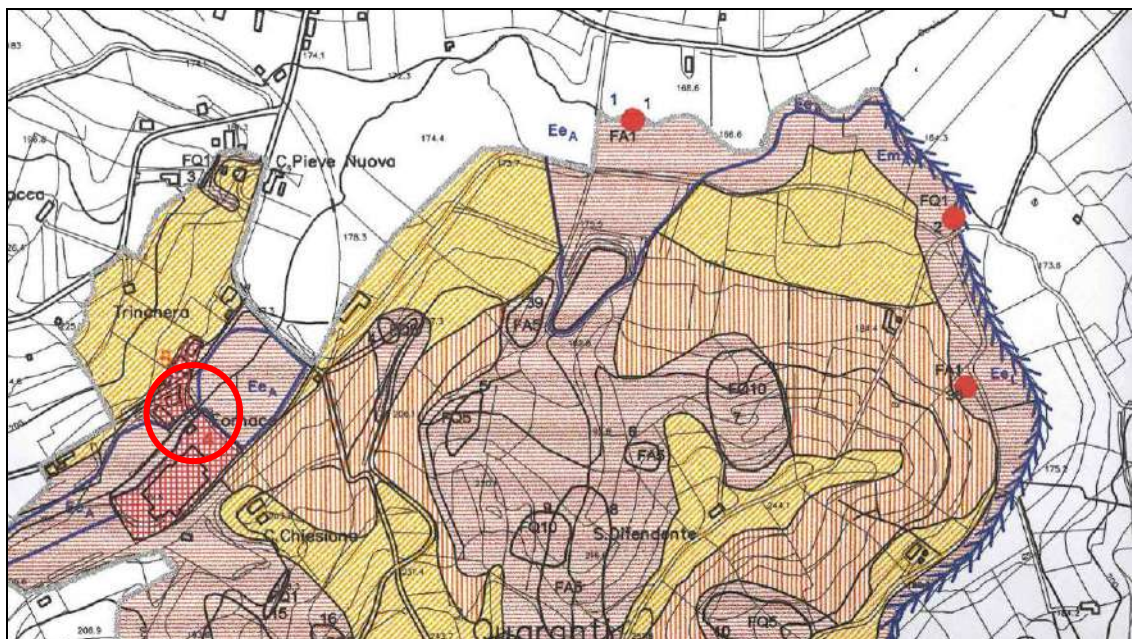


Corsi d'acqua pubblici o demaniali. Per tale tipologia di corsi d'acqua sussiste una fascia inedificabile di 10 metri secondo la normativa vigente in materia di acque pubbliche. All'interno di tale fascia devono essere rispettati i divieti di cui all'art.96 del R.D. 524/1904.

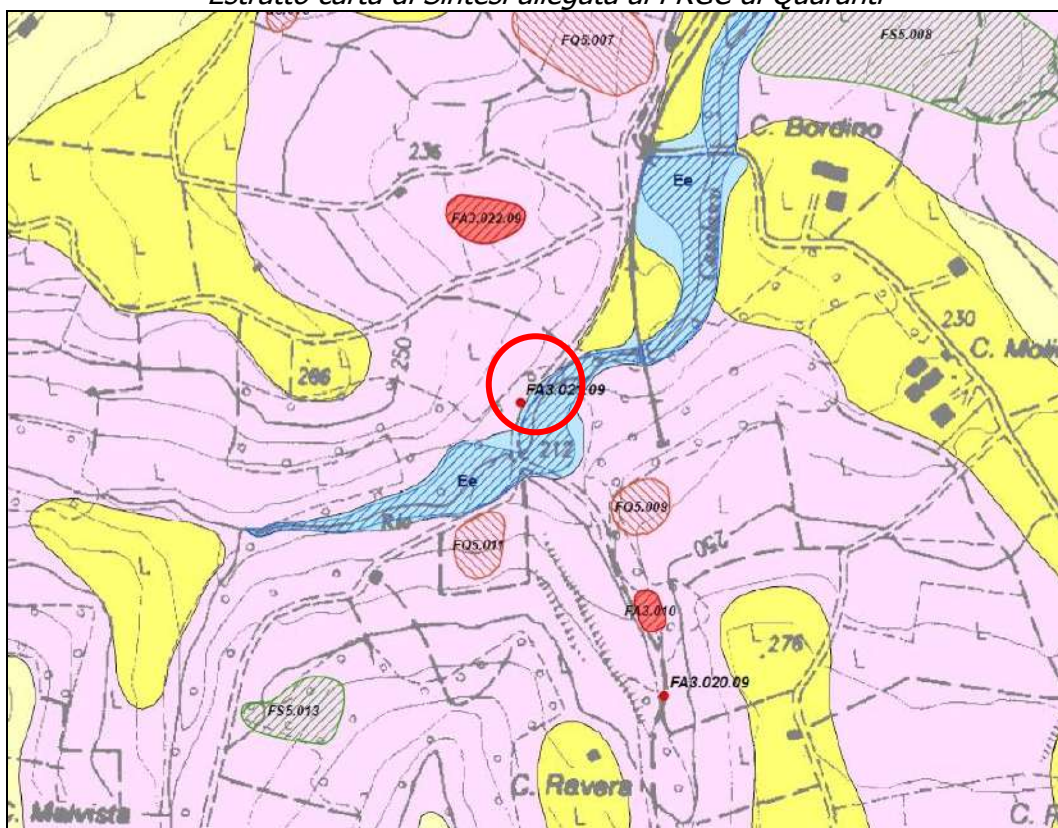
Estratto carta di Sintesi allegata al PRGC di Bruno con legenda



Estratto carta di Sintesi allegata al PRGC di Mombaruzzo con legenda

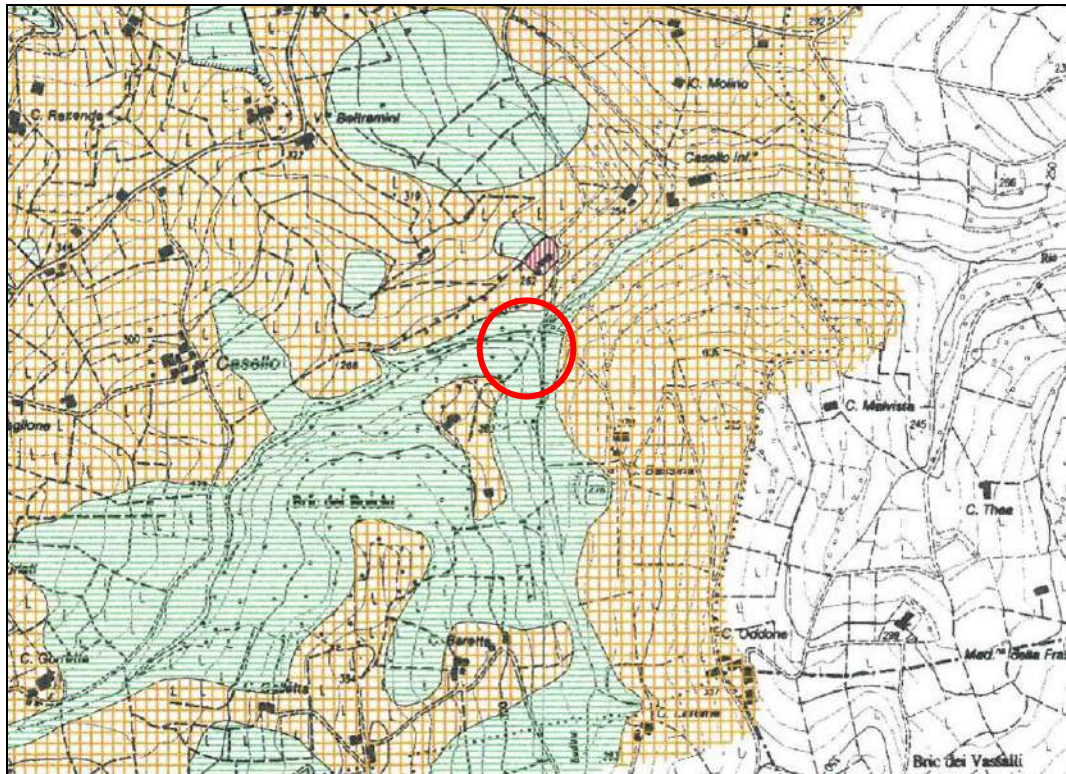


Estratto carta di Sintesi allegata al PRGC di Quaranti



- Classe III a2**
 Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici e idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti (aree con presenza di dissesti quiescenti; aree ad elevata propensione al dissesto). Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico vale quanto già indicato nell'Art. 31 della L.R. 56/77.
- Classe III a3**
 Porzioni di fondovalle inedificate che presentano caratteri geomorfologici ed idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti (Aree inondabili da acque con ingenti altezze idrometriche e/o elevata energia). Intensità del processo Ee. Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico vale quanto definito all'art. 31 della L.R. 56/77 e s. m. e i.
- Frana puntuale non cartografabile

Estratto carta di Sintesi allegata al PRGC di Castelletto Molina con legenda



CLASSE II



Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere superate attraverso l'adozione ed il rispetto di accorgimenti tecnici, derivanti da indagini geognostiche, studi geologici e geotecnici, da eseguire nelle aree di intervento, in fase di progetto esecutivo, in ottemperanza al D.M. 11.03.88.

CLASSE IIIa



Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti.

Estratto carta di Sintesi allegata al PRGC di Fontanile con legenda

- Estratto carta di Sintesi allegata al PRGC di Calamandrana con legenda*

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio in esame si colloca nel Bacino Terziario Ligure-Piemontese, delimitato a Nord dal fiume Po, a Sud dall'arco alpino occidentale e dagli Appennini di NW, mentre per il resto è mascherato dai depositi quaternari della pianura Alessandrina ad Est e da quelli dell'Altopiano di Poirino ad Ovest.

Esso costituisce un bacino post-collisionale posto al limite tra la catena alpina e quella appenninica, sviluppatosi a partire dall'Eocene medio in una situazione geodinamica molto complessa. Secondo la classificazione di Bally et al. (1985) il Bacino Terziario Ligure-Piemontese può essere definito come episuturale; infatti esso si sviluppa in corrispondenza della zona in cui la crosta europea sovrascorre la placca insubrica.

All'interno di questo bacino si è soliti distinguere, date le caratteristiche stratigrafico-sedimentarie e l'evoluzione tettonica, la sequenza sedimentaria in due complessi (Carraro, 1994):

- uno stratigraficamente inferiore che costituisce in affioramento il Monferrato e la Collina di Torino (a nord) e Le Langhe (a sud)
- uno superiore, pliocenico-quaternario, che sigilla il precedente.

L'intera area in esame è sita al passaggio dal dominio delle Langhe sviluppate verso SW al Monferrato Meridionale ed al bacino Astigiano procedendo verso E e NE passando al substrato pliocenico-villafranchiano.

Il substrato pre-quaternario affiorante nel territorio comunale di Calamandrana, (limite SW dell'area in esame), appartiene al primo complesso oligo-miocenico delle Langhe, al suo limite settentrionale, al passaggio al dominio del Monferrato. Le langhe sono rappresentate, dal punto di vista strutturale, da una monoclinale con strati immergenti verso N-NW e basse inclinazioni, che si aggirano intorno ai 10-12° circa. Nella porzione meridionale del comune si ha l'affioramento dei termini della formazione delle "Arenarie di Serravalle" (Miocene, Serravalliano) che rappresentano depositi di mare poco profondo, sormontati in successione stratigrafica verso N dalle "Marne di S. Agata Fossili" (Miocene Superiore, Tortoniano).

Le differenze litologiche delle due formazioni mostrano vistose variazioni morfologiche territoriali, tipiche del passaggio tra il Monferrato Meridionale e le Langhe; queste ultime con rilievi più elevati ed aspri dei termini mio-pliocenici posti alla base del bacino astigiano e del Monferrato.

Verso NE affiorano pertanto i terreni neoautoctoni della serie mio-pliocenica del Monferrato e del "Bacino di Asti" il cui attuale assetto è quello di una blanda sinclinale con asse passante grossomodo per la città di Asti.

I comuni interessati di Mombaruzzo, Quaranti, Fontanile, Castelletto Molina, Bruno e Incisa Scapaccino sono ubicati sul fianco meridionale della struttura sinclinale; tale struttura è caratterizzata da asse disposto all'incirca Est-Ovest e coincidente grossomodo con il corso del T. Tanaro e da fianchi molto aperti. Tale assetto strutturale, comporta pertanto un'immersione media dei termini terziari del substrato verso NE.

In relazione a quanto detto, nel territorio indagato affiorano, i termini pliocenici delle Formazioni delle Sabbie di Asti e delle Argille di Lugagnano con alla base i termini mio-plioeceni dei Conglomerati di Cassano Spinola e della Formazione gessoso Solfifera; mentre procedendo verso NE, e risalendo nella successione stratigrafica, affiorano i termini appartenenti al Complesso Villafranchiano alle sommità dei rilievi collinari,

particolarmente sviluppati nell'area di studio verso i blandi rilievi e terrazzi di NE dei comuni di Bruno, Mombaruzzo e Maranzana.

Lungo i settori di fondovalle interessati dagli interventi, si denota come il substrato sia sigillato dai depositi alluvionali postglaciali e del Fluviale recente.

Le unità interessate sono così descritte dalla alla Carta geologica d'Italia F. 69-70 ASTI-ALESSANDRIA:

Alluvioni prevalentemente argillose – a1fl3, della superficie principale della pianura a S del Po, attribuibili in parte alle Alluvioni postglaciali (a2-1), in parte al Fluviale recente (fl3).

Fluviale e Fluvio lacustre antichi – Alluvioni ghiaiose, sabbiose, siltoso-argillose, fortemente alterate, con prodotti d'alterazione rossastri (fl1). Alla base ghiaie alterate alternantisi con argille (I2) (Villafranchiano Auctorum p.p.).

Sabbie di Asti (Ps) – Alternanze sabbioso-argillose (I¹) (Villafranchiano Auctorum p.p.).

Sabbie gialle più o meno stratificate, con livelli ghiaiosi ed intercalazioni marnose, calcareniti e calciruditi; microfauna - negli interstrati marnosi - a *Bolivina appenninica*, *Bulimina fusiformis*, *Eponides frigidus granulatus*; nella parte bassa, localmente, entro intercalazioni argillose, microfauna a *Uvigerina rutila*, *Globorotalia irsuta* ed *Eponides schreibersii* (Ps). PLIOCENE".

Si tratta di sabbie da fini a grossolane, con livelli ghiaiosi e intercalazioni di argille marno-sabbiose e banchi calcarenitici e calciruditici, localmente prevalenti. Nella parte sommitale della formazione alle sabbie si intercalano argille verdastre e, localmente, ghiaie; tale orizzonte è stato cartografato separatamente e corrisponde alla parte bassa del "Villafranchiano" *Auctorum*.

Argille di Lugagnano (Pa): *"Argille marno-sabbiose grigio-azzurre con intercalazioni verso l'alto di sabbie analoghe alle Sabbie di Asti; macrofauna a gasteropodi prevalenti e microfauna ad Anomalina helicina, Bolivina punctata, Orthomorphina proxima, Dimorphina tuberosa, Uvigerina rutila."* PLIOCENE. (dalle note al Foglio n° 69 ASTI della Carta Geologica d'Italia).

Si tratta di sedimenti di mare aperto, non troppo profondo, di piattaforma continentale rappresentati da argille limoso-marnose grigio-azzurre, a volte debolmente sabbiose, compatte, con abbondanti resti fossili (in prevalenza gasteropodi).

Conglomerati di Cassano Spinola (P1M5): Conglomerati ed arenarie in grosse bancate intercalati a marne sabbiose con microfaune per lo più rimaneggiate PLIOCENE INFERIORE-MESSINIANO.

Formazione Gessoso-solfifera (MESSINIANO) (M5): marne gessifere grigio scure prevalenti passanti, nella parte inferiore, alle Marne di S. Agata Fossili. Solamente in alcune zone del Bacino Terziario Ligure-Piemontese (aree non in esame), il passaggio è sottolineato da una superficie erosionale.

Essa è caratterizzata dalla presenza di lenti più o meno grandi di gesso che, all'affioramento, può presentarsi come macrocristallino (selenite spesso con geminazione "a coda di rondine") oppure come microcristallino a formare degli aggregati a grana minuta.

In letteratura (Boni et al., 1970) viene anche segnalata, fuori dall'area in esame, la presenza di masse calcaree bianche e grigie, alveolari per la dissoluzione dei cristalli di gesso.

La varietà di tipi litologici sopra descritti è spiegabile in rapporto all'ambiente

deposizionale: infatti, durante il Messiniano inferiore si ha un brusco cambiamento di facies dovuto alla caduta del livello marino che instaura un ambiente di tipo lagunare evaporitico dove, accanto a bacini completamente isolati dal mare, ne esistevano altri dove era possibile lo scambio di acque.

Formazione delle Marne di S. Agata Fossili (Tortoniano) (M4): "Marne più o meno sabbiose grigio-azzurre, con locali intercalazioni sabbioso-conglomeratiche".

La potenza della formazione si aggira sui 250-300 m (Boni 1970).

Da un punto di vista deposizionale, la Formazione delle Marne di S. Agata Fossili è ricollegabile ad una fase di accentuata subsidenza tettonica del Bacino Terziario Piemontese che instaura le condizioni per la deposizione di marne emipelagiche di scarpata, localmente incise da canali riempiti da depositi conglomeratico-arenacei risedimentati (Ghibaud et al., 1985).

Formazione delle Arenarie di Serravalle (Serravalliano) (M3): "Marne Argillose, arenarie e sabbie in strati sottili (alla sommità); arenarie e sabbie in banchi alternati a marne, con rare intercalazioni conglomeratiche. Microfauna a Globorotalia praemenardii, G.mayeri, Globorotalia altispira, Orbulina universa".

Dalla cartografia geologica esaminata si denota come al di sotto dei depositi alluvionali costituenti le fasce di fondovalle di intervento, le unità di substrato interessate siano:

Sabbie di Asti (int. 1.1-1.2 -Bruno, 7.2 Mombaruzzo)

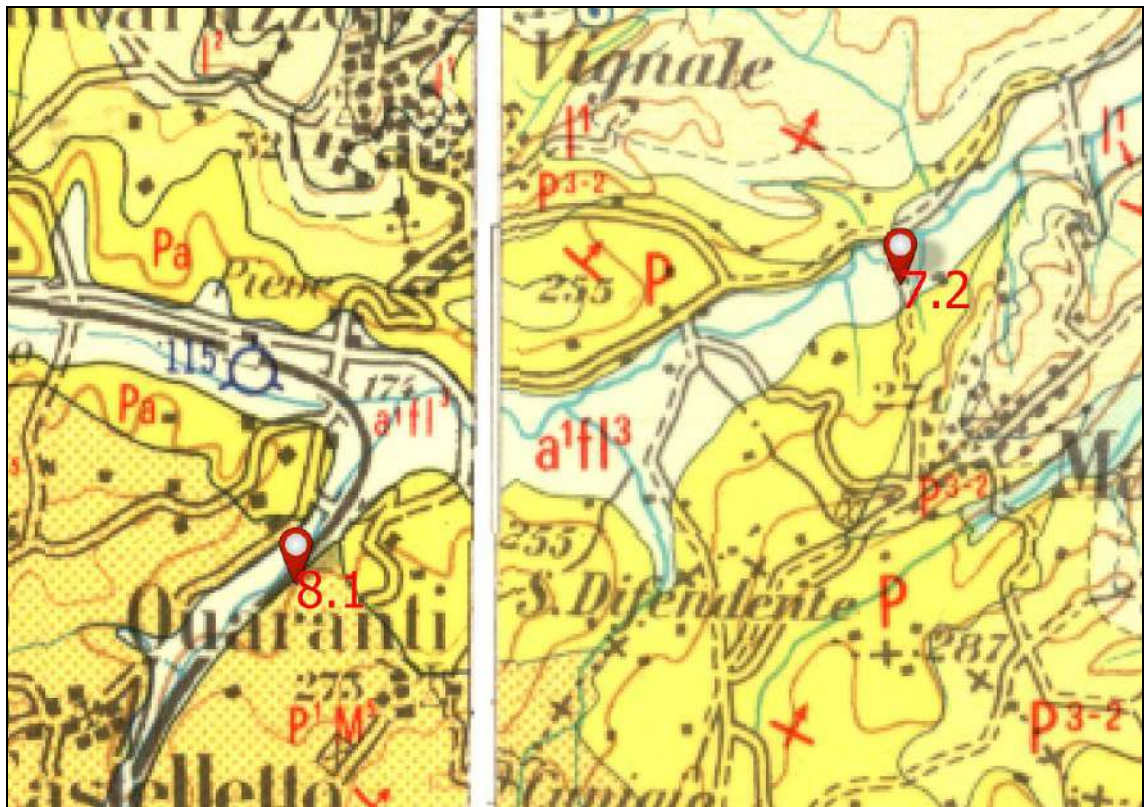
Argille di Lugagnano o Sabbie di Asti (int. 5.1 Incisa Scapaccino)

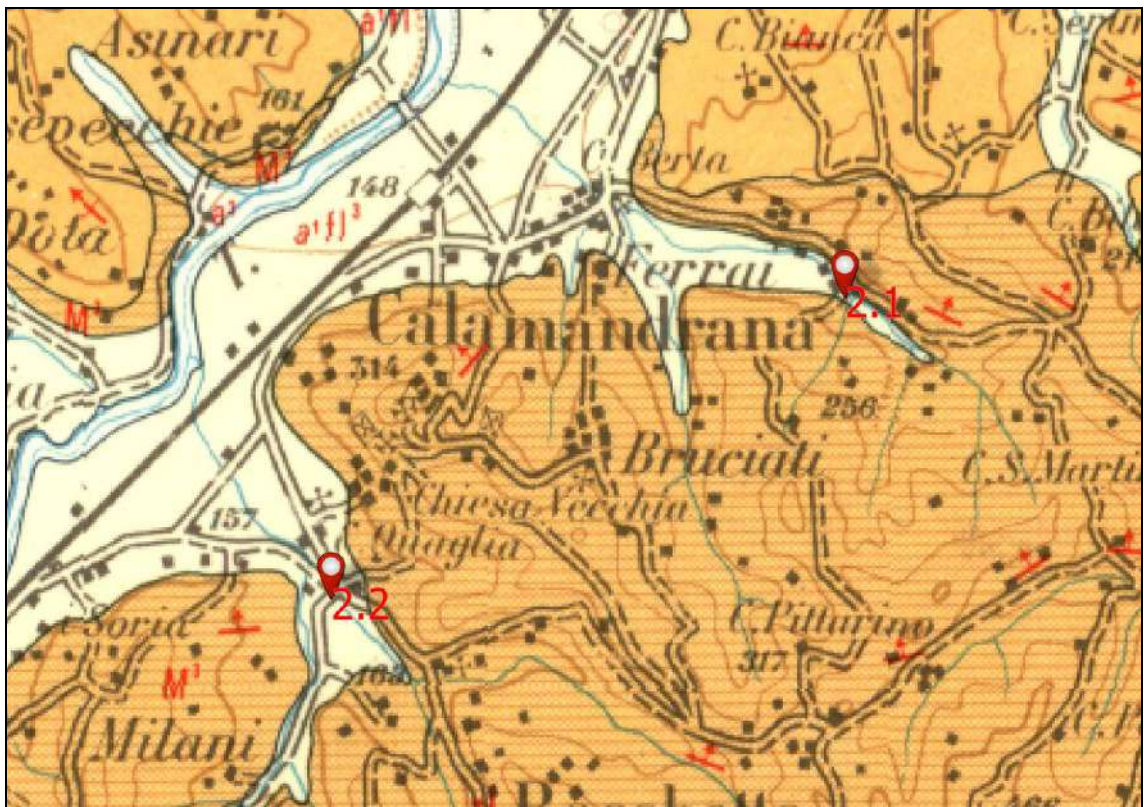
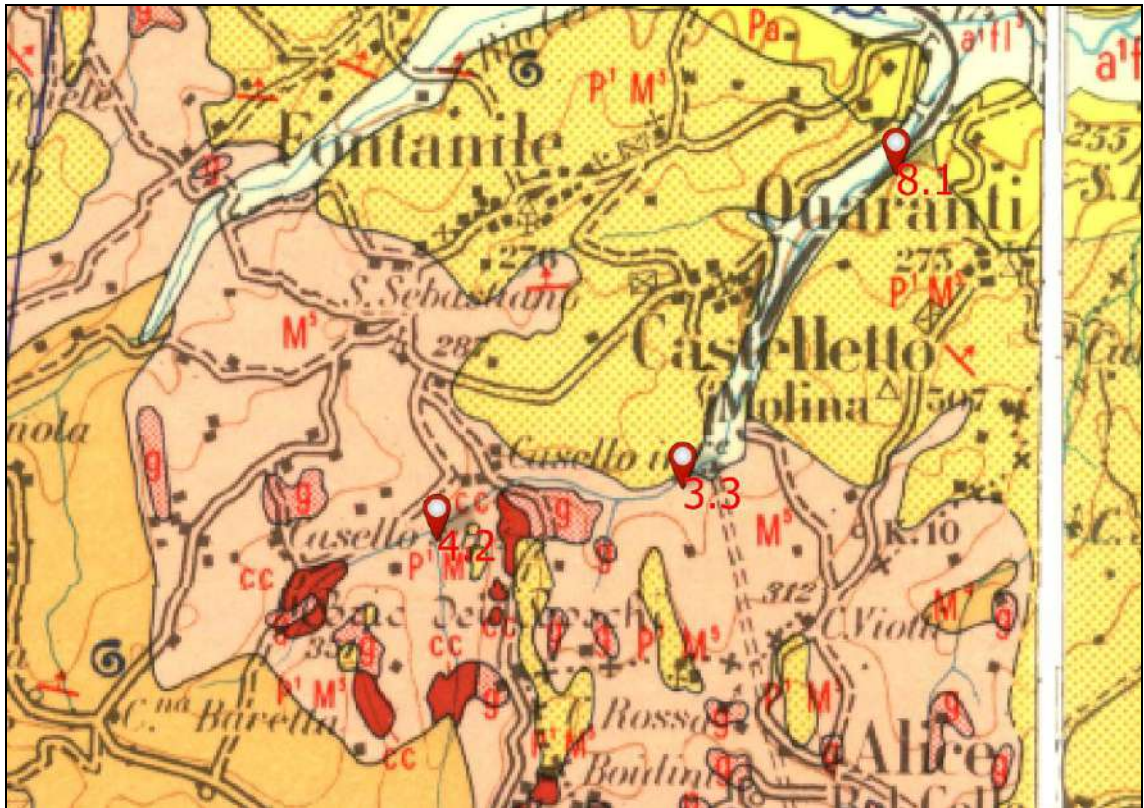
Conglomerati di cassano Spinola (int. 8.1 Quaranti)

Formazione Gessoso-Solfifera (int. 3.3 Castelletto Molina, 4.2 Fontanile)

Formazione delle Arenarie di Serravalle (int.2.2, 2.1 Calamandrana)







Estratto della Carta Geologica d'Italia Foglio 69 Asti – 70 Alessandria

4 INDAGINE GEOGNOSTICA

Si sono realizzate in data n° 14 prove penetrometriche, di cui 8 in data 5 e 6 Dicembre 2019 ed altre 6 in data 8 e 9 giugno 2021.

Il penetrometro utilizzato per la realizzazione delle prove n. 1-2-3-4-5-8 del 2019 e le prove del 2021 è del tipo superpesante modello Pagani TG 63/100 (configurazione DPSH – ISSMFE).

Metodologia di esecuzione della prova

La prova consiste nel far cadere un maglio, del peso di 63,5 kg, da un'altezza di 750 mm su una testa di battuta fissata alla sommità della batteria di aste alla cui estremità è fissata una punta conica con angolo di apertura di 90° e diametro di 51 mm normalizzata. Il numero di colpi per ottenere la penetrazione della punta nel terreno di 30 cm è assunto come indice della resistenza alla penetrazione. La prova consente di determinare sulla base di dati di letteratura, le caratteristiche meccaniche del terreno tramite correlazioni con la resistenza che questo oppone alla penetrazione. Preventivamente risulta necessario trasformare i valori di N_{30} in N_{spt} .

I valori di N_{30} (N_{spt}) letti al contatore sono stati diagrammati e forniti in allegato al fondo.



Penetrometro utilizzato

| DATI TECNICI | | |
|-----------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Motore | Tipo | Benzina; 2 cil.; V |
| | Potenza [HP (kW) - RPM] | 16 (12) - 3600 |
| | Raffreddamento | Aria |
| Traslazione | Cingolato a trasmissione idrostatica | Cingolato Gommato |
| | Velocità di traslazione [km/h] | 0 ÷ 1.8 |
| | Pendenza Max % | 25 |
| Pompa Idraulica | Numero di Pompe | 2 |
| | Max. pressione operativa [bar] | 245 |
| Stabilizzatori | Numero | 3 |
| | Tipo | Idraulico |

Dati tecnici dell'attrezzatura

Le prove P6-P7 del 2019 sono invece realizzate con un penetrometro dinamico medio modello PAGANI DPM30 brandito a mano, per cause logistiche di inaccessibilità ai siti interessati tramite altra strumentazione.

Caratteristiche dell'attrezzatura penetrometrica e metodologia esecutiva

| | | | |
|--------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| area della punta | 10 cm ² | altezza di caduta | 0,20 m |
| angolo di apertura | 60° | diametro asta | 20 mm |
| peso asta | 2,4 kg/m | penetrazione standard | 10 cm (N_{10}). |
| peso maglio | 30 kg | | |

La prova consiste nel far cadere un maglio, del peso di 30 kg, da un'altezza di 20 cm su una testa di battuta fissata alla sommità della batteria di aste alla cui estremità è fissata una punta conica con angolo di apertura di 60° e diametro di 35,6 mm normalizzata. Il numero di colpi per ottenere la penetrazione della punta nel terreno di 10 cm (N_{10}) è assunto come indice della resistenza alla

penetrazione.

Per la trasformazione dei valori di N_{10} (numero dei colpi necessari per ottenere un avanzamento di 10 cm) in N_{spt} si potrà fare riferimento alle seguenti correlazioni (Prove geotecniche in situ – pag. 279)

Terreni prevalentemente coesivi

$$N_{10}/N_{spt} \geq 0,7 \div 0,8$$

$$\text{per } 8 \leq N_{10} \leq 14$$

$$N_{10}/N_{spt} \geq 0,8 \div 1$$

$$\text{per } 14 \leq N_{10} \leq 18$$

Terreni prevalentemente granulari

$$N_{10}/N_{spt} \geq 0,95 \div 1$$

$$\text{per } 8 \leq N_{10} \leq 15$$

$$N_{10}/N_{spt} \geq 1 \div 1,2$$

$$\text{per } 15 \leq N_{10} \leq 30$$

Si fornisce di seguito una ulteriore correlazione desunta da dati bibliografici.

| Consistenza terreni incoerenti (Limi sabbiosi, sabbie, ghiaie) | Molto sciolte | Sciolte | Med. te dense | Addensate | Molto addensate | |
|--|---------------|---------|---------------|-----------|-----------------|--|
| DL030 N_{10} | <4 | 4 - 10 | 10 - 35 | 35 - 60 | > 60 | |
| SPT N_{30} | <4 | 4 - 10 | 10 - 30 | 30 - 50 | > 50 | |

| Consistenza terreni coesivi (Limi argillosi e argille) – AGI 77 | Molto molle | Molle | Med. consistente | consistente | Molto consistente | dura |
|---|-------------|-------|------------------|-------------|-------------------|------|
| DL030 N_{10} | <1 | 1 - 3 | 3 - 6 | 6 - 12 | 12 - 30 | > 30 |
| SPT N_{30} | <2 | 2 - 4 | 4 - 8 | 8 - 15 | 15 - 30 | >30 |

I valori di N_{10} misurati dal penetrometro sono stati diagrammati e forniti in allegato.

L'ubicazione delle prove viene illustrata nella documentazione fotografica riportata in seguito.

In particolare i punti di indagine sono così localizzati:

SCPT1 (int. 8.1): la prova è situata in cima alla sponda destra al Rio Casalasco, in vicinanza al ciglio sommitale, in prossimità dell'attraversamento esistente.

SCPT2 (int. 3.3): la prova è sita al ciglio della viabile di valle degradante verso l'alveo del rio Casalasco, lateralmente rispetto al dissesto spondale accusato dalla viabile, oggetto di consolidamento

SCPT 3-4 (int. 4.2): le due prove si localizzano al ciglio vallivo della viabile, sui due lati della nicchia di distacco del dissesto accusato dalla scarpata spondale sinistra del Rio Casalasco, oggetto di consolidamento

SCPT 5 (int. 7.2): la verticale è approfondita in cima alla scarpata spondale destra del Rio Cervino, subito oltre il lato S dell'attraversamento esistente, nel ristretto areale pianeggiante posto al di sopra della scarpata tra il rio ed il fosso suo affluente in destra.

P6-7 (int. 1.2 – 1.1). le prove si collocano in adiacenza all'alveo del Rio Gherlobbia nel Comune di Bruno, rispettivamente, partendo da S (int.1.2) lungo l'area pianeggiante sopraelevata in destra adiacente il ponticello sul corso d'acqua, e a N (int.1.1), in prossimità dell'attraversamento della SP28 da parte del rio, tramite una tubazione corrugata circolare (tubosider).

SCPT8 (int. 2.2): la prova è posta al ciglio vallivo della viabile posta in sommità alla sponda sinistra del Rio Molinello, in adiacenza al tratto danneggiato oggetto di intervento.

SCPT9-10-11-12-13 (int. 5.1): le prove sono poste lungo la fascia valliva del piazzale del cimitero di Incisa Scapaccino, in parte al ciglio esterno prossimo alle scarpate che discendono verso il T. Belbo, in parte a tergo, in posizione circa centrale rispetto al piazzale.

SCPT14 (INT. 2.1): la prova è posta in destra idrografica al Rio Garbazzola, subito a monte del ponte a pochi metri di distanza dallo stesso; ubicazione obbligata da problematico tecnico-logistiche legate alla presenza nel tratto di intervento posto in sinistra oggetto di intervento di sottoservizi pubblici.



Prova SCPT1 - Rio Casalasco - 8.1



Prova SCPT2 - Rio Casalasco - 3.3



Prova SCPT3 - Rio Casalasco - 4.2



Prova SCPT4 - Rio Casalasco - 4.2



Prova SCPT5 - Mombaruzzo - str. Cervino - 7.2



Prova DPM6 - Rio Gherlobbia - Bruno - 1.2



Prova DPM7 - Rio Gherlobbia - Bruno - 1.1



Prova SCPT8 – Calamandrana, Rio Molinello 2.2



Prova SCPT9- T. Belbo – Incisa Scapaccino - 5.1



Prova SCPT10- T. Belbo – Incisa Scapaccino-5.1



Prova SCPT11- T. Belbo - Incisa Scapaccino - 5.1



Prova SCPT12- T. Belbo - Incisa Scapaccino - 5.1



*Prova SCPT13- T. Belbo - Incisa Scapaccino -
5.1*



*Prova SCPT14- Rio Garbazzola – Calamandrana
- 2.1*

Documentazione fotografica delle prove penetrometriche realizzate.



Ubicazione prova SCPT1



Ubicazione prova SCPT2



Ubicazione prova SCPT3-4



Ubicazione prova SCPT5



Ubicazione prova DPM6



Ubicazione prova DPM7



Ubicazione prova SCPT8



Ubicazione prove SCPT9-10-11-12-13



Ubicazione prove SCPT14

5 ASSETTO GEOMORFOLOGICO GENERALE

L'intera area in esame si sviluppa all'interno dell'esteso ambito collinare che si eleva ad E del fondovalle del T. Belbo e ad W del Fiume Bormida, a S del fondovalle del F. Tanaro. Tale area si colloca al limite settentrionale del dominio delle Langhe, e della relativa successione oligo-miocenica del BTP, ove si passa verso NE alla zona di transizione tra il bacino astigiano e la pianura Alessandrina, attraverso le due fasce collinari costituenti la base ed il fianco meridionale della sinclinale astigiana con conseguente allungamento e direttrice NW-SE. Tali fasce collinari sono rappresentate prima dalla successione messiniana mio-pliocenica e poi dai sovrastanti depositi pliocenici del bacino astigiano, sormontati verso NE dalla successione plio-pleistocenica villafranchiana, prima di sfociare nella pianura alessandrina.

Tale contesto tettono-stratigrafico, comporta lo sviluppo di settori collinari nettamente differenti dal punto di vista morfologico, il cui modellamento topografico e lo sviluppo delle aste idriche incisi tra tali rilievi, in cui si inseriscono i siti di indagine, è strettamente legato ad un forte controllo litotecnico apportato dai differenti depositi della successione di substrato affiorante.

Tali contesti sono identificabili con le differenti aste fluviali e torrentizie interessate, rappresentate quindi dal Rio Molinello e dal Rio Garbazzola, nel Comune di Calamandrana, del Rio Casalasco, che attraversa i Comuni di Fontanile, Castelletto Molina e Quaranti, il Rio Cervino, che defluisce tra i Comuni di Mombaruzzo e Maranzana, il Rio Gherlobbia nel Comune di Bruno ed il T. Belbo su cui si affaccia l'area a parcheggio del cimitero di Incisa Scapaccino.

Il Rio Molinello e il Rio Garbazzola sfociano nel t. Belbo all'estremità SW del territorio di Calamandra, risultando incisi nei versanti oligo-miocenici dell'estremità settentrionale delle Langhe; rilievi in genere allungati in senso circa NE-SW, con tipica forma a "cuestas" ovvero i versanti ad E sono acclivi, mentre i versanti ad W presentano pendenze molto più blande.

Si riscontrano rilievi molto più aspri ed elevati, rispetto alla successione messiniana sviluppata verso NE, in relazione alle proprietà geotecniche del substrato, costituito da depositi pseudolitoidi, meno soggetti al rimodellamento. Le stesse litologie marnoso-argillose dell'unità delle Marne di Sant'agata fossili, rispetto alle litologie arenacee delle Arenarie di Serravalle, mostrano morfologie più blande e dolci in relazione al contenuto in materiali fini maggiormente alterabili.

I corsi d'acqua, incisi e ristretti verso monte, a partire dai centri urbanizzati posti allo sbocco vallivo nel Comune di Calamandrana, mostrano un fondovalle maggiormente allargato dovuto alla confluenza con il fondovalle Belbo.

Procedendo verso NE, si denota come il rio Casalasco, sia inciso tra versanti e rilievi planimetricamente meno ristretti, meno elevati, a maggior estensione areale, con pendii a pendenze più dolci, in quanto costituiti dalla successione messiniana della Formazione Gessoso solfifera, dei Conglomerati di Cassano Spinola e delle Argille di Lugagnano, settore in cui si collocano, dai tratti superiore dell'asta del corso d'acqua fino alle vicinanze della confluenza nel Rio Cervino a Mombaruzzo, i siti di intervento 4.2 – 3.3 – 8.1.

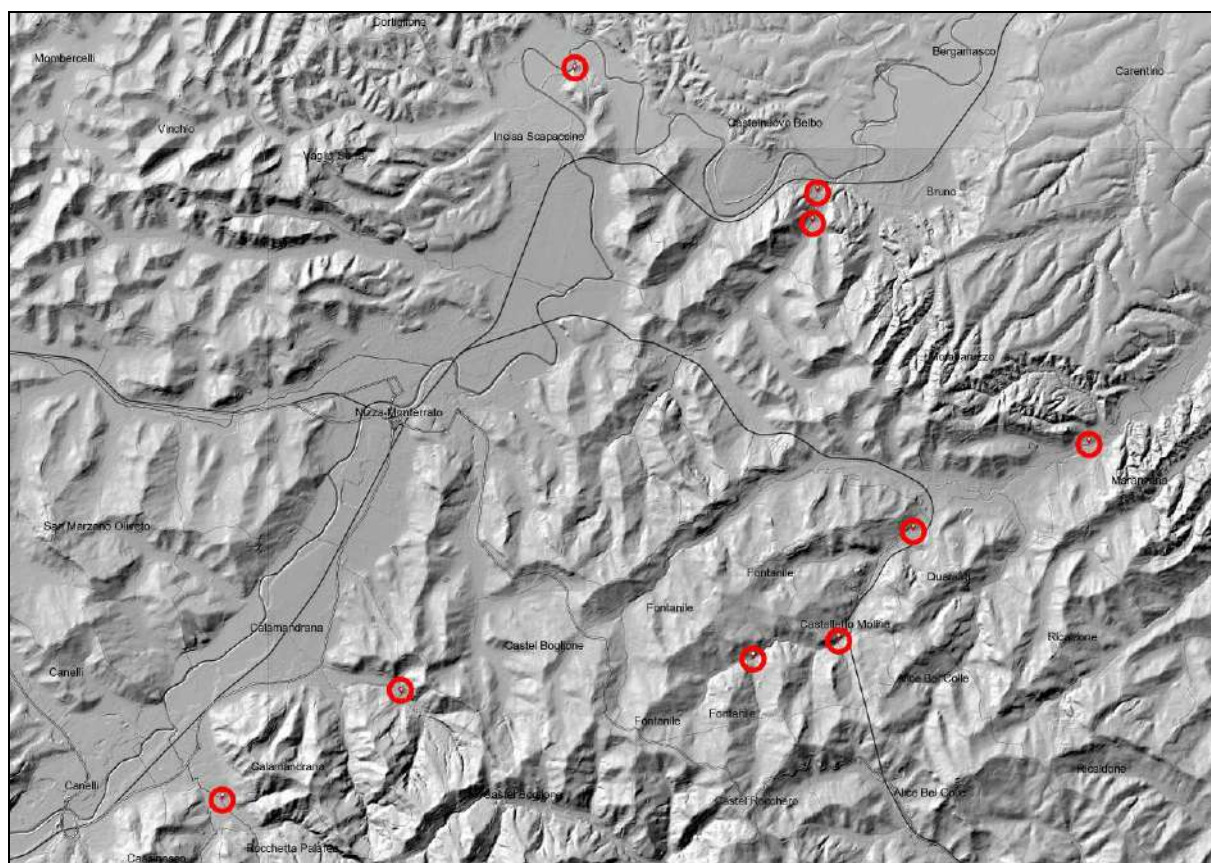
Nei primi due casi il corso d'acqua si presenta incassato tra i versanti e ristretto; solo nel terzo sito il fondovalle si mostra maggiormente sviluppato in vicinanza alla confluenza con il Cervino.

Con il Rio Cervino e più a N, con il Rio Gherlobbia, si entra nel dominio pliocenico

astigiano ove l'affioramento delle Sabbie di Asti comporta lo sviluppo di rilievi collinari molto acclivi, fittamente incisi e poco estesi, delimitati da un reticolo idrografico minore, che presentano fondovali molto ristretti, incassati ed approfonditi nei versanti. Tali morfologie più aspre, si aprono poco a NE con lo sviluppo dell'esteso ambito terrazzato costituito dalla successione villafranchiana superiore e dai depositi fluviali pleistocenici antichi, che non avendo le caratteristiche di cementazione e sovraconsolidazione delle Sabbie di Asti, restituiscono bassi rilievi ampi e terrazzati.

Il tratto di Rio Cervino interessato, presenta un fondovalle più allargato e sviluppato tra versanti prossimi all'affioramento della successione villafranchiana, sviluppata estesamente fino alla sua confluenza verso E nel F. Bormida con rilievi meno acclivi rispetto a quelli che si elevano dal tratto terminale del Rio Gherlobbia a NW impostati nelle Sabbie di Asti, in vicinanza alla confluenza nel Belbo poco oltre i siti oggetto di intervento localizzati nel Comune di Bruno.

All'estremità NW dell'area in esame si passa pertanto al fondovalle principale del T. Belbo, che ne segna il limite settentrionale. Tale settore presenta pertanto un fondovalle allargato dove il torrente incide incassato con ampi meandri i rilievi collinari del dominio pliocenico astigiano, ristretti ad elevata acclività con l'affioramento dei depositi delle Sabbie di Asti, acclività in diminuzione verso la fascia mediano-basale di affioramento delle Argille di Lugagnano. Si sviluppano pertanto pendii e scarpate acclivi degradanti verso il fondovalle del Belbo incassato; contesto che si ritrova in corrispondenza del centro di Incisa Scapaccino, in particolare nell'area del cimitero interessata.



Siti di intervento indagati su rilievo regionale

In merito alle condizioni di pericolosità dei siti oggetto di indagine, in base alle banche dati consultate (PAI, BDGeo100, Banca Dati Eventi Reg. Piemonte, SIFraP), trattandosi in tutti i casi di attraversamenti di corsi d'acqua o scarpate spondali prossime agli stessi, i

tratti di fondovalle sottesi risultano inseriti tra i settori di fondovalle potenzialmente interessabili da acque di esondazione a grado di pericolosità molto elevato (Eea - cfr. Carta di Sintesi, cap.2); con rischio elevato di fenomeni di tipo erosivo da parte del corso d'acqua nell'intorno degli attraversamenti interessati, tra cui i dissesti rilevati oggetto di consolidamento.

In particolare si denota dalle informazioni verbali reperite in loco e dai dati disponibili (banca dati Eventi) in corrispondenza del sito di Quaranti (int.8.1), come l'area edificata circostante l'attraversamento in questione, sia stata estesamente interessata dalle acque di piena del Rio Casalasco, per probabile insufficiente capacità di smaltimento dell'opera idraulica e ostruzione almeno parziale della stessa.

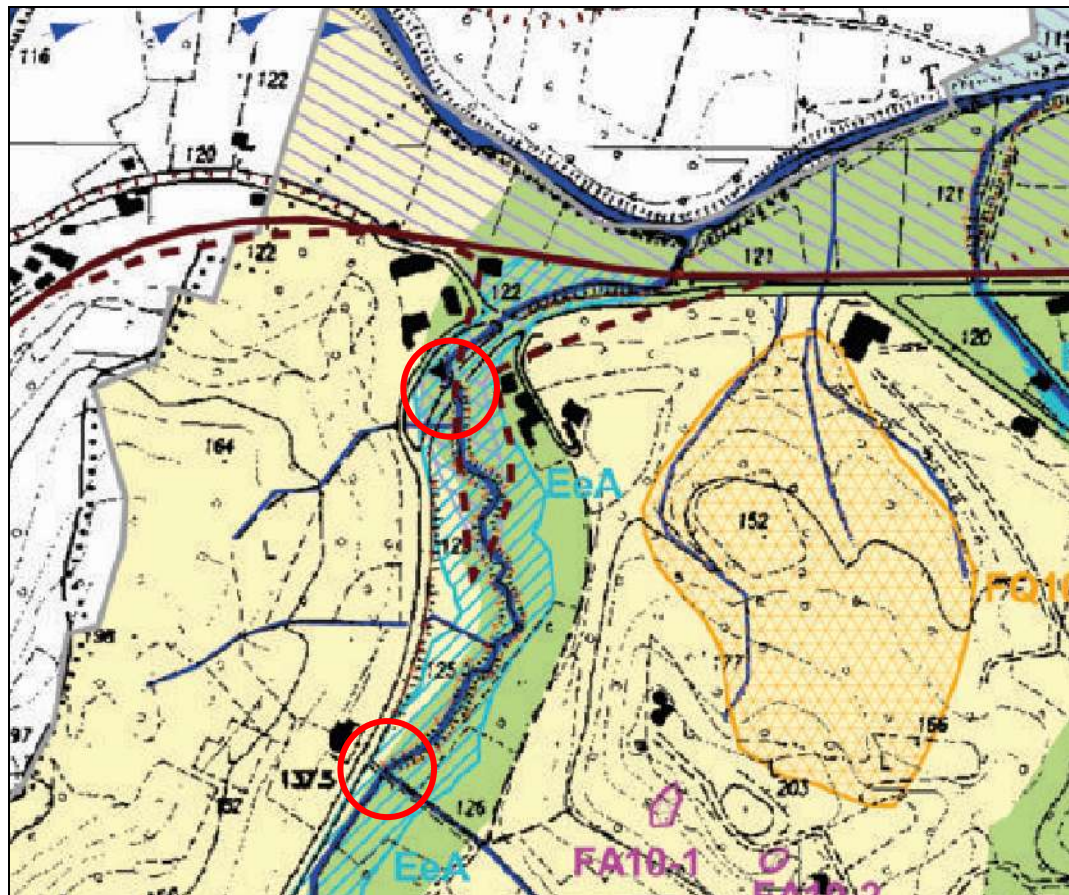
Il sito vallivo di Bruno (int.1.1) risulta essere stato interessato dalle acque di esondazione del rio in vicinanza al fondovalle del T. Belbo, ampiamente coinvolto, in occasione dell'evento alluvionale del novembre 1994.

Nel sito di Castelletto Molina (int. 3.3) si denota inoltre come il versante sviluppato a tergo del rio e della viabile posta in sommità alla sponda sinistra danneggiata, siano inseriti in un settore di versante riconosciuto vulnerabile per fenomeni franosi da fluidificazione della coltre superficiale, che si innescano durante eventi di pioggia di forte intensità per saturazione e successiva fluidificazione dei materiali sciolti costituenti i terreni superficiali. Vengono infatti cartografati in prossimità del sito dissesti superficiali localizzati e puntuali dalla cartografia di PRGC e dal PTP di Asti.

Nel sito di intervento localizzato nel Comune di Calamandrana (int. 2.2) gravante sul rio Molinello, viene segnalato dalla Banca dati eventi regionale un fenomeno di dissesto spondale indicato come "intensa erosione lungo l'alveo del rio Molinello (segnalazione del comune) in frazione San Vito"; riconducibile al dissesto spondale allungato lungo la sponda sinistra del rio subito a valle del ponte in questione, ove previsto l'intervento di consolidamento spondale. L'area di frazione San Vito era già cartografata peraltro dal PAI come "area di esondazione a pericolosità molto elevata".

La carta di sintesi (cfr cap.2) identifica analogamente anche nel sito di interesse sul Rio Garbazzola (int. 2.1), il dissesto spondale allungato sulla sponda sinistra a valle dell'attraversamento del rio, rilevato in loco, in corrispondenza del sito oggetto di consolidamento.

Il parcheggio dell'area cimiteriale di Incisa Scapaccino oggetto di consolidamento spondale (int. 5.1) è inserito al limite di tali aree in quanto sopraelevato sull'alveo del Belbo.



Dissesti lineari di tipo EeA legati alla dinamica fluviale e torrentizia.

FASCE FLUVIALI (P.S.F.F. Autorità di Bacino)



Limite tra fascia A e fascia B



Limite tra fascia B e fascia C

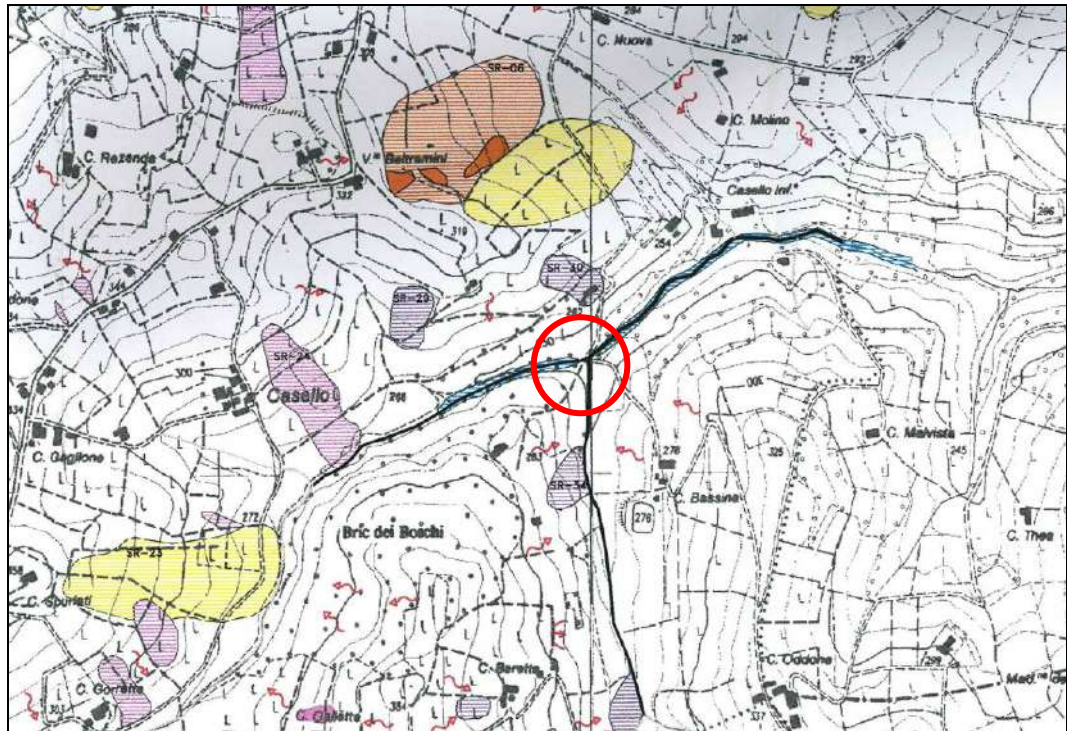


Limite di progetto tra la fascia B e la fascia C

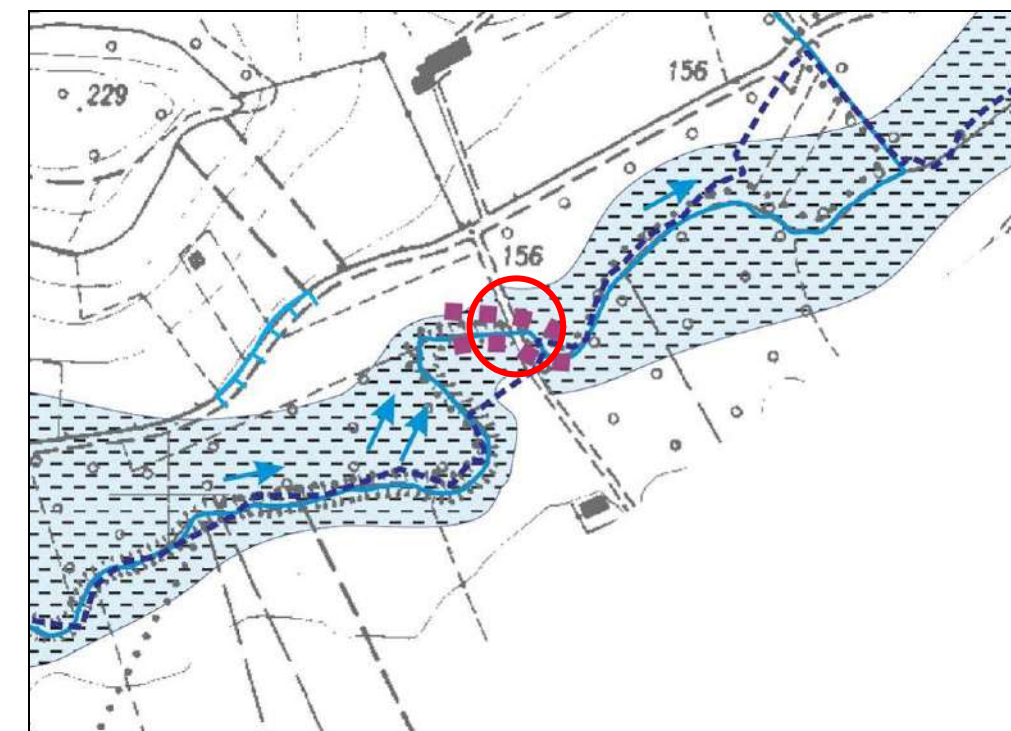


Limite esterno della fascia C

Cartografia geomorfologica allegata al PRGC del Comune di Bruno

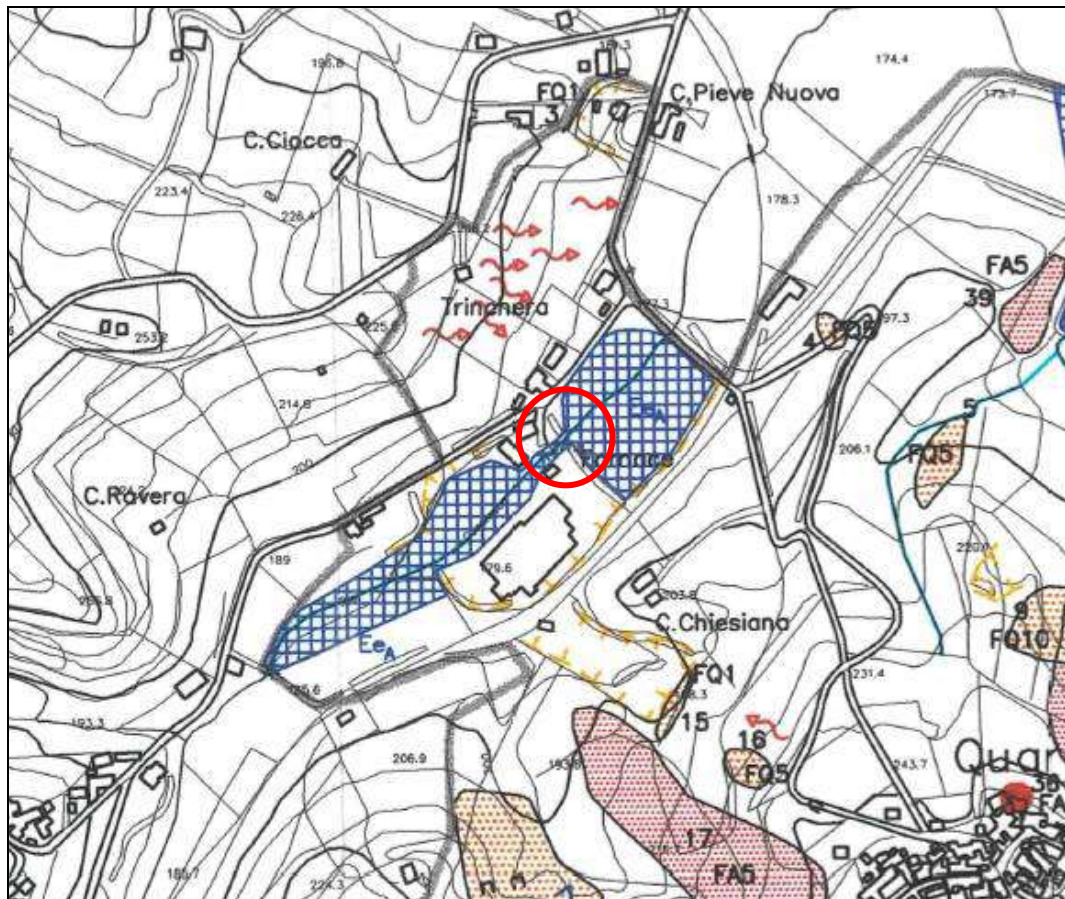


Cartografia geomorfologica allegata al PRGC del Comune di Fontanile



Aree inondabili per eventi di piena eccezionali connessi alla rete idrografica principale. Nel tratto del R. Cervino sottoposto a studio idraulico: aree soggette a fenomeni di esondazione con TR=50 anni. Fenomeni ad elevata energia, moderato trasporto solido. Intensità del processo di esondazione molto elevata (**Ee**).

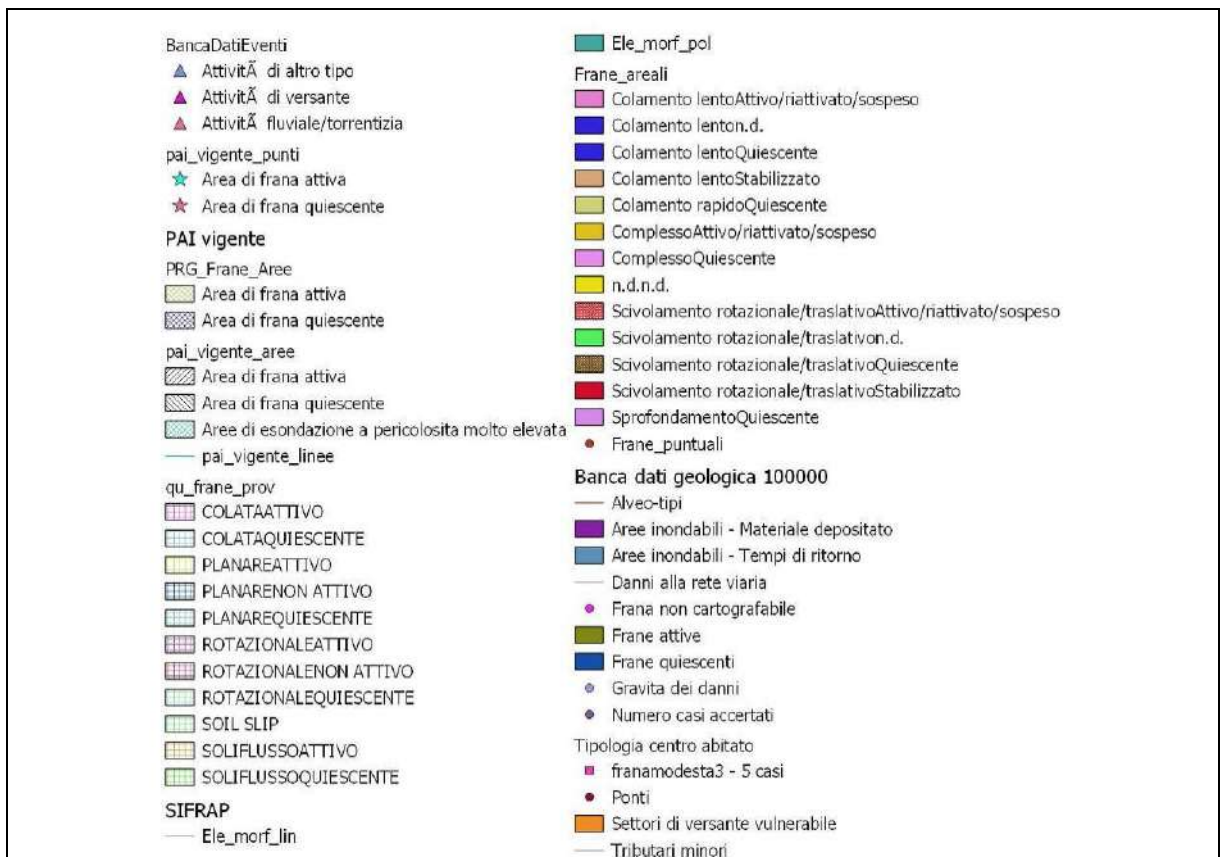
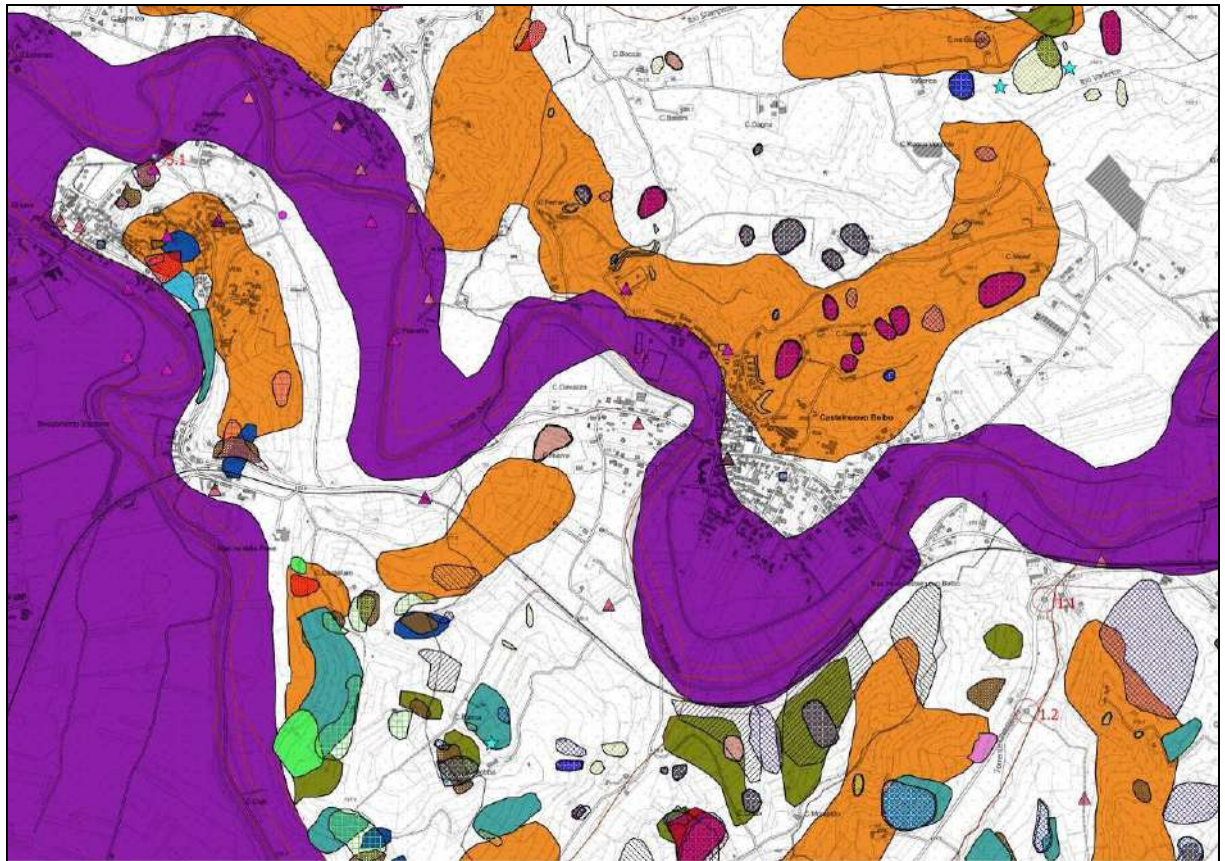
Cartografia geomorfologica allegata al PRGC del Comune di Mombaruzzo



| | | | |
|--|---|--------|--|
| Ex cava | | | |
| DISSESTI LEGATI ALLA DINAMICA FLUVIALE E TORRENTIZIA | | | |
| Tipi di processi prevalenti | Intensità del processo/ pericolosità | | |
| Lineari | Molto elevata | Ee_L | |
| | Elevata | Eb_L | |
| | Media/moderata | Em_L | |
| Areali | Molto elevata | Ee_A | |

Estratto della Carta geomorfologica dei dissesti, della dinamica fluviale e del reticolo idrografico minore allegata al PRGC di Quaranti





Carta delle banche dati geomorfologiche esaminate con legenda. In rosso cerchiato gli interventi in progetto con relativo codice

6 MODELLO GEOLOGICO: ASSETTO GEOMORFOLOGICO E LITOSTRATIGRAFICO LOCALE**RIO MOLINELLO-RIO GARBAZZOLA – COMUNE DI CALAMANDRANA - INT. 2.2-2.1****ASSETTO GEOMORFOLOGICO**

La scarpata spondale sinistra del Rio Molinello (int. 2.2) su cui si percorre in sommità la strada Di Frazione S. Vito, al limite SW del territorio comunale di Calamandrana, risulta interessata da un dissesto, circa 30 m a valle del ponte sul corso d'acqua.

In particolare la scarpata stradale che oltre il ciglio della viabile degrada verso il rio al piede, per un'altezza di circa 2,5-3 m, risulta collassata per un tratto di circa 20 m di lunghezza, con cedimento e danneggiamento del limite vallivo del corpo stradale, ribassato, con fratture del manto bituminoso, ma non asportato. Si prevede lungo la scarpata di valle la realizzazione di un consolidamento spondale tramite ripristino della scarpata sostenuta con una scogliera.

Il tratto spondale del Rio Garbazzola interessato (int. 2.1) si sviluppa invece all'estremità NE del territorio comunale, immediatamente a valle dell'attraversamento sul rio su cui si percorre strada Frazione Garbazzola (Str. Comunale dei Milani), per raggiungere la SP118 circa 60 m a NE. Analogamente la scarpata spondale sinistra posta a valle dell'opera di attraversamento presenta un cedimento spondale con svuotamento, ribassamento e accumulo al piede lungo l'alveo; cedimento che ha coinvolto anche la stradina sterrata posta in cima che segue l'andamento SE-NW del rio. Si prevede un consolidamento spondale a monte e a valle del ponticello tramite realizzazione di una scogliera.



Ripresa fotografica del tratto spondale in esame sul Rio Garbazzola (int. 2.1)



Ripresa fotografica del tratto spondale in esame sul Rio Molinello (int. 2.2)

ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO

L'indagine geognostica ha evidenziato la presenza di depositi alluvionali, costituiti da terreni sabbioso-limosi o limoso argillo-sabbiosi, da molto sciolti a sciolti, alternati, principalmente lungo il Rio Molinello (int.2.2) a locali e ripetuti livelli maggiormente grossolani (sabbie-ghiaioso-ciottolose) che restituiscono una maggior resistenza all'infissione penetrometrica. Lo spessore di tale orizzonte è stimabile in valori compresi tra circa 5 m (Rio Garbazzola, int. 2.1) e circa 10 m (Rio molinello, int. 2.2), variabili anche in relazione alla quota del piano campagna spondale di esecuzione dell'indagine, ribassata infatti di circa 1,5-2 m dalla sommità stradale del ponticello nel caso del sito del Rio Garbazzola. **(COMPLESSO 1)**.

Al di sotto dei depositi alluvionali si rinviene presumibilmente la porzione superficiale maggiormente alterata del substrato miocenico, rappresentato dai litotipi della Formazione delle Arenarie di Serravalle **(COMPLESSO 2A)**, con grado di alterazione in progressiva diminuzione con la profondità, costituita da sabbie limose e limi argillo-sabbiosi sciolti e mediamente addensati, di spessore contenuto al metro circa nel caso del sito del Rio Garbazzola (int.2.1), e più approfonditi nel caso del Rio Molinello (int.2.2), ove

raggiungono profondità di circa 12 m da p.c.

In profondità (oltre i c.ca 6 m nell'INT. 2.1 e i c.ca 12 m nell'intervento 2.2.) si passa al substrato a grado di alterazione trascurabile, costituito perlopiù da argille-marnose dure con potenziali intercalazioni arenacee (**COMPLESSO 2B**).

La Prova SCPT8 è stata attrezzata con micropiezometro fino alla profondità di circa 7,5 m da p.c. senza rilevare in data di indagine la presenza di acqua di falda.

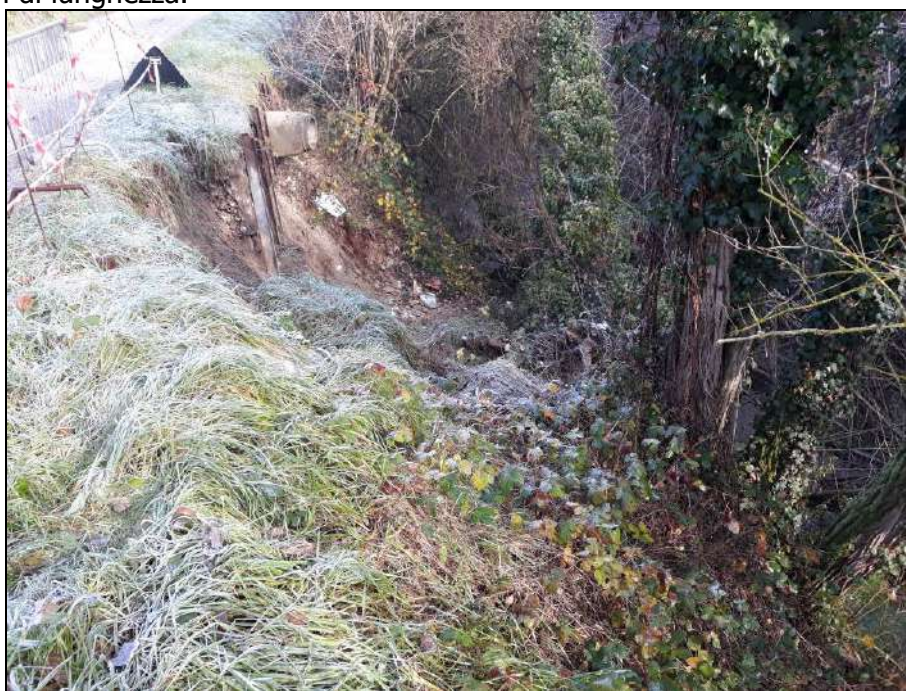
RIO CASALASCO – COMUNI DI FONTANILE INT.4.2 – CASTELLETTO MOLINA INT.3.3 – QUARANTI INT.8.1

ASSETTO GEOMORFOLOGICO

Gli interventi previsti lungo l'asta del Rio Casalasco sono perlopiù riferiti al consolidamento di dissesti e cedimenti spondali accusati dalle scarpate che si elevano dall'alveo del corso d'acqua.

In particolare partendo da monte, verso valle, il primo intervento sito, localizzato nel Comune di Fontanile (int.4.2), presso il ponte Zunchetto, mostra l'innescò di un dissesto della sponda sinistra, in un tratto già consolidato in precedenza tramite interventi di primo impiego quali putrelle approfondite nella scarpata spondale ad ora cedute. Il tratto in dissesto è localizzato tra l'ala del ponte e tali putrelle, per un dislivello spondale di circa 4-5 m.

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di una scogliera di consolidamento di circa 20 m di lunghezza.



Ripresa fotografica del tratto spondale in dissesto da S (int 4.2)

Il sito di Castelletto Molina (int.3.3), vede lo sviluppo di un dissesto analogo che ha comportato il collasso della scarpata spondale in sinistra idrografica all'alveo e del ciglio stradale posto in sommità, innescatosi a carico dei terreni superficiali di riporto e della coltre di alterazione, traslati verso il piede a valle, per un tratto di 15-20 m di lunghezza ed un'altezza della scarpata di circa 4 m.

Si prevede la realizzazione di una scogliera atta a consolidare e ripristinare quella già esistente lungo la scarpata, danneggiata.



Ripresa fotografica del tratto spondale in dissesto da NE (int 3.3)

Spostandosi verso valle, nel comune di Quaranti, si raggiunge il sito dell'int. 8.1, ove si rileva il ribaltamento del muro spondale posto in destra idrografica al rio, subito a monte dell'attraversamento esistente sullo stesso che rappresenta l'accesso all'Ex stabilimento produttivo posto in destra al rio; area che si raggiunge dalla SP45a passante alcune decine di metri a N.

Il tratto di muro ceduto mostra uno sviluppo longitudinale di circa 12 m, lungo un tratto spondale di altezza pari a circa 2,5-3 m.

Si prevede il ripristino dell'opera spondale tramite rifacimento della stessa sostituita da una scogliera di lunghezza di circa 15 m ed altezza di 3,5 m circa.



Ripresa fotografica del muro spondale ruotato a monte dell'attraversamento da SW (int 8.1)

ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO

L'indagine geognostica ha evidenziato lungo l'asta idrica del rio indagato, la presenza in superficie di un materasso alluvionale e depositi di riporto sommitali, costituiti da materiali granulari perlopiù sabbiosi (o sabbioso-ghiaiosi) in media molto sciolti, con presenza di ciottoli ed e blocchi arrotondati visibili in affioramento lungo l'alveo del corso d'acqua e le scarpate spondali denudate dai dissesti. Si denota un aumento della frazione grossolana ghiaioso-ciottolosa soprattutto alla base dell'intero orizzonte.

Tali depositi superficiali mostrano profondità comprese tra i 4 e i 8 m da p.c. di indagine, in aumento precedendo da monte lungo l'asta (int. 4.2) verso valle (int. 8.1).
(COMPLESSO 1)

In profondità si passa in modo netto al substrato miocenico rappresentato dai litotipi della Formazione Gessoso Solifera e dei Conglomerati di Cassano Spinola a grado di alterazione trascurabile, costituiti nell'area perlopiù da argille-marnose dure con potenziali intercalazioni arenaceo-conglomeratiche, a comportamento psudolitoide, tale da restituire il rifiuto all'infissione della strumentazione penetrometrica **(COMPLESSO 2B)**. L'incisione del corso d'acqua talora porta in affioramento tali materiali del substrato, come visibile nel sito di int. 4.2, con argille-marnose grigiastre esposte a fondo alveo, tipiche di tali formazioni.

La porzione più superficiale di tale substrato mostra in genere un orizzonte superiore di transizione maggiormente alterato di spessore molto contenuto, in media compreso entro massimi di 1 m circa, costituito da limi argillo-sabbiosi mediamente addensati e molto consistenti **(COMPLESSO 2A)**

Si precisa che l'improvvisa interruzione della prova nel sito 3.3 per rifiuto (ripetuta due volte con medesimo esito) a 4 m di profondità da p.c., non indica univocamente il raggiungimento del substrato pseudolapideo, ma potrebbe rappresentare l'intercettazione di blocchi grossolani, visibili in alveo a quota inferiore analoga; ipotesi da verificare in fase esecutiva.

Le prove penetrometriche sono state spinte fino al presumibile raggiungimento del substrato miocenico a grado di alterazione modesto ma che tale profondità è individuabile con precisione solo mediante esecuzione di sondaggio/i a carotaggio continuo e pertanto risulta da verificare in sede esecutiva in caso di realizzazione di fondazioni profonde.

RIO CERVINO – COMUNE DI MOMBARUZZO INT.7.2

ASSETTO GEOMORFOLOGICO

L'attraversamento interessato risulta localizzato sul Rio Cervino ricalcando il confine tra i Comuni di Maranzana a S e Mombaruzzo a N, lungo il percorso stradale di Via del Campo, che si imbecca dalla SP45 a NW.

In corrispondenza dell'opera si rileva, sul lato vallivo, la presenza di scogliere spondali lungo l'elevazione della sponda, di altezza pari a 2-3, in destra e sinistra idrografica, che hanno accusato cedimenti parziali tali da comprometterne la struttura e l'efficienza, come rimarcato dalla disposizione caotica e dalla stabilità critica dei blocchi che le compongono. L'intervento in progetto prevede pertanto il rifacimento delle scogliere, su entrambe le sponde, con ripristino del sedime del rio e parallela pulizia dei fossi che sul lato E della viabile confluiscono nel rio sul lato di valle del ponte.



Ripresa fotografica delle scogliere spondali in sponda destra (in alto) e sinistra (in basso) al Rio Cervino (int. 7.2)

ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO

L'esame dei diagrammi penetrometrici ha messo in evidenza in superficie la presenza di depositi alluvionali, costituiti da terreni sabbioso-limosi o limoso argillo-sabbiosi di color bruno ocra, da molto sciolti (fino a c.ca 3 m) a sciolti, il cui spessore è stimabile nel sito in circa 7-8 m dal piano campagna spondale di esecuzione delle indagini (**COMPLESSO 1**).

Al di sotto dei depositi alluvionali si rinviene presumibilmente la porzione superficiale maggiormente alterata del substrato pliocenico, rappresentato dai litotipi della Formazione delle Argille di Lugagnano (**COMPLESSO 2A**), con grado di alterazione in progressiva diminuzione con la profondità, costituita da limi argillo-sabbiosi, limi argillosi da consistenti a molto consistenti, tra le profondità di circa 8 e 9-10 m e dal p.c.

Oltre tali profondità il substrato pliocenico presenta un grado di alterazione modesto ed è costituito da limi argillosi – limi argillo-sabbiosi da molto consistenti a duri (**COMPLESSO 2B**).

T. GHERLOBBIA – COMUNE DI BRUNO - INT.1.1-1.2**ASSETTO GEOMORFOLOGICO**

I siti di intervento si collocano lungo il tratto vallivo del T. Gherlobbia, a direttrice circa NS, in vicinanza allo sbocco nel fondovalle principale del Belbo a N.

Procedendo da monte verso valle, il primo sito (int.1.2) è rappresentato dall'attraversamento sul Rio su cui si segue la strada minore che dalla SP28 si imbecca verso SE, e dalle sue immediate circostanze.

In particolare, sul lato vallivo dell'attraversamento, le sponde destra e sinistra hanno accusato lo sviluppo di forti fenomeni erosivi evoluti in dissesti superficiali a carico dei terreni superficiali della coltre di alterazione lungo le scarpate, operati, almeno in parte, dall'azione erosiva dei fossi di immissione in alveo provenienti dalle zone spondali sul lato vallivo della viabile, confluenti nel corso d'acqua subito a valle del ponte.

L'intervento in progetto qui prevede la realizzazione di scogliere spondali in destra e in sinistra a valle dell'attraversamento di difesa antierosiva per tratti di circa 10 m di lunghezza.



Ripresa fotografica delle scarpate spondali erose e in dissesto a valle dell'attraversamento (int. 1.2) riprese da monte (SW)

Passando al sito settentrionale (int. 1.1) si giunge all'attraversamento della SP28 da parte del torrente, rappresentato da una tubazione circolare corrugata posta al di sotto della viabile (tubo sider) di grande diametro (2 m circa).

Sul lato di monte dell'opera si rilevano, analogamente al caso precedente, evidenze di erosione puntuale e lineare lungo le scarpate spondali alla confluenza tra il fosso posto al piede della scarpata valliva E della SP e la sponda sinistra del torrente, confluenti subito a monte della tubazione di attraversamento.

Da progetto si prevede, in tal caso, il consolidamento del tubo sider sul lato di monte principalmente in sponda sinistra, ed il consolidamento delle scarpate del fosso affluente suddetto.



Ripresa fotografica della confluenza tra torrente Gherlobbia e fosso affluente in sinistra (in alto) e scarpata spondale sinistra del fosso denudata e erosa (in basso) (int. 1.1)

ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO

L'esame dei diagrammi penetrometrici lungo il tratto spondale di torrente indagato ha messo in evidenza lo spessore dei depositi alluvionali, costituiti da terreni sabbioso-limosi localmente limoso argillo-sabbiosi molto sciolti, stimabile nel sito in 4 – 5 m dal piano campagna spondale di indagine (**COMPLESSO 1**).

Al di sotto dei depositi alluvionali si rinviene la porzione superficiale alterata del substrato pliocenico della Formazione delle Sabbie di Asti (**COMPLESSO 2A**), con grado di alterazione in progressiva diminuzione con la profondità, costituita da sabbie limose e limi argillo-sabbiosi in genere mediamente addensate/i fino a profondità di circa 10-11 m dal p.c. di indagine.

A profondità maggiori tale substrato si presenta costituito da sabbie limose e limi argillo-sabbiosi addensati (**COMPLESSO 2B**).

T. BELBO – COMUNE DI INCISA SCAPACCINO – INT. 5.1**ASSETTO GEOMORFOLOGICO**

Il sito ove localizzato il piazzale adibito a parcheggio adiacente il cimitero di Incisa Scapaccino, si colloca al piede del versante collinare su cui sorge la parte alta del centro comunale; pendio esposto a NNW e direttamente affacciato alla base su di un ampio meandro del Belbo, qui addossato al piede del versante.

Il parcheggio in esame è pertanto posto su di un piano terrazzato di transizione tra l'alveo del Belbo ed il versante collinare di monte. Tale settore è verosimilmente ottenuto antropicamente, già in ambito di versante lungo la fascia basale, con lo sbancamento a monte operato per il taglio stradale della SP51 adiacente e riporto verso valle a definire il rilevato su cui si sviluppa il piazzale adibito a parcheggio, oltre il cui ciglio vallivo si sviluppa pertanto una scarpata acclive di altezza pari a circa 15 m che discende bruscamente verso l'alveo del Torrente, posto direttamente al piede.

Tale scarpata spondale destra accusa pertanto dissesti e cedimenti arretrati in cima fino al ciglio vallivo del parcheggio, soggetto a ribassamenti e lesioni del manto superficiale; fenomeni per cui si prevede un consolidamento e difesa spondale tramite terre armate.



Ripresa fotografica della scarpata valliva dell'area adibita a parcheggio da NE

ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO

L'esame dei diagrammi penetrometrici individua lungo il tratto centrale-vallivo del piazzale adibito a parcheggio un notevole spessore di depositi della coltre di alterazione e/o di riporto sommitali a scadenti proprietà geotecniche rinvenuti fino a profondità in media di circa 8-10 m, con minimi locali di circa 6 m lungo il settore più interno di monte (SCPT12) e massimi all'estremità valliva NE di 9-11 m, ove maggiormente sviluppato il rilevato di riporto sommitale. Si tratta di terreni sabbioso-limosi localmente limoso argillo-sabbiosi molto sciolti/sciolti (**COMPLESSO 1**) con possibile presenza di orizzonti a pezzatura più grossolana.

Al di sotto dei depositi superficiali di riporto/alterazione si rinviene la porzione superficiale alterata del substrato pliocenico della Formazione delle Sabbie di Asti (**COMPLESSO 2A**), con grado di alterazione in progressiva diminuzione con la profondità, costituita da sabbie limose e limi argillo-sabbiosi in genere mediamente addensate/i fino a profondità di circa 12-14 m dal p.c. di indagine, e spessori variabili da 2 a 5 m.

A profondità maggiori tale substrato si presenta addensato, con caratteristiche pseudolitoidi dovute alla parziale cementazione e al contenuto in fini, costituito da sabbie limose e limi argillo-sabbiosi addensati (**COMPLESSO 2B**).

La verticale SCPT11 è stata attrezzata a micropiezometro fino alla profondità di circa 7 m da p.c. (profondità di collasso del foro) senza rilevare acqua di falda in fase di indagine.

7 MODELLO GEOLOGICO: ASSETTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrogeologico il materasso alluvionale, rinvenuto nei siti localizzati in corrispondenza degli alvei e relative sponde/attraversamenti e costituito pertanto da depositi prevalentemente sabbioso-limosi, rappresenta un corpo acquifero permeabile per porosità, caratterizzato dalla presenza di una falda libera in equilibrio idrodinamico con il reticolo idrografico superficiale.

Il limite di base della falda freatica è rappresentato dal substrato pliocenico e miocenico-oligocenico che rappresenta un limite di permeabilità basale confinante la falda superficiale. Il substrato pliocenico limoso-sabbioso-argilloso risulta caratterizzato da orizzonti interessati da falde confinate-semiconfinate, in relazione al contenuto in fini, ospitate negli orizzonti a maggior frazione sabbiosa a permeabilità più elevata.

I materiali marnoso-arenaeco-conglomeratici pseudolapidei del substrato oligocenico e miocenico risultano costituiti da litologie fini e cementate a permeabilità da nulla a bassa, che confinano la potenziale falda superficiale, con potenziali orizzonti acquiferi semiconfinati-confinati contenuti agli orizzonti più fratturati ed ai livelli meno cementati maggiormente grossolani sabbioso-ghiaiosi.

Ove i siti sono localizzati in ambito di versante alla base degli stessi (Incisa Scapaccino), stante l'assetto geomorfologico e litostratigrafico delineato, le acque meteoriche tendono a defluire superficialmente e ad infiltrarsi all'interno della coltre eluvio-colluviale e/o dei riporti per poi scorrere all'interfaccia con il substrato poco o nulla alterato sottostante. In occasione di periodi piovosi è pertanto possibile che si instauri all'interno dei terreni della coltre e/o riporto la presenza di una falda sospesa, temporanea.

Nel sito adibito a parcheggio di Incisa Scapaccino (int. 5.1) si è rilevato in fase di indagine la possibile presenza localizzata di acqua di falda sospesa/temporanea negli ultimi metri indagati (oltre i 10 m circa da p.c.), non rinvenuta dalla strumentazione piezometrica installata a causa del collasso generale dei fori a profondità minori.

8 PROPRIETA' FISICHE E MECCANICHE DEI TERRENI

Si forniscono di seguito le caratteristiche fisico-meccaniche medie dei terreni riscontrati nei siti esaminati così come ricavate dall'elaborazione ed interpretazione delle indagini eseguite.

Si rammenta che la scelta del valore caratteristico ai fini progettuali dovrà avvenire in due fasi:

- identificazione del parametro geotecnico appropriato ai fini progettuali;
- valutazione del valore caratteristico del parametro (Valore minimo, valore medio)

La scelta dei valori caratteristici dovrà pertanto derivare da una stima cautelativa, effettuata dal progettista, del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato.

RIO MOLINELLO – COMUNE DI CALAMANDRANA - INT.2.2 -INT. 2.1

COMPLESSO 1: Terreni di riporto e alluvionali (fino a 5 m–INT. 2.1 e 10 m – INT. 2.2 da p.c.)

Terreni sabbioso-limosi o limoso argillo-sabbiosi, da molto sciolti a sciolti, alternati a locali e ripetuti livelli maggiormente grossolani (sabbie-ghiaiose);

| | |
|--------------------------------|---|
| Peso di volume | $\gamma \approx 1,6 - 1,8 \text{ t/mc}$ |
| Coesione efficace | $c' = 0 \text{ kpa}$ |
| Angolo di resistenza al taglio | $\phi = 23^\circ - 26^\circ$ |

COMPLESSO 2A: Substrato miocenico alterato (fino a 6 m – INT. 2.1 e 12 m–INT 2.2 da p.c.)

sabbie limose e limi argillo-sabbiosi da sciolti a mediamente addensati

| | |
|--------------------------------|---|
| Peso di volume | $\gamma \approx 1,7 - 1,9 \text{ t/mc}$ |
| Coesione efficace | $c' = 0 - 5 \text{ kpa}$ |
| Angolo di resistenza al taglio | $\phi = 24^\circ - 27^\circ$ |

COMPLESSO 2B: Substrato miocenico litoide/pseudolitoide

Marne-argillose con alternanze arenacee (derivata da "Le marne argillose oligo-mioceniche delle "Langhe": classificazione geotecnica preliminare" - F.Compagnoni, F.Forlati, G.Susella, F.Tamberlani – 1995)

| | |
|---|-----------------------------------|
| peso di volume | $\gamma_n = 2,0-2,2 \text{ t/mc}$ |
| Angolo di resistenza al taglio di picco | circa $30 \pm 3^\circ$ |
| coesione | $0,1-0,3 \text{ kg/cmq}$ |
| coesione non drenata | $C_u = 300 \text{ kpa}$ |

RIO CASALASCO – COMUNI DI FONTANILE (INT.4.2) – CASTELLETTO MOLINA (3.3) – QUARANTI (8.1)

COMPLESSO 1 - Terreni di riporto e depositi alluvionali (fino a 4-8 m da p.c.)

Sabbie-limose e limi-sabbiosi molto sciolti

| | |
|--------------------------|-------------------------------------|
| peso di volume naturale | $\gamma_n = 1,6 - 1,8 \text{ t/mc}$ |
| Coesione efficace | $c' = 0 \text{ Kpa}$ |
| Angolo di res. al taglio | $\phi' = 24^\circ - 27^\circ$ |

COMPLESSO 2A: Substrato mio-pliocenico marnoso-arenaceo alterato (spessore metrico)

Limi argillo-sabbiosi mediamente addensati e molto consistenti

peso di volume naturale $\gamma_n = 1,8 - 2,0 \text{ t/mc}$

coesione efficace $c' = 0 - 5 \text{ kPa}$

Angolo di resistenza al taglio $\phi = 22^\circ - 25^\circ$

Coesione non drenata $C_u = 100 - 200 \text{ kPa}$

COMPLESSO 2B: Substrato mio-pliocenico marnoso-arenaceo

Alternanze di marne sabbiose con sabbie o arenarie marnose dure

peso di volume naturale $\gamma_n = 1,9 - 2,1 \text{ t/mc}$

coesione efficace (facies marnosa) $(c') = 10 - 30 \text{ kPa}$

Angolo di resistenza al taglio (facies marnosa) $\phi = 27^\circ - 30^\circ$

coesione non drenata (facies marnosa) $(c_u) = 300 \text{ kPa}$

coesione efficace (facies sabbiosa) $(c') = 0 - 15 \text{ kPa}$

Angolo di resistenza al taglio (facies sabbiosa) $\phi = 30^\circ - 35^\circ$

RIO CERVINO – COMUNE DI MOMBARUZZO - INT. 7.2

COMPLESSO 1: Depositi alluvionali (fino a 7-8 m da p.c.)

Sabbie limose e limi sabbioso-argillosi da molto sciolte/i a sciolte/i

Peso di volume $\gamma_n \approx 1,6 - 1,8 \text{ t/mc}$

Angolo di resistenza al taglio $\Phi' = 23^\circ - 26^\circ$

Coesione efficace $c' \approx 0 \text{ KPa}$

COMPLESSO 2A – Substrato pliocenico alterato (Argille di Lugagnano) (fino 9 m da p.c.)

Limi argillo-sabbiosi, limi argillosi, da consistenti a molto consistenti

Peso di volume $\gamma_n \approx 1,8 - 2,0 \text{ t/mc}$

Angolo di resistenza al taglio $\Phi' = 22^\circ - 25^\circ$

Coesione efficace $c' = 0 - 5 \text{ Kpa}$

Coesione non drenata $c_u = 50 - 150 \text{ Kpa}$

COMPLESSO 2B – Substrato pliocenico a modesto grado di alterazione (Argille di Lugagnano)

Limi argillo-sabbiosi, limi argillosi da molto consistenti a duri

peso di volume naturale $\gamma_n = 1,9 - 2,1 \text{ t/mc}$

Angolo di resistenza al taglio $\phi = 22^\circ - 25^\circ$

Coesione efficace $c' = 5 - 15 \text{ Kpa}$

Coesione non drenata $c_u \geq 150 \text{ Kpa}$

T. GHERLOBBIA – COMUNE DI BRUNO - INT.1.1-1.2 e T. BELBO – INCISA SCAPACCINO 5.1

COMPLESSO 1: Depositi alluvionali (fino a 4-5 m da p.c. Bruno) e terreni della coltre di alterazione/riporto sommitali (fino a 6-9/11 m Incisa Scapaccino)

Sabbie limose e Limi sabbiosi/argillo-sabbiosi molto sciolti

Peso di volume $\gamma = 1,6 - 1,8 \text{ t/mc}$

Angolo di resistenza al taglio $\phi' = 23^\circ - 26^\circ$

Coesione efficace $c' \approx 0 \text{ kpa}$

COMPLESSO 2 – Substrato pliocenico alterato (Sabbie di Asti) (fino 10-11 m da p.c. Bruno, 11-13 m Incisa Scapaccino)

Sabbie limose, limi argillo-sabbiosi mediamente addensati

peso di volume naturale

$$\gamma_n = 1,7 - 1,9 \text{ t/mc}$$

Coesione efficace

$$c' = 0 - 5 \text{ Kpa}$$

Angolo di res. al taglio

$$\phi = 24^\circ - 27^\circ$$

Coesione non drenata

$$c_u = 50 - 100 \text{ Kpa}$$

COMPLESSO 2B – Substrato pliocenico a modesto grado di alterazione (Sabbie di Asti)

Sabbie limose, limi argillo-sabbiosi addensati

peso di volume naturale

$$\gamma_n = 1,9 - 2,1 \text{ t/mc}$$

coesione efficace

$$(c') = 5 - 15 \text{ kPa}$$

Angolo di resistenza al taglio

$$\phi = 25^\circ - 28^\circ$$

Coesione non drenata

$$C_u \geq 200 \text{ Kpa}$$

9 CLASSIFICAZIONE E VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'Ordinanza P.C.M. n° 3519 del 28/04/2006 riferita a sua volta all'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20/03/03, come aggiornata ai sensi della DGR n. 6-887 del 30.12.2019 classifica i Comuni di Bruno (AT), Calamandrana (AT), Castelletto Molina (AT), Fontanile (AT) e Incisa Scapaccino (AT) in Zona sismica 4, mentre i Comuni di Mombaruzzo (AT) e Quaranti (AT) in Zona sismica 3.

Le NTC 2008 hanno introdotto il sisma di progetto per ogni punto del territorio nazionale trattando il sisma per ogni punto di riferimento come una variabile aleatoria.

Per la determinazione dei parametri iniziali di accelerazione su suolo rigido si fa riferimento al software Spettri di risposta Ver. 1.0.3 elaborato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici che consente di ricavare gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale tramite l'individuazione della relativa pericolosità sismica direttamente da coordinate geografiche.

Secondo le NTC 2018, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel paragrafo 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_S . La Circolare 21/01/2019 n° 7 del C.S.LL.PP. precisa che "i metodi semplificati possono essere adoperati solo se l'azione sismica in superficie è descritta dall'accelerazione massima o dallo spettro elastico; non possono cioè essere adoperati se l'azione sismica in superficie è descritta mediante storie temporali del moto del terreno".

Laddove il progettista rispetti in fase progettuale tali indicazioni della circolare possono quindi ricorrere i presupposti geologici (condizioni stratigrafiche e proprietà dei terreni chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II) per il ricorso ai metodi semplificati.

Le NTC 2018 prevedono l'esecuzione di indagini di vario tipo per la definizione del parametro V_S (Prove down e cross hole, MASW, SASW, dilatometro sismico DMTS, Sismica passiva (es. Tromino®), correlazioni di comprovata affidabilità con prove penetrometriche dinamiche o statiche, ecc.).

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

Dove H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$.

Si è provveduto alla valutazione dei valori di V_S tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati delle prove penetrometriche dinamiche realizzate nei vari siti.

Si forniscono di seguito i valori di a_g , F_0 e T_c^* riferiti al sito in esame (parametri iniziali di accelerazione su suolo rigido) ricavati attraverso coordinate geografiche, la categoria di sottosuolo dedotta dalle relazioni di correlazione con i risultati delle prove penetrometriche eseguite, e le relative categorie topografiche.

Tali informazioni potranno essere utilizzate per la definizione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica SS e CC a partire dalla pericolosità sismica di base in riferimento alle diverse probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|---|
| A | <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 | <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> |
| C | <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> |
| D | <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> |
| E | <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> |

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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

RIO MOLINELLO – COMUNE DI CALAMANDRANA - INT.2.2

Per il sito in esame si sono utilizzate le seguenti coordinate WGS84 medie

Lat. 44.722189

Long. 8.325171

| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0.018 | 2.605 | 0.160 |
| 50 | 0.022 | 2.572 | 0.187 |
| 72 | 0.026 | 2.624 | 0.198 |
| 101 | 0.030 | 2.617 | 0.214 |
| 140 | 0.033 | 2.629 | 0.228 |
| 201 | 0.037 | 2.638 | 0.253 |
| 475 | 0.048 | 2.635 | 0.292 |
| 975 | 0.058 | 2.730 | 0.310 |
| 2475 | 0.075 | 2.811 | 0.321 |

Il sito risulta localizzato su sottosuolo di categoria C ovvero tra i *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato pari a 30 m, caratterizzata da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s"*.

La **categoria topografica** ai sensi del punto 3.2.2 NTC 2008 è la **T1** (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media < 15°).

RIO GARBAZZOLA – COMUNE DI CALAMANDRANA - INT.2.1

Per il sito in esame si sono utilizzate le seguenti coordinate WGS84 medie

Lat. 44.735290

Long. 8.355695

| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0.017 | 2.599 | 0.160 |
| 50 | 0.022 | 2.564 | 0.188 |
| 72 | 0.026 | 2.617 | 0.198 |
| 101 | 0.030 | 2.608 | 0.215 |
| 140 | 0.033 | 2.620 | 0.229 |
| 201 | 0.037 | 2.631 | 0.254 |
| 475 | 0.049 | 2.623 | 0.291 |
| 975 | 0.060 | 2.702 | 0.310 |
| 2475 | 0.078 | 2.766 | 0.319 |

Il sito risulta localizzato su sottosuolo di categoria C ovvero tra i *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato pari a 30 m, caratterizzata da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s"*.

La **categoria topografica** ai sensi del punto 3.2.2 NTC 2008 è la **T1** (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media < 15°).

RIO CASALASCO – COMUNI DI FONTANILE (INT.4.2) – CASTELLETTO MOLINA (INT.3.3) – QUARANTI (INT.8.1)

Per i siti in esame si sono utilizzate le seguenti coordinate WGS84 medie

INT. 4.2

Lat. 44.740014
Long. 8.415602

| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0.018 | 2.585 | 0.160 |
| 50 | 0.023 | 2.550 | 0.188 |
| 72 | 0.027 | 2.593 | 0.201 |
| 101 | 0.031 | 2.585 | 0.217 |
| 140 | 0.034 | 2.598 | 0.231 |
| 201 | 0.039 | 2.610 | 0.255 |
| 475 | 0.052 | 2.592 | 0.288 |
| 975 | 0.066 | 2.602 | 0.305 |
| 2475 | 0.089 | 2.614 | 0.313 |

INT. 3.3

Lat. 44.742264
Long. 8.430183

| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0.018 | 2.581 | 0.160 |
| 50 | 0.023 | 2.548 | 0.188 |
| 72 | 0.027 | 2.586 | 0.202 |
| 101 | 0.031 | 2.579 | 0.218 |
| 140 | 0.035 | 2.593 | 0.232 |
| 201 | 0.039 | 2.602 | 0.256 |
| 475 | 0.053 | 2.585 | 0.287 |
| 975 | 0.068 | 2.585 | 0.303 |
| 2475 | 0.092 | 2.586 | 0.311 |

INT. 8.1

Lat. 44.755540
Long. 8.442687

| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0.018 | 2.577 | 0.160 |
| 50 | 0.023 | 2.546 | 0.189 |
| 72 | 0.027 | 2.580 | 0.203 |
| 101 | 0.031 | 2.575 | 0.219 |
| 140 | 0.035 | 2.589 | 0.233 |
| 201 | 0.039 | 2.594 | 0.256 |
| 475 | 0.054 | 2.581 | 0.286 |
| 975 | 0.069 | 2.580 | 0.300 |
| 2475 | 0.095 | 2.574 | 0.307 |

I siti risultano localizzati su sottosuolo di categoria C ovvero tra i *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato pari a 30 m, caratterizzata da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s"*.

La **categoria topografica** ai sensi del punto 3.2.2 NTC 2008 è la **T1** (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media < 15°).

RIO CERVINO – COMUNE DI MOMBARUZZO - INT. 7.2

Per il sito in esame si sono utilizzate le seguenti coordinate WGS84 medie

Lat. 44.766164

Long. 8.472503

| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0.018 | 2.568 | 0.161 |
| 50 | 0.023 | 2.540 | 0.189 |
| 72 | 0.028 | 2.564 | 0.205 |
| 101 | 0.032 | 2.563 | 0.220 |
| 140 | 0.036 | 2.578 | 0.235 |
| 201 | 0.040 | 2.576 | 0.258 |
| 475 | 0.056 | 2.568 | 0.284 |
| 975 | 0.072 | 2.560 | 0.293 |
| 2475 | 0.101 | 2.537 | 0.299 |

Il sito risulta localizzato su sottosuolo di categoria C ovvero tra i *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato pari a 30 m, caratterizzata da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s"*.

La **categoria topografica** ai sensi del punto 3.2.2 NTC 2008 è la **T2** (pendii con inclinazione media > 15°).

T. GHERLOBBIA – COMUNE DI BRUNO - INT.1.1-1.2

Per i siti in esame si sono utilizzate le seguenti coordinate WGS84 medie

INT. 1.2

Lat. 44.792854
Long. 8.425144

| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0.017 | 2.578 | 0.160 |
| 50 | 0.022 | 2.543 | 0.189 |
| 72 | 0.026 | 2.594 | 0.201 |
| 101 | 0.030 | 2.583 | 0.217 |
| 140 | 0.034 | 2.598 | 0.230 |
| 201 | 0.038 | 2.609 | 0.254 |
| 475 | 0.052 | 2.597 | 0.286 |
| 975 | 0.065 | 2.613 | 0.302 |
| 2475 | 0.087 | 2.629 | 0.311 |

INT. 1.1

Lat. 44.796580
Long. 8.426023

| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0.017 | 2.577 | 0.161 |
| 50 | 0.022 | 2.542 | 0.189 |
| 72 | 0.026 | 2.593 | 0.201 |
| 101 | 0.030 | 2.583 | 0.217 |
| 140 | 0.034 | 2.598 | 0.230 |
| 201 | 0.038 | 2.609 | 0.254 |
| 475 | 0.051 | 2.597 | 0.286 |
| 975 | 0.064 | 2.615 | 0.302 |
| 2475 | 0.087 | 2.633 | 0.311 |

I siti risultano localizzati su sottosuolo di categoria C ovvero tra i *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato pari a 30 m, caratterizzata da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s"*.

La **categoria topografica** ai sensi del punto 3.2.2 NTC 2008 è la **T1** (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media < 15°).

T. BELBO – COMUNE DI INCISA SCAPACCINO – INT. 5.1

Per il sito in esame si sono utilizzate le seguenti coordinate WGS84 medie

Lat. 44.811035

Long. 8.384463

| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0.017 | 2.586 | 0.160 |
| 50 | 0.022 | 2.550 | 0.189 |
| 72 | 0.026 | 2.608 | 0.199 |
| 101 | 0.029 | 2.602 | 0.215 |
| 140 | 0.033 | 2.615 | 0.228 |
| 201 | 0.037 | 2.627 | 0.252 |
| 475 | 0.049 | 2.624 | 0.287 |
| 975 | 0.060 | 2.676 | 0.305 |
| 2475 | 0.078 | 2.730 | 0.315 |

Il sito risulta localizzato su sottosuolo di categoria C ovvero tra i *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato pari a 30 m, caratterizzata da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s"*.

La **categoria topografica** ai sensi del punto 3.2.2 NTC 2008 è la **T2** (pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$).

10 CONCLUSIONI ED INDICAZIONI PROGETTUALI

Le indagini e studi condotti hanno fornito le risultanze riassunte nei precedenti capitoli a cui si fa puntuale rimando.

In merito alla progettazione e realizzazione delle opere di consolidamento spondale previste, il relativo dimensionamento e la scelta della più adeguata tipologia fondazionale dovrà essere valutata dal progettista sulla base di un corretto dimensionamento strutturale e geotecnico delle opere, basato sulle verifiche previste per legge (rif.to D.M. 17/01/2018).

In particolare, in merito alla realizzazione delle terre armate (Intervento 5.1 – Comune di Incisa Scapaccino), si rammenta che le verifiche da effettuare saranno di tipo interno (verifica di resistenza dei rinforzi, verifica allo sfilamento, verifica allo scorrimento e verifica dell'eventuale risvolto) e di tipo esterno (verifica di scivolamento, di ribaltamento, di capacità portante e di stabilità globale opera-pendio) in ossequio a quanto previsto dalla normativa vigente.

Per garantire la stabilità dei fronti di scavo, garantire le condizioni di sicurezza alle maestranze e evitare danni ai manufatti prossimi agli interventi (es. sedi stradali) dovrà essere valutato e verificato a norma di legge il più corretto sistema di avanzamento in relazione all'entità di scavo ed ai materiali interessati dal medesimo; sarà comunque necessario procedere sempre al repentino risarcimento degli scavi al fine di evitare nel medio-lungo termine problematiche di instabilità ai terreni ed infrastrutture localizzati in prossimità dei siti.

Dovrà essere garantita una corretta regimazione delle acque meteoriche afferenti da monte e a tergo delle opere, e dovranno essere perlomeno mantenute le condizioni di deflusso in alveo lungo i tratti spondali oggetto di consolidamento, evitando restringimenti e riduzioni della sezione di deflusso.

Si raccomanda alla D.L. di verificare in corso d'opera l'effettiva corrispondenza del modello geologico-geotecnico testè ipotizzato con lo stato di fatto adeguando, se del caso, le opere in progetto alle nuove evidenze, eventualmente anche mediante preventivo consulto con lo scrivente.

ALLEGATI

Committente : Com. Col. Vigne e Vini
Località : Quaranti - Rio Casalasco

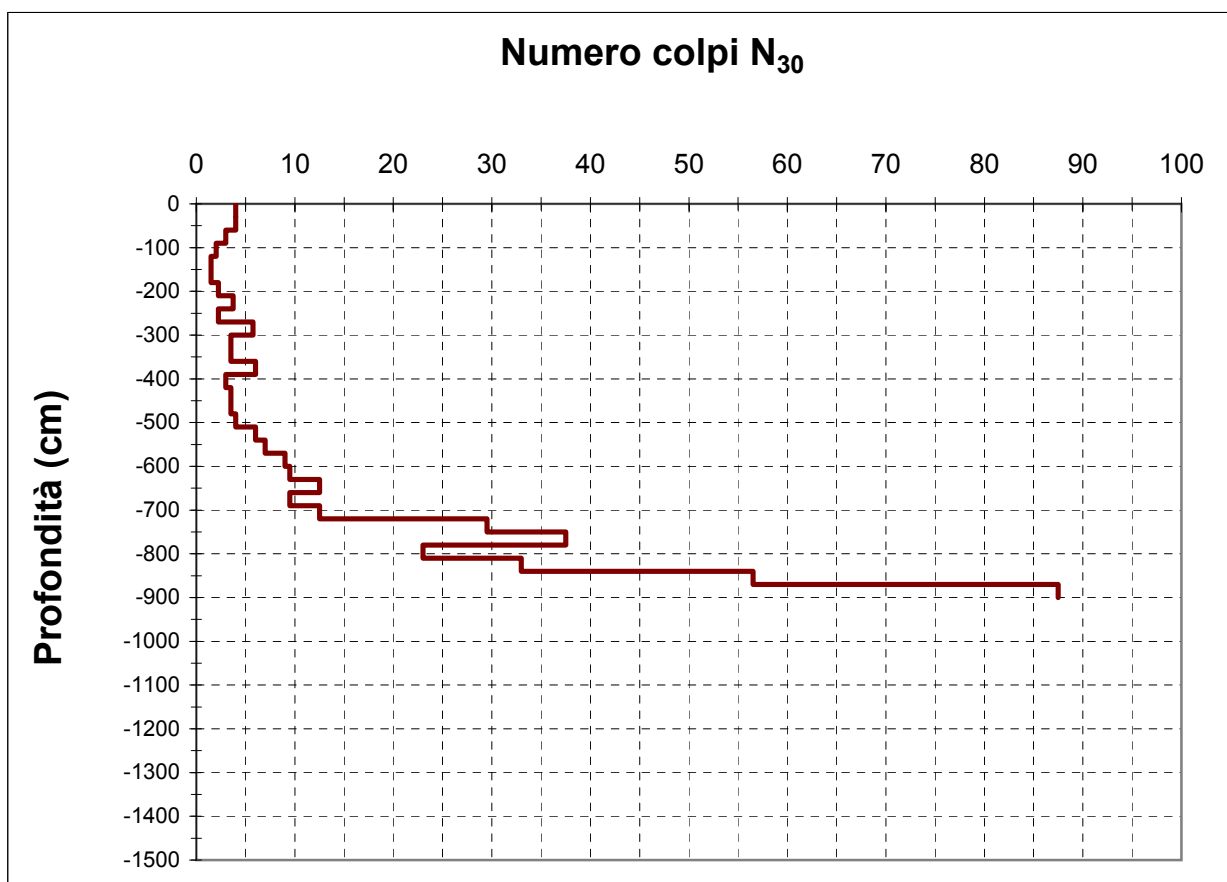
Cantiere : Intervento 8.1
Data : 5/12/2019

Prova n° 1

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata
Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | 510 | 4 | 1020 | | 1530 | |
| 30 | 4 | 540 | 6 | 1050 | | 1560 | |
| 60 | 4 | 570 | 7 | 1080 | | 1590 | |
| 90 | 3 | 600 | 9 | 1110 | | 1620 | |
| 120 | 2 | 630 | 9,5 | 1140 | | 1650 | |
| 150 | 1,5 | 660 | 12,5 | 1170 | | 1680 | |
| 180 | 1,5 | 690 | 9,5 | 1200 | | 1710 | |
| 210 | 2,25 | 720 | 12,5 | 1230 | | 1740 | |
| 240 | 3,75 | 750 | 29,5 | 1260 | | 1770 | |
| 270 | 2,25 | 780 | 37,5 | 1290 | | 1800 | |
| 300 | 5,75 | 810 | 23 | 1320 | | 1830 | |
| 330 | 3,5 | 840 | 33 | 1350 | | 1860 | |
| 360 | 3,5 | 870 | 56,5 | 1380 | | 1890 | |
| 390 | 6 | 900 | 87,5 | 1410 | | 1920 | |
| 420 | 3 | 930 | | 1440 | | 1950 | |
| 450 | 3,5 | 960 | | 1470 | | 1980 | |
| 480 | 3,5 | 990 | | 1500 | | 2010 | |



Committente : Com. Col. Vigne e Vini
Località : Castelletto M. - Rio Casalasco

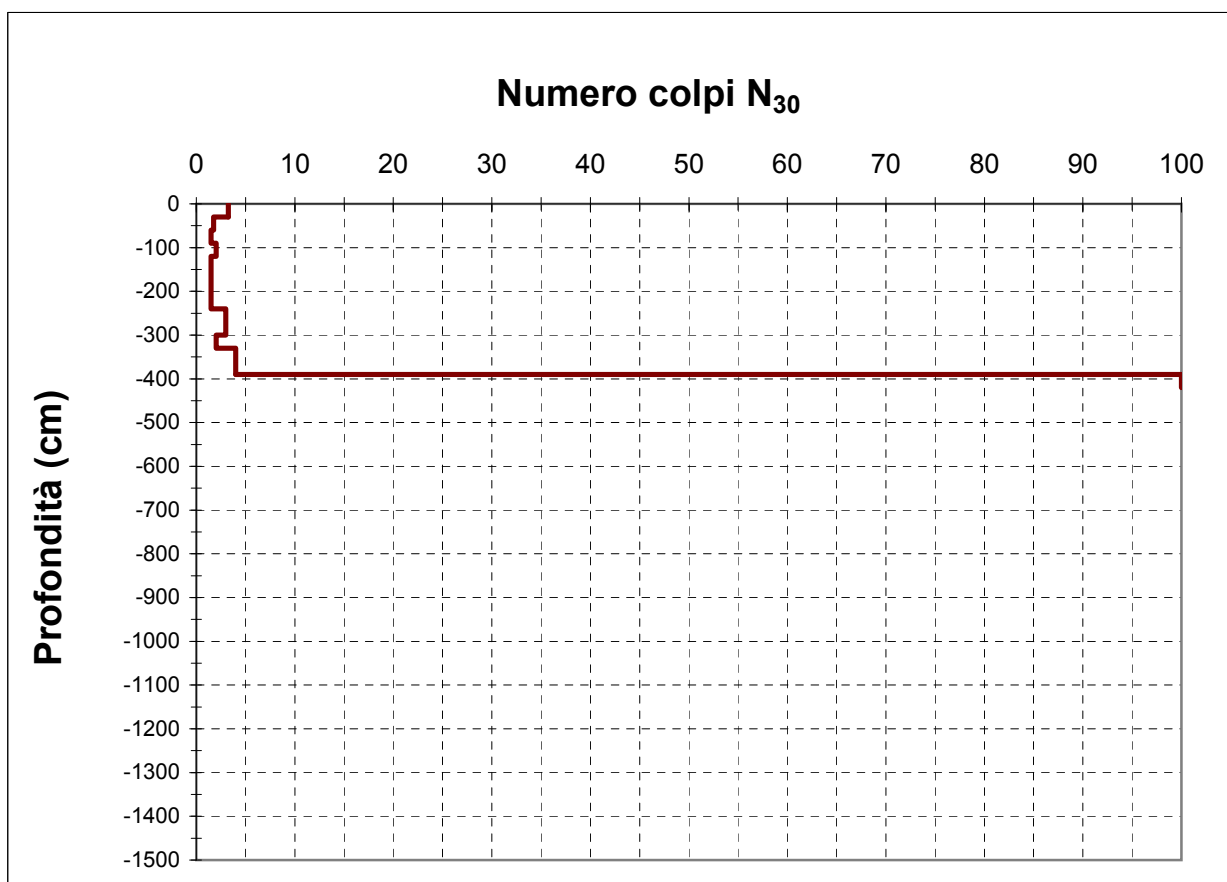
Cantiere : Intervento 3.3
Data : 5/12/2019

Prova n° 2

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata
Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | 510 | | 1020 | | 1530 | |
| 30 | 3,25 | 540 | | 1050 | | 1560 | |
| 60 | 1,75 | 570 | | 1080 | | 1590 | |
| 90 | 1,5 | 600 | | 1110 | | 1620 | |
| 120 | 2 | 630 | | 1140 | | 1650 | |
| 150 | 1,5 | 660 | | 1170 | | 1680 | |
| 180 | 1,5 | 690 | | 1200 | | 1710 | |
| 210 | 1,5 | 720 | | 1230 | | 1740 | |
| 240 | 1,5 | 750 | | 1260 | | 1770 | |
| 270 | 3 | 780 | | 1290 | | 1800 | |
| 300 | 3 | 810 | | 1320 | | 1830 | |
| 330 | 2 | 840 | | 1350 | | 1860 | |
| 360 | 4 | 870 | | 1380 | | 1890 | |
| 390 | 4 | 900 | | 1410 | | 1920 | |
| 420 | 100 | 930 | | 1440 | | 1950 | |
| 450 | | 960 | | 1470 | | 1980 | |
| 480 | | 990 | | 1500 | | 2010 | |



Committente : Com. Col. Vigne e Vini
Località : Fontanile - Rio Casalasco

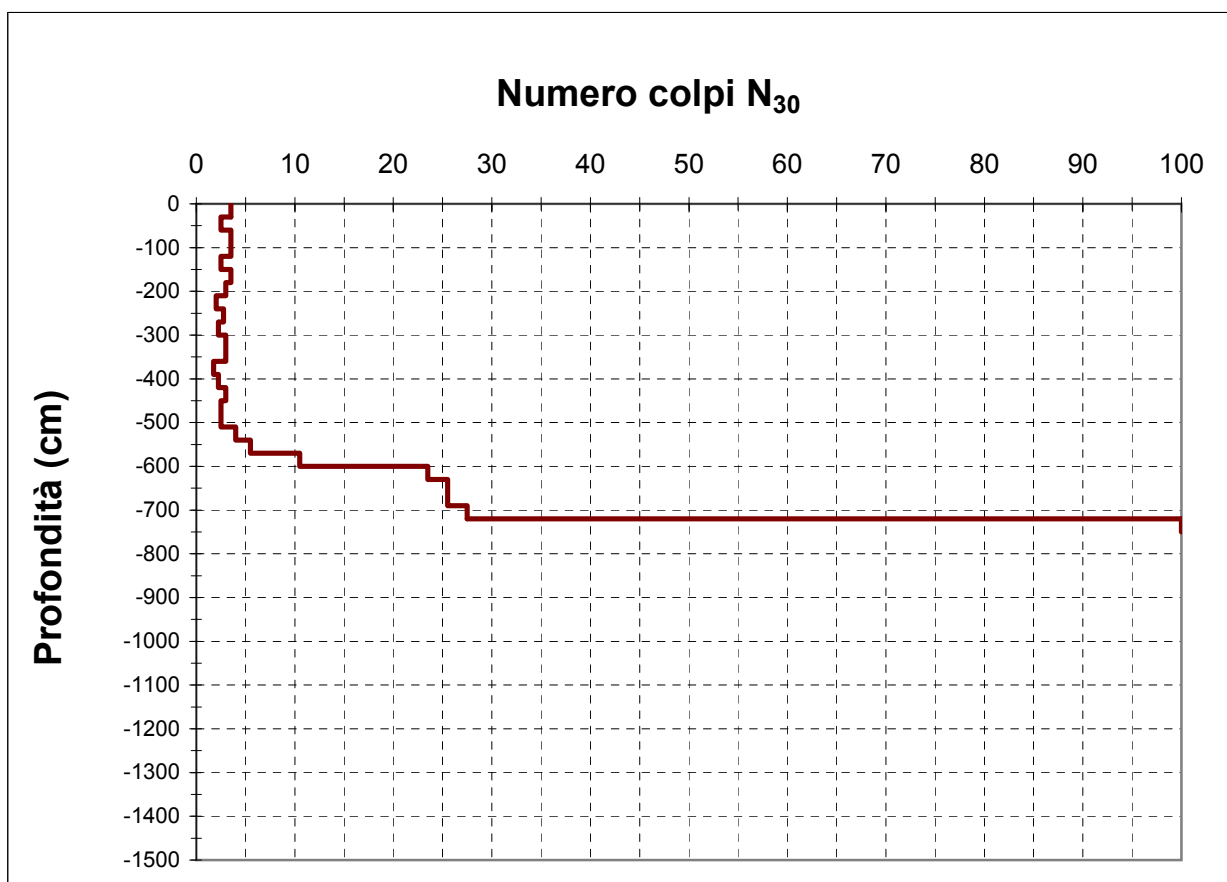
Cantiere : Intervento 4.2
Data : 5/12/2019

Prova n° 3

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata
Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | 510 | 2,5 | 1020 | | 1530 | |
| 30 | 3,5 | 540 | 4 | 1050 | | 1560 | |
| 60 | 2,5 | 570 | 5,5 | 1080 | | 1590 | |
| 90 | 3,5 | 600 | 10,5 | 1110 | | 1620 | |
| 120 | 3,5 | 630 | 23,5 | 1140 | | 1650 | |
| 150 | 2,5 | 660 | 25,5 | 1170 | | 1680 | |
| 180 | 3,5 | 690 | 25,5 | 1200 | | 1710 | |
| 210 | 3 | 720 | 27,5 | 1230 | | 1740 | |
| 240 | 2 | 750 | 100 | 1260 | | 1770 | |
| 270 | 2,75 | 780 | | 1290 | | 1800 | |
| 300 | 2,25 | 810 | | 1320 | | 1830 | |
| 330 | 3 | 840 | | 1350 | | 1860 | |
| 360 | 3 | 870 | | 1380 | | 1890 | |
| 390 | 1,75 | 900 | | 1410 | | 1920 | |
| 420 | 2,25 | 930 | | 1440 | | 1950 | |
| 450 | 3 | 960 | | 1470 | | 1980 | |
| 480 | 2,5 | 990 | | 1500 | | 2010 | |



Committente : Com. Col. Vigne e Vini
Località : Fontanile - Rio Casalasco

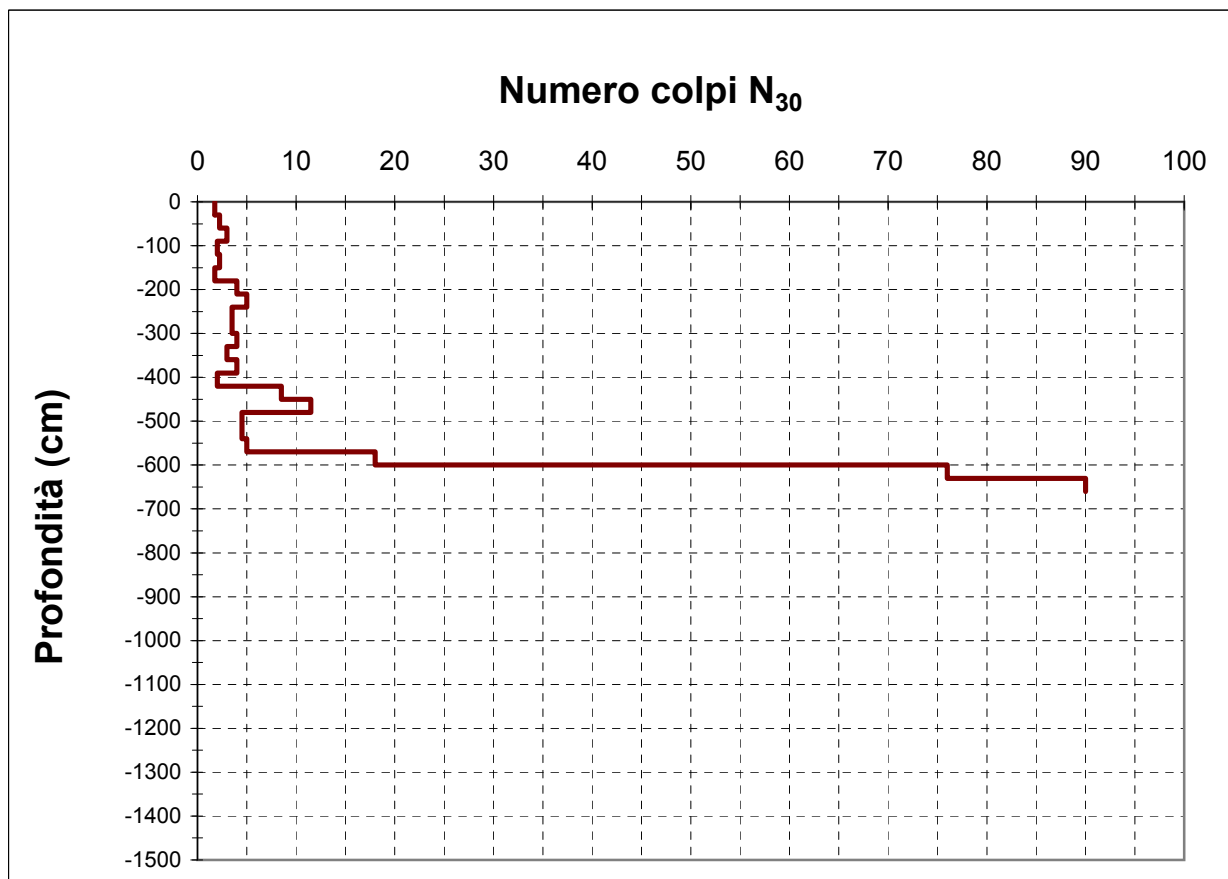
Cantiere : Intervento 4.2
Data : 5/12/2019

Prova n° 4

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata
 Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | 510 | 4,5 | 1020 | | 1530 | |
| 30 | 1,75 | 540 | 4,5 | 1050 | | 1560 | |
| 60 | 2,25 | 570 | 5 | 1080 | | 1590 | |
| 90 | 3 | 600 | 18 | 1110 | | 1620 | |
| 120 | 2 | 630 | 76 | 1140 | | 1650 | |
| 150 | 2,25 | 660 | 90 | 1170 | | 1680 | |
| 180 | 1,75 | 690 | | 1200 | | 1710 | |
| 210 | 4 | 720 | | 1230 | | 1740 | |
| 240 | 5 | 750 | | 1260 | | 1770 | |
| 270 | 3,5 | 780 | | 1290 | | 1800 | |
| 300 | 3,5 | 810 | | 1320 | | 1830 | |
| 330 | 4 | 840 | | 1350 | | 1860 | |
| 360 | 3 | 870 | | 1380 | | 1890 | |
| 390 | 4 | 900 | | 1410 | | 1920 | |
| 420 | 2 | 930 | | 1440 | | 1950 | |
| 450 | 8,5 | 960 | | 1470 | | 1980 | |
| 480 | 11,5 | 990 | | 1500 | | 2010 | |



Committente : Com. Col. Vigne e Vini
Località : Mombaruzzo - Rio Cervino

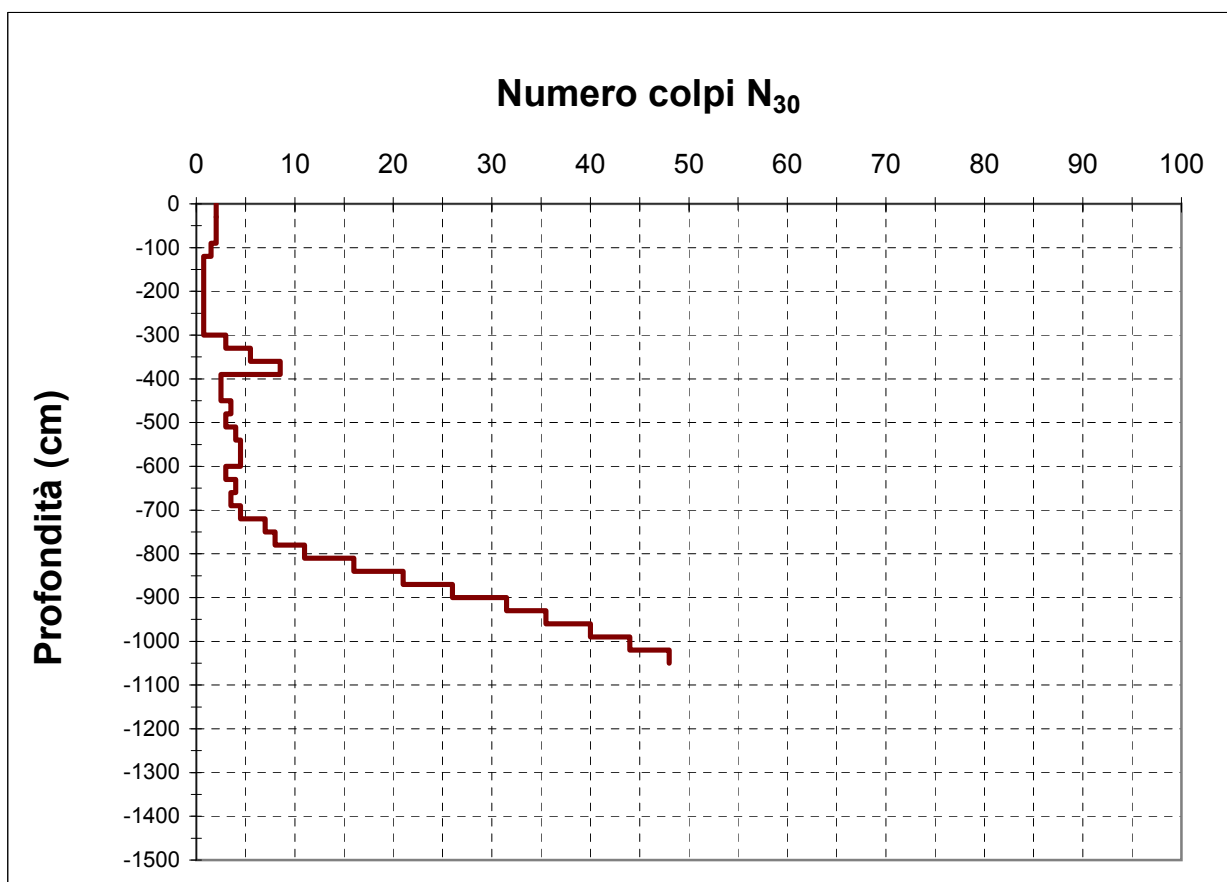
Cantiere : Intervento 7.2
Data : 5/12/2019

Prova n° 5

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata
Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | 510 | 3 | 1020 | 44 | 1530 | |
| 30 | 2 | 540 | 4 | 1050 | 48 | 1560 | |
| 60 | 2 | 570 | 4,5 | 1080 | | 1590 | |
| 90 | 2 | 600 | 4,5 | 1110 | | 1620 | |
| 120 | 1,5 | 630 | 3 | 1140 | | 1650 | |
| 150 | 0,75 | 660 | 4 | 1170 | | 1680 | |
| 180 | 0,75 | 690 | 3,5 | 1200 | | 1710 | |
| 210 | 0,75 | 720 | 4,5 | 1230 | | 1740 | |
| 240 | 0,75 | 750 | 7 | 1260 | | 1770 | |
| 270 | 0,75 | 780 | 8 | 1290 | | 1800 | |
| 300 | 0,75 | 810 | 11 | 1320 | | 1830 | |
| 330 | 3 | 840 | 16 | 1350 | | 1860 | |
| 360 | 5,5 | 870 | 21 | 1380 | | 1890 | |
| 390 | 8,5 | 900 | 26 | 1410 | | 1920 | |
| 420 | 2,5 | 930 | 31,5 | 1440 | | 1950 | |
| 450 | 2,5 | 960 | 35,5 | 1470 | | 1980 | |
| 480 | 3,5 | 990 | 40 | 1500 | | 2010 | |



Committente : Com. Col. Vigne e Vini
Località : Bruno - T. Gherlobbia

Cantiere : Intervento 1.2
Data : 6/12/2019

Prova 6 (DL30)

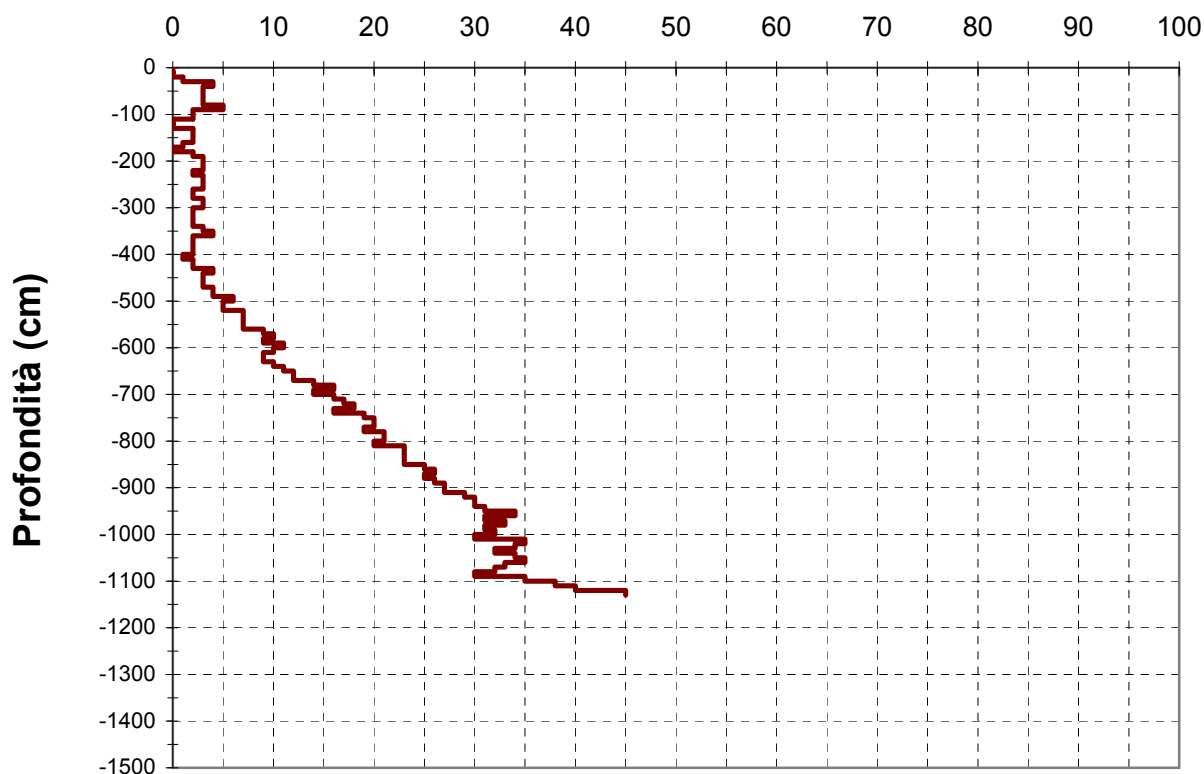
Penetrometro dinamico tipo Sunda DL030

Livello falda alla data di esecuzione : non rilevato

Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| 10 | 0 | 210 | 3 | 410 | 1 | 610 | 10 | 810 | 20 | 1010 | 30 | 1210 | |
| 20 | 0 | 220 | 3 | 420 | 2 | 620 | 9 | 820 | 23 | 1020 | 35 | 1220 | |
| 30 | 1 | 230 | 2 | 430 | 2 | 630 | 9 | 830 | 23 | 1030 | 34 | 1230 | |
| 40 | 4 | 240 | 3 | 440 | 4 | 640 | 10 | 840 | 23 | 1040 | 32 | 1240 | |
| 50 | 3 | 250 | 3 | 450 | 3 | 650 | 11 | 850 | 23 | 1050 | 34 | 1250 | |
| 60 | 3 | 260 | 3 | 460 | 3 | 660 | 12 | 860 | 25 | 1060 | 35 | 1260 | |
| 70 | 3 | 270 | 2 | 470 | 3 | 670 | 12 | 870 | 26 | 1070 | 33 | 1270 | |
| 80 | 3 | 280 | 2 | 480 | 4 | 680 | 14 | 880 | 25 | 1080 | 32 | 1280 | |
| 90 | 5 | 290 | 3 | 490 | 4 | 690 | 16 | 890 | 26 | 1090 | 30 | 1290 | |
| 100 | 2 | 300 | 3 | 500 | 6 | 700 | 14 | 900 | 27 | 1100 | 35 | 1300 | |
| 110 | 2 | 310 | 2 | 510 | 5 | 710 | 16 | 910 | 27 | 1110 | 38 | 1310 | |
| 120 | 0 | 320 | 2 | 520 | 5 | 720 | 17 | 920 | 29 | 1120 | 40 | 1320 | |
| 130 | 0 | 330 | 2 | 530 | 7 | 730 | 18 | 930 | 30 | 1130 | 45 | 1330 | |
| 140 | 2 | 340 | 2 | 540 | 7 | 740 | 16 | 940 | 30 | 1140 | | 1340 | |
| 150 | 2 | 350 | 3 | 550 | 7 | 750 | 19 | 950 | 31 | 1150 | | 1350 | |
| 160 | 2 | 360 | 4 | 560 | 7 | 760 | 20 | 960 | 34 | 1160 | | 1360 | |
| 170 | 1 | 370 | 2 | 570 | 9 | 770 | 20 | 970 | 31 | 1170 | | 1370 | |
| 180 | 0 | 380 | 2 | 580 | 10 | 780 | 19 | 980 | 33 | 1180 | | 1380 | |
| 190 | 2 | 390 | 2 | 590 | 9 | 790 | 21 | 990 | 31 | 1190 | | 1390 | |
| 200 | 3 | 400 | 2 | 600 | 11 | 800 | 21 | 1000 | 32 | 1200 | | 1400 | |

Numero colpi N_{10}

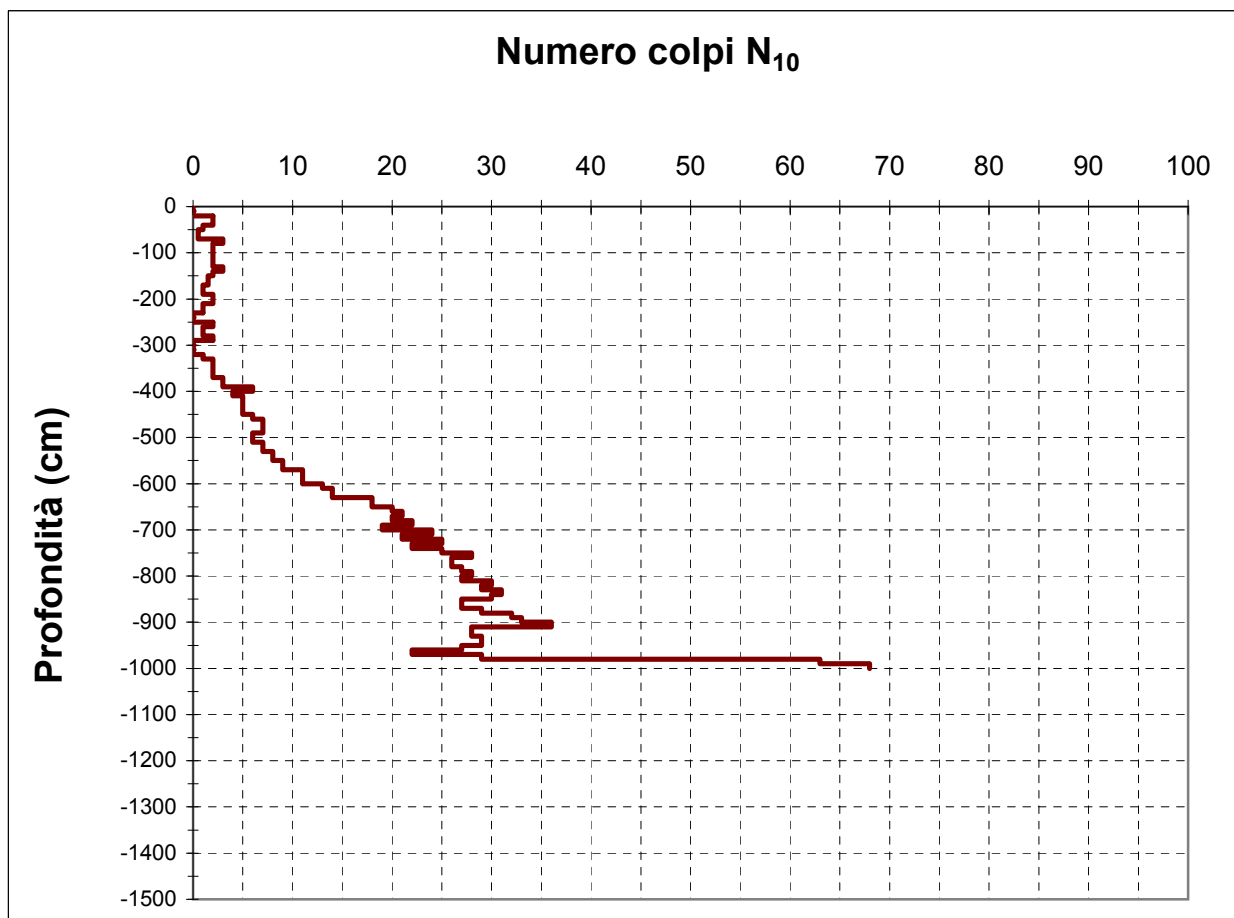


Committente : Com. Col. Vigne e Vini
Località : Bruno - T. Gherlobbia

Cantiere : Intervento 1.1
Data : 6/12/2019

| | |
|--|--|
| Prova 7 (DL30) | Livello falda alla data di esecuzione : non rilevato |
| Penetrometro dinamico tipo Sunda DL030 | Quota di riferimento: p.c. |

| Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| 10 | 0 | 210 | 2 | 410 | 4 | 610 | 13 | 810 | 27 | 1010 | | 1210 | |
| 20 | 0 | 220 | 1 | 420 | 5 | 620 | 14 | 820 | 30 | 1020 | | 1220 | |
| 30 | 2 | 230 | 1 | 430 | 5 | 630 | 14 | 830 | 29 | 1030 | | 1230 | |
| 40 | 2 | 240 | 0 | 440 | 5 | 640 | 18 | 840 | 31 | 1040 | | 1240 | |
| 50 | 1 | 250 | 0 | 450 | 5 | 650 | 18 | 850 | 30 | 1050 | | 1250 | |
| 60 | 1 | 260 | 2 | 460 | 6 | 660 | 20 | 860 | 27 | 1060 | | 1260 | |
| 70 | 1 | 270 | 1 | 470 | 7 | 670 | 21 | 870 | 27 | 1070 | | 1270 | |
| 80 | 3 | 280 | 1 | 480 | 7 | 680 | 20 | 880 | 29 | 1080 | | 1280 | |
| 90 | 2 | 290 | 2 | 490 | 7 | 690 | 22 | 890 | 32 | 1090 | | 1290 | |
| 100 | 2 | 300 | 0 | 500 | 6 | 700 | 19 | 900 | 33 | 1100 | | 1300 | |
| 110 | 2 | 310 | 0 | 510 | 6 | 710 | 24 | 910 | 36 | 1110 | | 1310 | |
| 120 | 2 | 320 | 0 | 520 | 7 | 720 | 21 | 920 | 28 | 1120 | | 1320 | |
| 130 | 2 | 330 | 1 | 530 | 7 | 730 | 25 | 930 | 28 | 1130 | | 1330 | |
| 140 | 3 | 340 | 2 | 540 | 8 | 740 | 22 | 940 | 29 | 1140 | | 1340 | |
| 150 | 2 | 350 | 2 | 550 | 8 | 750 | 25 | 950 | 29 | 1150 | | 1350 | |
| 160 | 2 | 360 | 2 | 560 | 9 | 760 | 28 | 960 | 27 | 1160 | | 1360 | |
| 170 | 2 | 370 | 2 | 570 | 9 | 770 | 26 | 970 | 22 | 1170 | | 1370 | |
| 180 | 1 | 380 | 3 | 580 | 11 | 780 | 26 | 980 | 29 | 1180 | | 1380 | |
| 190 | 1 | 390 | 3 | 590 | 11 | 790 | 27 | 990 | 63 | 1190 | | 1390 | |
| 200 | 2 | 400 | 6 | 600 | 11 | 800 | 28 | 1000 | 68 | 1200 | | 1400 | |



Committente : Com. Col. Vigne e Vini
Località : Calamandrana - Rio Molinello

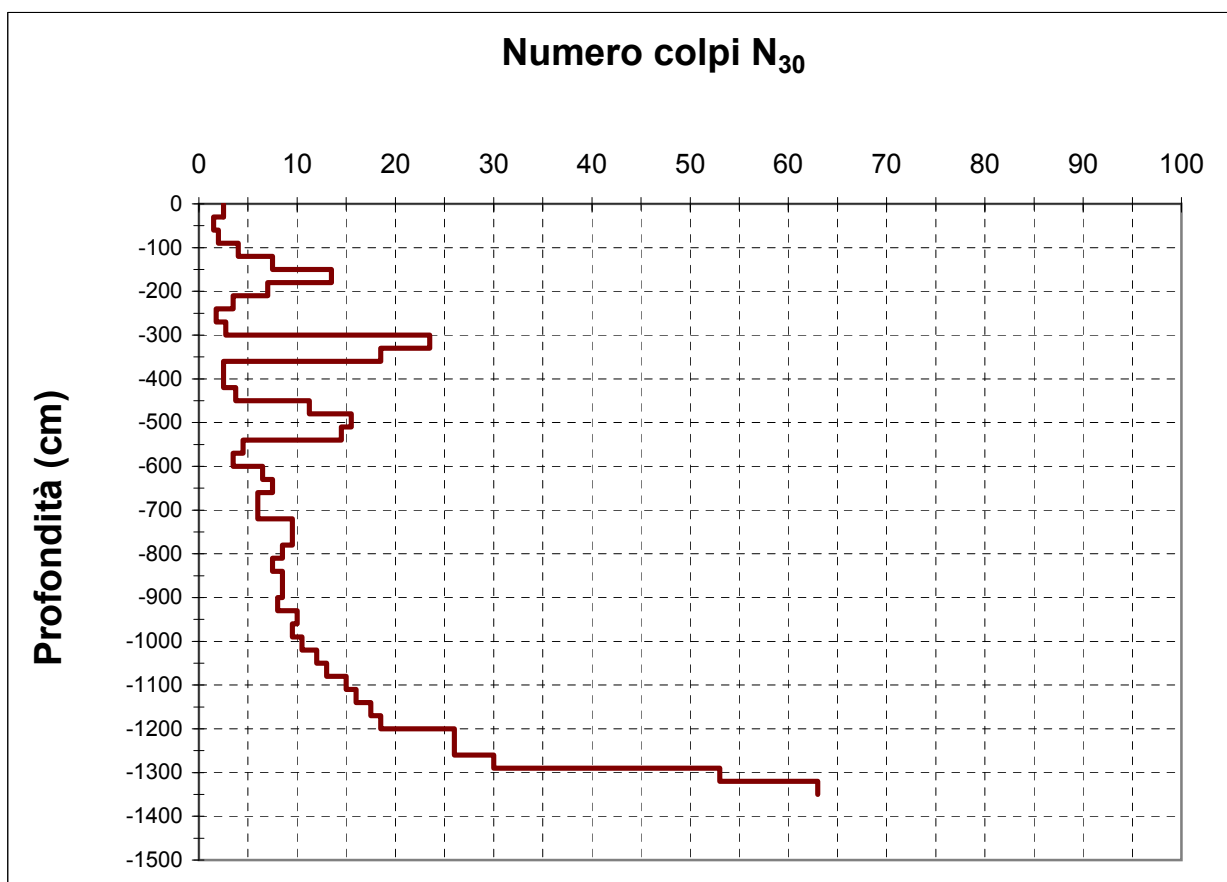
Cantiere : Intervento 2.2
Data : 6/12/2019

Prova n° 8

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata
Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | 510 | 15,5 | 1020 | 10,5 | 1530 | |
| 30 | 2,5 | 540 | 14,5 | 1050 | 12 | 1560 | |
| 60 | 1,5 | 570 | 4,5 | 1080 | 13 | 1590 | |
| 90 | 2 | 600 | 3,5 | 1110 | 15 | 1620 | |
| 120 | 4 | 630 | 6,5 | 1140 | 16 | 1650 | |
| 150 | 7,5 | 660 | 7,5 | 1170 | 17,5 | 1680 | |
| 180 | 13,5 | 690 | 6 | 1200 | 18,5 | 1710 | |
| 210 | 7 | 720 | 6 | 1230 | 26 | 1740 | |
| 240 | 3,5 | 750 | 9,5 | 1260 | 26 | 1770 | |
| 270 | 1,75 | 780 | 9,5 | 1290 | 30 | 1800 | |
| 300 | 2,75 | 810 | 8,5 | 1320 | 53 | 1830 | |
| 330 | 23,5 | 840 | 7,5 | 1350 | 63 | 1860 | |
| 360 | 18,5 | 870 | 8,5 | 1380 | | 1890 | |
| 390 | 2,5 | 900 | 8,5 | 1410 | | 1920 | |
| 420 | 2,5 | 930 | 8 | 1440 | | 1950 | |
| 450 | 3,75 | 960 | 10 | 1470 | | 1980 | |
| 480 | 11,25 | 990 | 9,5 | 1500 | | 2010 | |



Committente : Com. Col. Vigne e Vini
Località : Incisa Parcheggio Cimitero

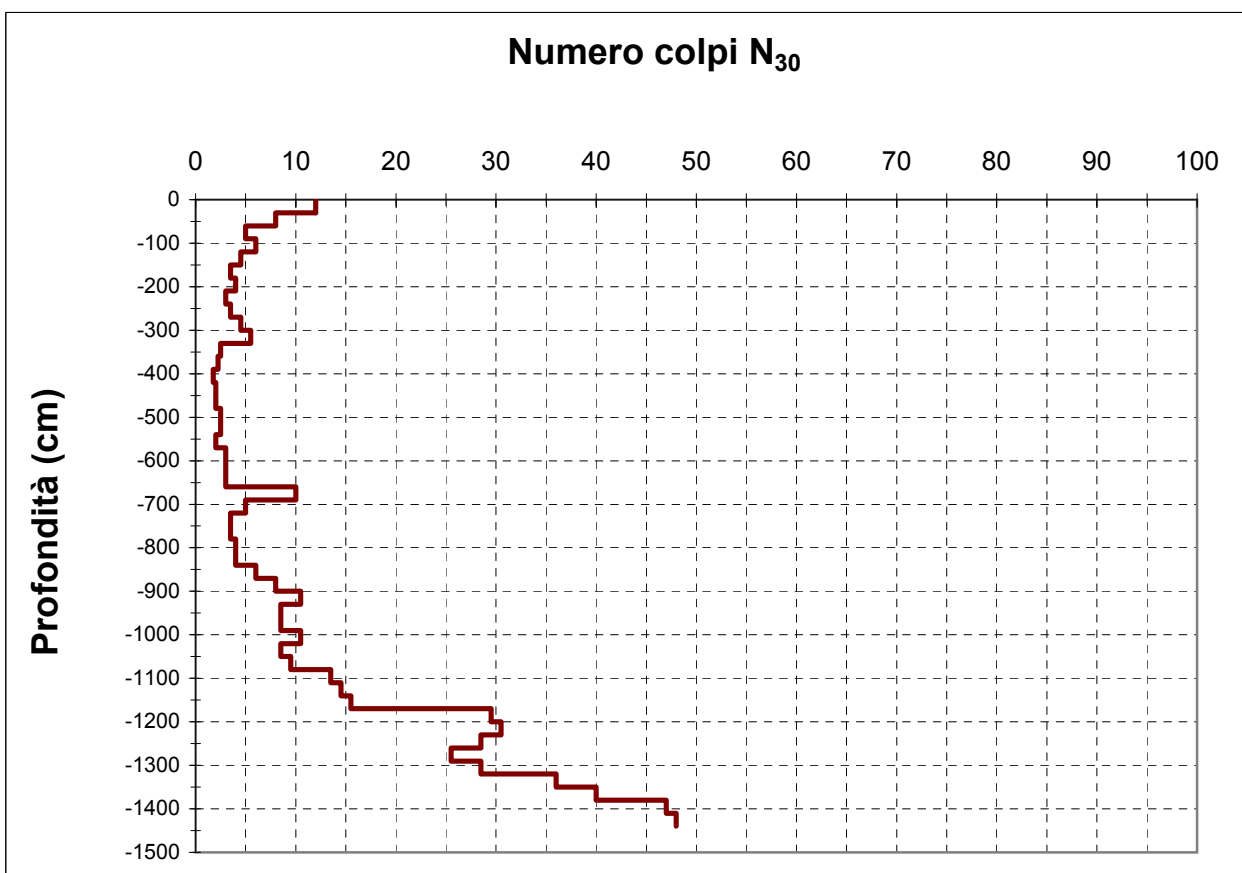
Cantiere : Intervento 5.1
Data : 08/06/2021

Prova n° 9

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata
Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | 510 | 2,5 | | 1020 | 10,5 | 1530 |
| 30 | 12 | 540 | 2,5 | | 1050 | 8,5 | 1560 |
| 60 | 8 | 570 | 2 | | 1080 | 9,5 | 1590 |
| 90 | 5 | 600 | 3 | | 1110 | 13,5 | 1620 |
| 120 | 6 | 630 | 3 | | 1140 | 14,5 | 1650 |
| 150 | 4,5 | 660 | 3 | | 1170 | 15,5 | 1680 |
| 180 | 3,5 | 690 | 10 | | 1200 | 29,5 | 1710 |
| 210 | 4 | 720 | 5 | | 1230 | 30,5 | 1740 |
| 240 | 3 | 750 | 3,5 | | 1260 | 28,5 | 1770 |
| 270 | 3,5 | 780 | 3,5 | | 1290 | 25,5 | 1800 |
| 300 | 4,5 | 810 | 4 | | 1320 | 28,5 | 1830 |
| 330 | 5,5 | 840 | 4 | | 1350 | 36 | 1860 |
| 360 | 2,5 | 870 | 6 | | 1380 | 40 | 1890 |
| 390 | 2,25 | 900 | 8 | | 1410 | 47 | 1920 |
| 420 | 1,75 | 930 | 10,5 | | 1440 | 48 | 1950 |
| 450 | 2 | 960 | 8,5 | | 1470 | | 1980 |
| 480 | 2 | 990 | 8,5 | | 1500 | | 2010 |



Committente : Com. Col. Vigne e Vini
Località : Incisa Parcheggio Cimitero

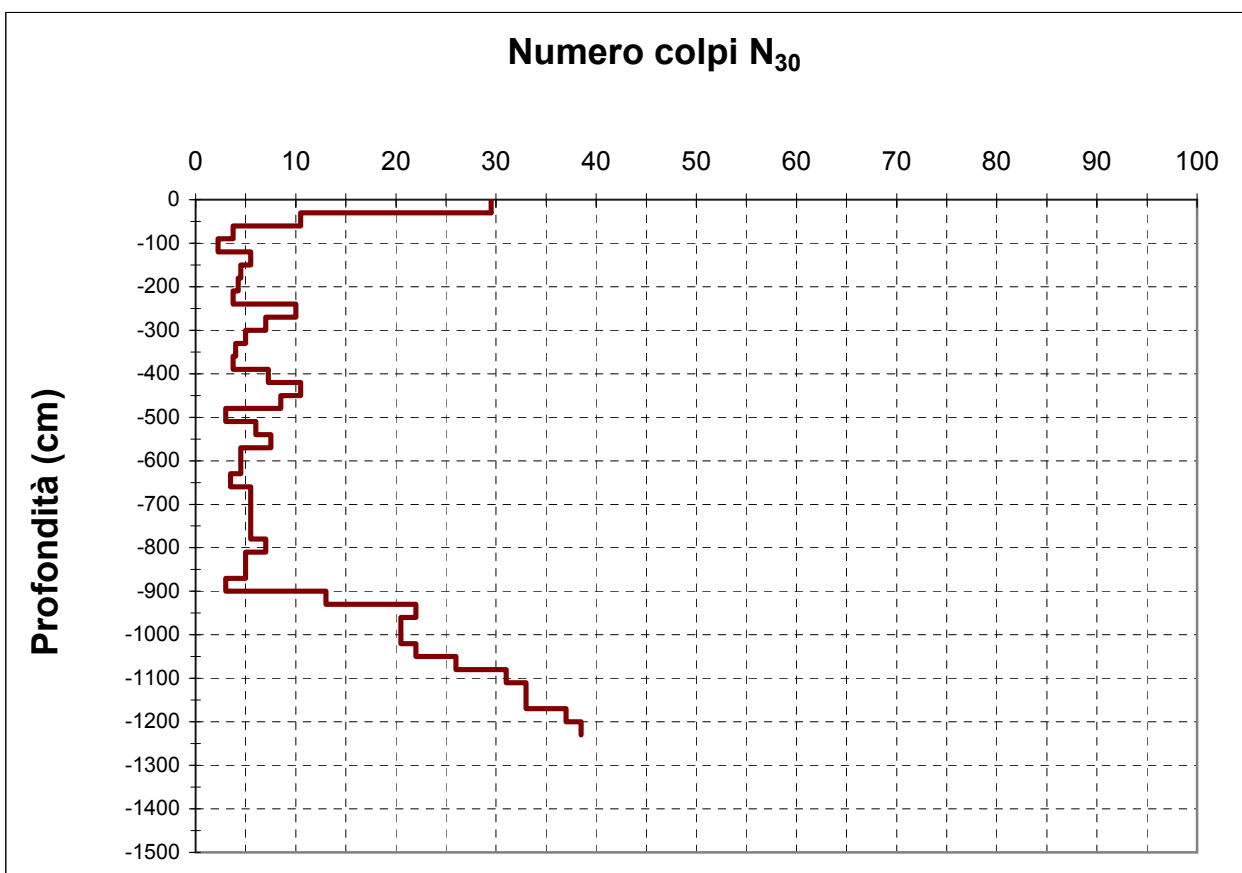
Cantiere : Intervento 5.1
Data : 08/06/2021

Prova n° 10

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata
Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | 510 | 3 | | 1020 | 20,5 | 1530 |
| 30 | 29,5 | 540 | 6 | | 1050 | 22 | 1560 |
| 60 | 10,5 | 570 | 7,5 | | 1080 | 26 | 1590 |
| 90 | 3,75 | 600 | 4,5 | | 1110 | 31 | 1620 |
| 120 | 2,25 | 630 | 4,5 | | 1140 | 33 | 1650 |
| 150 | 5,5 | 660 | 3,5 | | 1170 | 33 | 1680 |
| 180 | 4,5 | 690 | 5,5 | | 1200 | 37 | 1710 |
| 210 | 4,25 | 720 | 5,5 | | 1230 | 38,5 | 1740 |
| 240 | 3,75 | 750 | 5,5 | | 1260 | | 1770 |
| 270 | 10 | 780 | 5,5 | | 1290 | | 1800 |
| 300 | 7 | 810 | 7 | | 1320 | | 1830 |
| 330 | 5 | 840 | 5 | | 1350 | | 1860 |
| 360 | 4 | 870 | 5 | | 1380 | | 1890 |
| 390 | 3,75 | 900 | 3 | | 1410 | | 1920 |
| 420 | 7,25 | 930 | 13 | | 1440 | | 1950 |
| 450 | 10,5 | 960 | 22 | | 1470 | | 1980 |
| 480 | 8,5 | 990 | 20,5 | | 1500 | | 2010 |



Committente : Com. Col. Vigne e Vini
Località : Incisa Parcheggio Cimitero

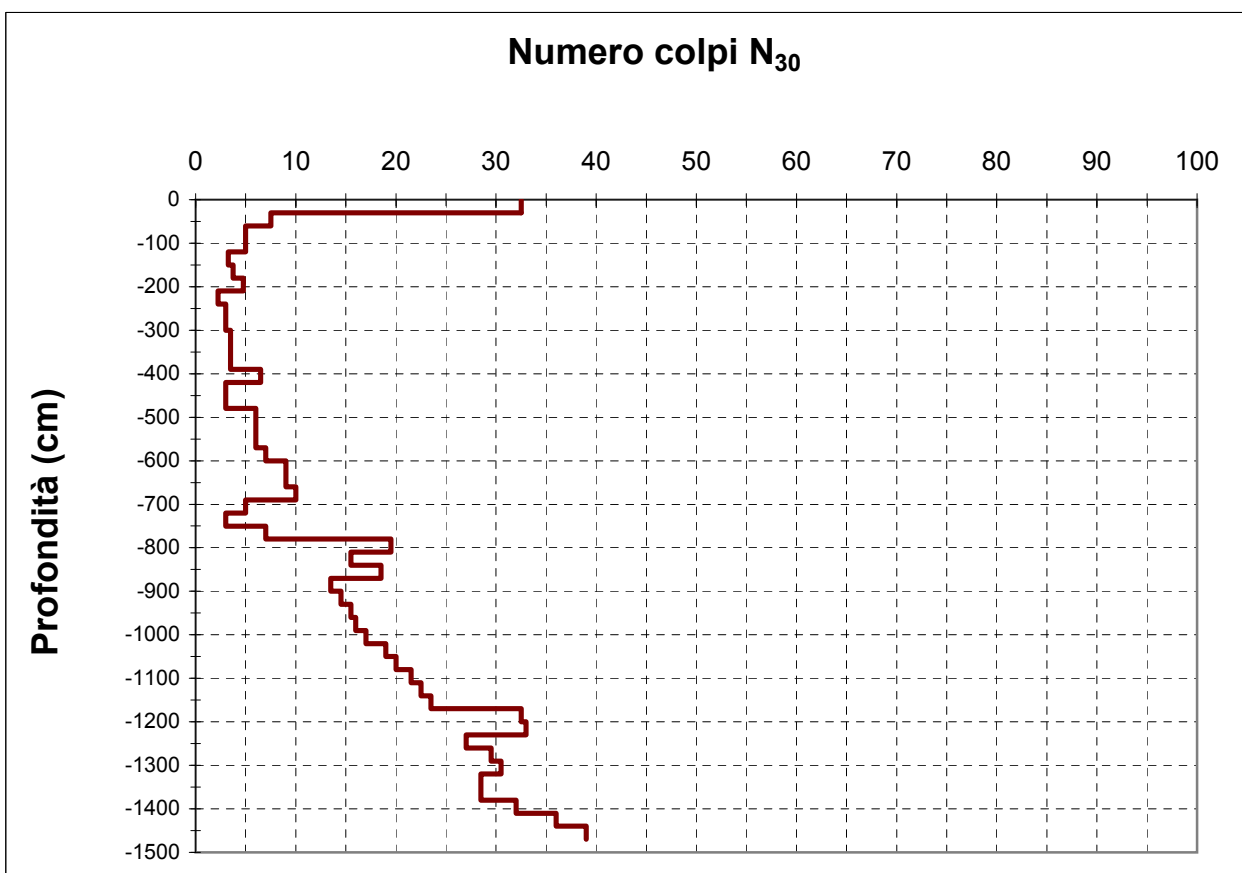
Cantiere : Intervento 5.1
Data : 08/06/2021

Prova n° 11

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata
Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | 510 | 6 | | 1020 | 17 | 1530 |
| 30 | 32,5 | 540 | 6 | | 1050 | 19 | 1560 |
| 60 | 7,5 | 570 | 6 | | 1080 | 20 | 1590 |
| 90 | 5 | 600 | 7 | | 1110 | 21,5 | 1620 |
| 120 | 5 | 630 | 9 | | 1140 | 22,5 | 1650 |
| 150 | 3,25 | 660 | 9 | | 1170 | 23,5 | 1680 |
| 180 | 3,75 | 690 | 10 | | 1200 | 32,5 | 1710 |
| 210 | 4,75 | 720 | 5 | | 1230 | 33 | 1740 |
| 240 | 2,25 | 750 | 3 | | 1260 | 27 | 1770 |
| 270 | 3 | 780 | 7 | | 1290 | 29,5 | 1800 |
| 300 | 3 | 810 | 19,5 | | 1320 | 30,5 | 1830 |
| 330 | 3,5 | 840 | 15,5 | | 1350 | 29 | 1860 |
| 360 | 3,5 | 870 | 18,5 | | 1380 | 28,5 | 1890 |
| 390 | 3,5 | 900 | 13,5 | | 1410 | 32 | 1920 |
| 420 | 6,5 | 930 | 14,5 | | 1440 | 36 | 1950 |
| 450 | 3 | 960 | 15,5 | | 1470 | 39 | 1980 |
| 480 | 3 | 990 | 16 | | 1500 | | 2010 |



Committente : Com. Col. Vigne e Vini
Località : Incisa Parcheggio Cimitero

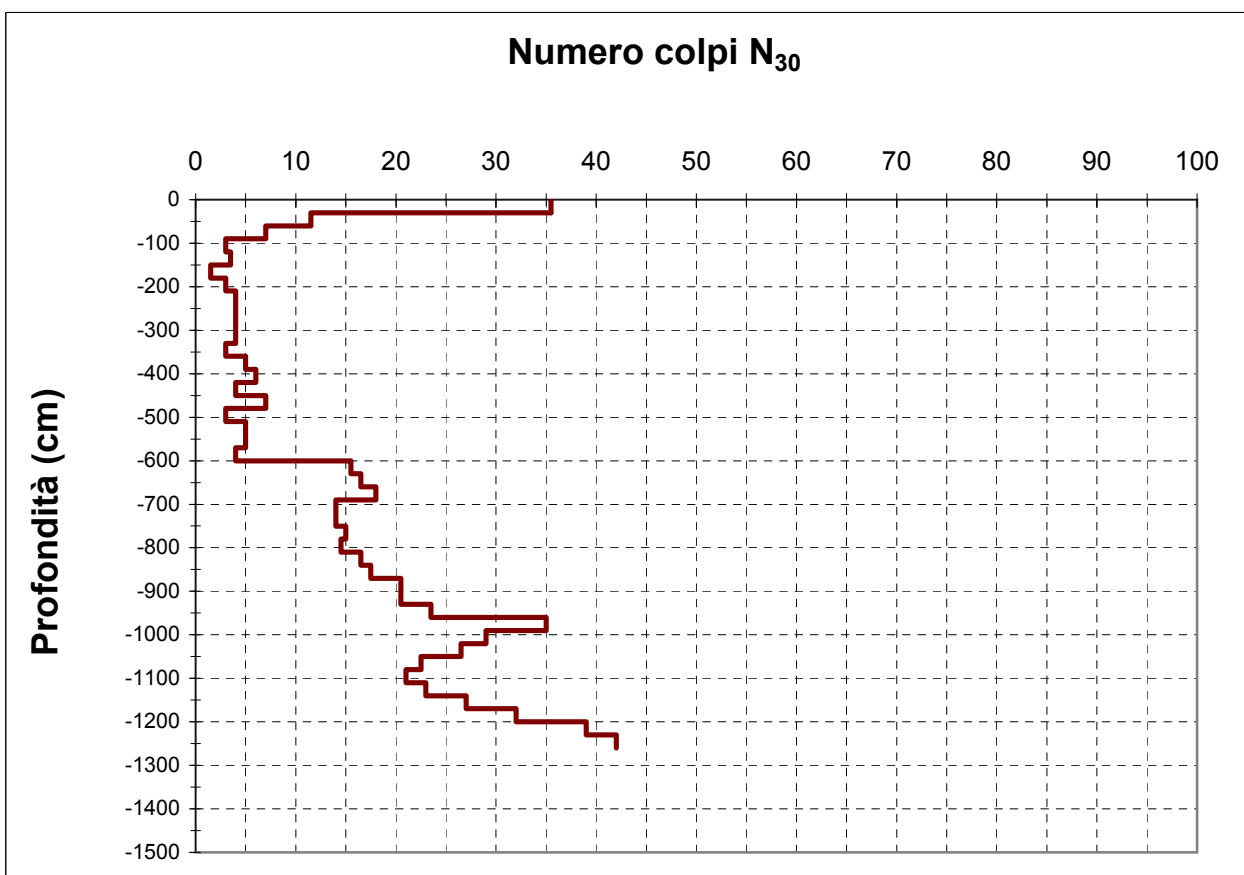
Cantiere : Intervento 5.1
Data : 08/06/2021

Prova n° 12

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata
Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | 510 | 3 | | 1020 | 29 | 1530 |
| 30 | 35,5 | 540 | 5 | | 1050 | 26,5 | 1560 |
| 60 | 11,5 | 570 | 5 | | 1080 | 22,5 | 1590 |
| 90 | 7 | 600 | 4 | | 1110 | 21 | 1620 |
| 120 | 3 | 630 | 15,5 | | 1140 | 23 | 1650 |
| 150 | 3,5 | 660 | 16,5 | | 1170 | 27 | 1680 |
| 180 | 1,5 | 690 | 18 | | 1200 | 32 | 1710 |
| 210 | 3 | 720 | 14 | | 1230 | 39 | 1740 |
| 240 | 4 | 750 | 14 | | 1260 | 42 | 1770 |
| 270 | 4 | 780 | 15 | | 1290 | 0 | 1800 |
| 300 | 4 | 810 | 14,5 | | 1320 | 0 | 1830 |
| 330 | 4 | 840 | 16,5 | | 1350 | 0 | 1860 |
| 360 | 3 | 870 | 17,5 | | 1380 | 0 | 1890 |
| 390 | 5 | 900 | 20,5 | | 1410 | 0 | 1920 |
| 420 | 6 | 930 | 20,5 | | 1440 | 0 | 1950 |
| 450 | 4 | 960 | 23,5 | | 1470 | 0 | 1980 |
| 480 | 7 | 990 | 35 | | 1500 | | 2010 |



Committente : Com. Col. Vigne e Vini
Località : Incisa Sc. Parcheggio Cimitero

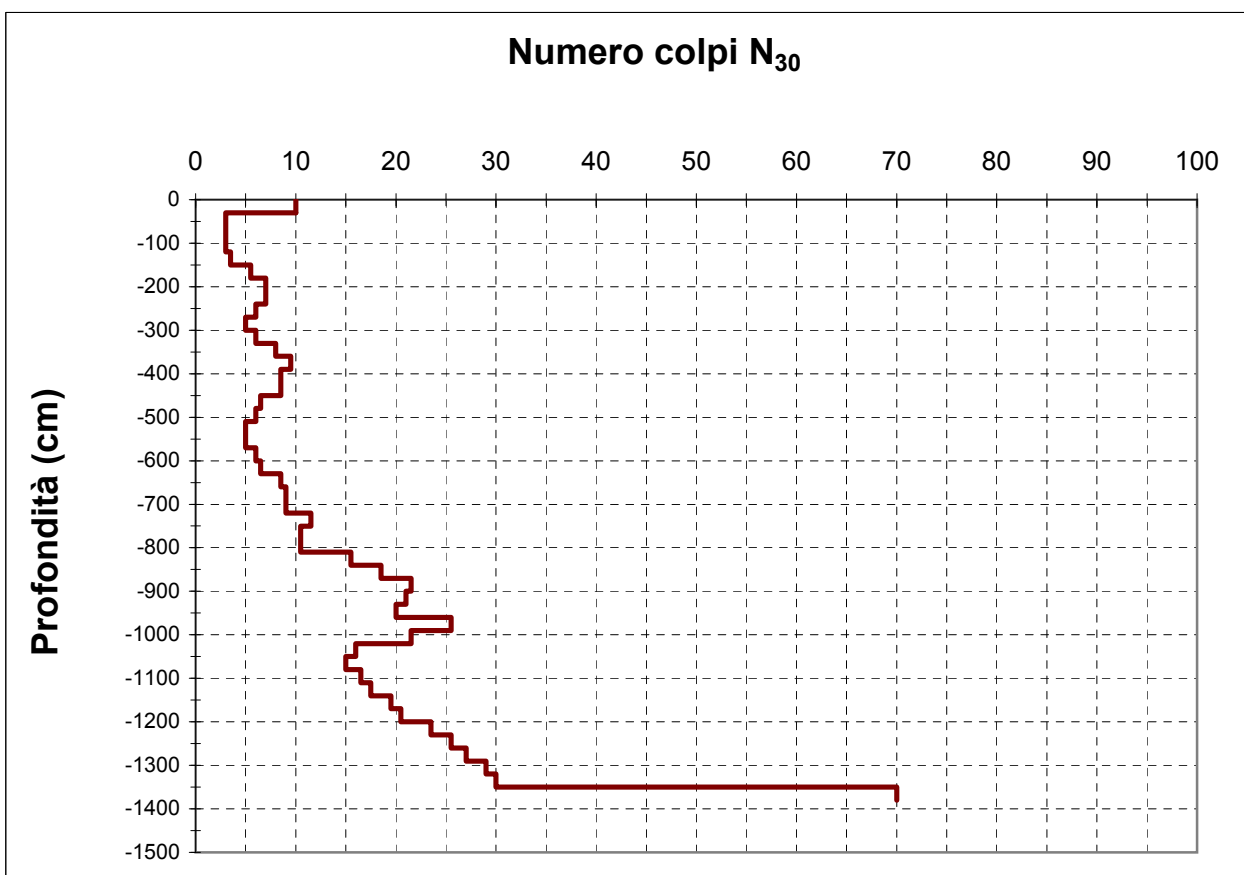
Cantiere : Intervento 5.1
Data : 09/06/2021

Prova n° 13

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata
Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi | Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | 510 | 6 | | 1020 | 21,5 | 1530 |
| 30 | 10 | 540 | 5 | | 1050 | 16 | 1560 |
| 60 | 3 | 570 | 5 | | 1080 | 15 | 1590 |
| 90 | 3 | 600 | 6 | | 1110 | 16,5 | 1620 |
| 120 | 3 | 630 | 6,5 | | 1140 | 17,5 | 1650 |
| 150 | 3,5 | 660 | 8,5 | | 1170 | 19,5 | 1680 |
| 180 | 5,5 | 690 | 9 | | 1200 | 20,5 | 1710 |
| 210 | 7 | 720 | 9 | | 1230 | 23,5 | 1740 |
| 240 | 7 | 750 | 11,5 | | 1260 | 25,5 | 1770 |
| 270 | 6 | 780 | 10,5 | | 1290 | 27 | 1800 |
| 300 | 5 | 810 | 10,5 | | 1320 | 29 | 1830 |
| 330 | 6 | 840 | 15,5 | | 1350 | 30 | 1860 |
| 360 | 8 | 870 | 18,5 | | 1380 | 70 | 1890 |
| 390 | 9,5 | 900 | 21,5 | | 1410 | 0 | 1920 |
| 420 | 8,5 | 930 | 21 | | 1440 | 0 | 1950 |
| 450 | 8,5 | 960 | 20 | | 1470 | 0 | 1980 |
| 480 | 6,5 | 990 | 25,5 | | 1500 | | 2010 |



Committente : Com. Col. Vigne e Vini
Località : Calamandrana, Loc. Garbazzola

Cantiere : Intervento 2.1
Data : 09/06/2021

Prova n° 14

Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 63/100

Livello falda alla data di esecuzione: non rilevata
Quota di riferimento: p.c.

| Quota (cm) | N° colpi | | Quota (cm) | N° colpi | | Quota (cm) | N° colpi | | Quota (cm) | N° colpi |
|------------|----------|--|------------|----------|--|------------|----------|--|------------|----------|
| | | | 510 | 8,5 | | 1020 | | | 1530 | |
| 30 | 3 | | 540 | 32,5 | | 1050 | | | 1560 | |
| 60 | 3 | | 570 | 30,5 | | 1080 | | | 1590 | |
| 90 | 4,5 | | 600 | 33,5 | | 1110 | | | 1620 | |
| 120 | 3,5 | | 630 | 54 | | 1140 | | | 1650 | |
| 150 | 2,5 | | 660 | 59 | | 1170 | | | 1680 | |
| 180 | 2,5 | | 690 | 74 | | 1200 | | | 1710 | |
| 210 | 1,25 | | 720 | 59 | | 1230 | | | 1740 | |
| 240 | 0,75 | | 750 | 85,5 | | 1260 | | | 1770 | |
| 270 | 0 | | 780 | 91,5 | | 1290 | | | 1800 | |
| 300 | 2 | | 810 | | | 1320 | | | 1830 | |
| 330 | 3,5 | | 840 | | | 1350 | | | 1860 | |
| 360 | 5,5 | | 870 | | | 1380 | | | 1890 | |
| 390 | 5,5 | | 900 | | | 1410 | | | 1920 | |
| 420 | 7,5 | | 930 | | | 1440 | | | 1950 | |
| 450 | 4,5 | | 960 | | | 1470 | | | 1980 | |
| 480 | 2,5 | | 990 | | | 1500 | | | 2010 | |

