resGEO *studio associato di geologia di G. Rizzi e B. Musante*
via E. Fico, 32-1 SESTRI LEVANTE (GE)
tel 0185-1871104 tel/fax 0185-1871271 email info@resgeo.it

Comune di San Colombano Certenoli
(Città Metropolitana di Genova)

Sistemazione del tratto terminale del rio Vignale
(Piano Bacino torrente Lavagna - L. 183/89 e ss.mm.ii.)
con riduzione del rischio idrogeologico in località San Colombano
PROGETTAZIONE DEFINITIVA
(D.Lgs. n° 50-2016 - art. 23 - c.7)

RELAZIONE GEOLOGICA

D.M. 14-01-2008 e Circolare n. 617 del 02-02-2009

COMMITTENTE: Comune di San Colombano Certenoli

PREPARATO DA	dott. geol. Giovanni Rizzi	TIMBRI	1^ EMISSIONE	luglio 2017
			REVISIONE	dicembre 2017
CONTROLLATO DA	dott. geol. Barbara Musante		OSSERVAZIONI	
Sestri Levante, dicembre 2017				

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA — Dott. Geol. GIOVANNI RIZZI A.P. n. 129 data iscr. 19-6-1986

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA — Dott. Geol. BARBARA MUSANTE A.P. n. 430 data iscr. 23-02-2000

COMUNE DI SAN COLOMBANO CERTENOLI

(PROVINCIA DI GENOVA)

SISTEMAZIONE DEL TRATTO TERMINALE DEL RIO VIGNALE
(PIANO DI BACINO TORRENTE LAVAGNA – L.183/89 E SS.MM.II.)
CON RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO IN LOCALITA' SAN COLOMBANO
PROGETTAZIONE DEFINITIVA

RELAZIONE GEOLOGICA

(D.M. 14/01/2008 e Circolare n. 617 del 02/02/2009)

Via Eraldo Fico, 32/1 – 16039 SESTRI LEVANTE (GE)
Tel 0185-1871104 Fax 0185-1871271 info@resgeo.it

INDICE DEI CAPITOLI

1. PREMESSE E INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

4. MODELLO STRATIGRAFICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

5. CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

7. ANALISI DELL'INTERVENTO E PRESCRIZIONI OPERATIVE

8. CONCLUSIONI

ALLEGATI GRAFICI

TAV. 1 – COROGRAFIA
TAV. 2 – STRALCIO DI CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO
TAV. 3 – STRALCIO DI CARTA DELLA SUSCETTIVITA' AL DISSESTO
TAV. 4 – STRALCIO DI CARTA DELLE FASCE FLUVIALI
TAV. 5 – STRALCIO DI CARTA GEOLITOLOGICA
TAV. 6 – PLANIMETRIA TECNICA
TAV. 7 – DIAGRAMMI PENETROMETRICI
TAV. 8 – SEZIONE GEOLOGICO-APPLICATIVA

1. PREMESSE ED INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

A seguito delle abbondanti e persistenti piogge che hanno caratterizzato le giornate del 9, 10, 11, 12 e 13 novembre 2014 si ripetuta l'esondazione del Rio Vignale a causa di un anomalo trasporto solido che ha ostruito completamento un tratto di tombinatura sia a monte che a valle della strada Provinciale in loc. San Colombano, fenomeno già avvenuto nel corso dell'alluvione del 2002.

Dato atto che tale situazione ha determinato un'esondazione del corso d'acqua entro l'abitato con rischi e disagi alla popolazione si è costatata l'esigenza di una sistemazione del tratto terminale del corso d'acqua per la diminuzione del rischio idrogeologico.

L'intervento riguarda dunque il segmento vallivo del rio, laddove esso attraversa l'ampia piana di fondovalle fino all'immissione nel torrente Lavagna, per una lunghezza pari a circa 230m.

Lo studio intrapreso integra le indagini preliminari illustrate nella relazione di luglio 2016 ed ha l'obiettivo di affinare, anche con l'ausilio di prospezioni in sito, il "modello geologico" del contesto, in ottemperanza al D.M. 14 gennaio 2008 ("Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni") e relativa circolare ministeriale n° 617 del 02/02/09 ("Istruzioni per l'applicazione delle NCT di cui al D.M. 14 gennaio 2008").

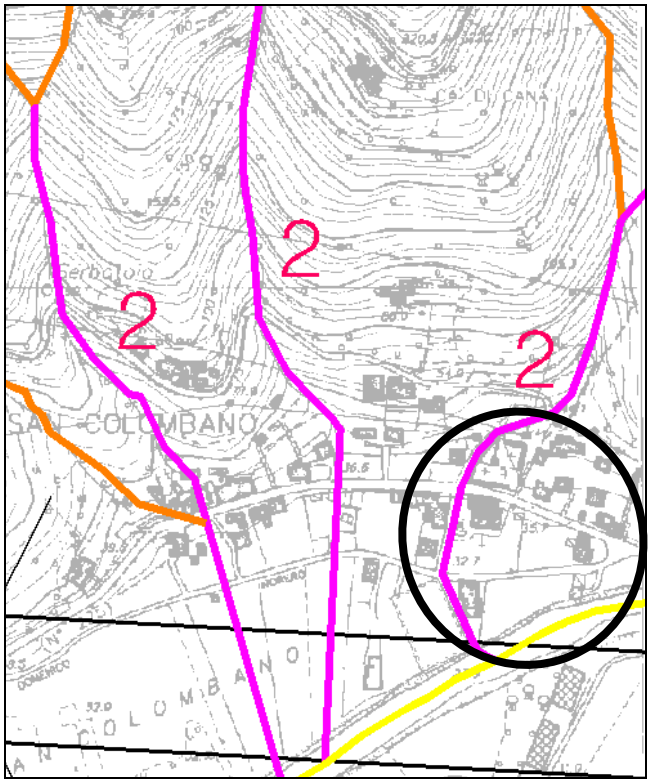
A tal fine sono stati eseguiti i seguenti approfondimenti di studio:

- analisi dati bibliografici
- rilevamento geologico-geomorfologico sul sito e su un congruo intorno
- Rilettura documentazioni pregresse
- Esecuzione di prove in sito

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Per quanto attiene gli strumenti normativi vigenti è stata ulteriormente consultata e verificata la cartografia allegata al Piano di Bacino - torrente Lavagna - al fine di controllare eventuali aggiornamenti nel frattempo intervenuti; è stato dunque possibile riconoscere le zonizzazioni di seguito proposte in stralcio.

TAV.2 Stralcio della carta della suddivisione del bacino e schematizzazione del reticolo idrografico



LEGENDA

NUMERO D'ORDINE DEL CORSO D'ACQUA

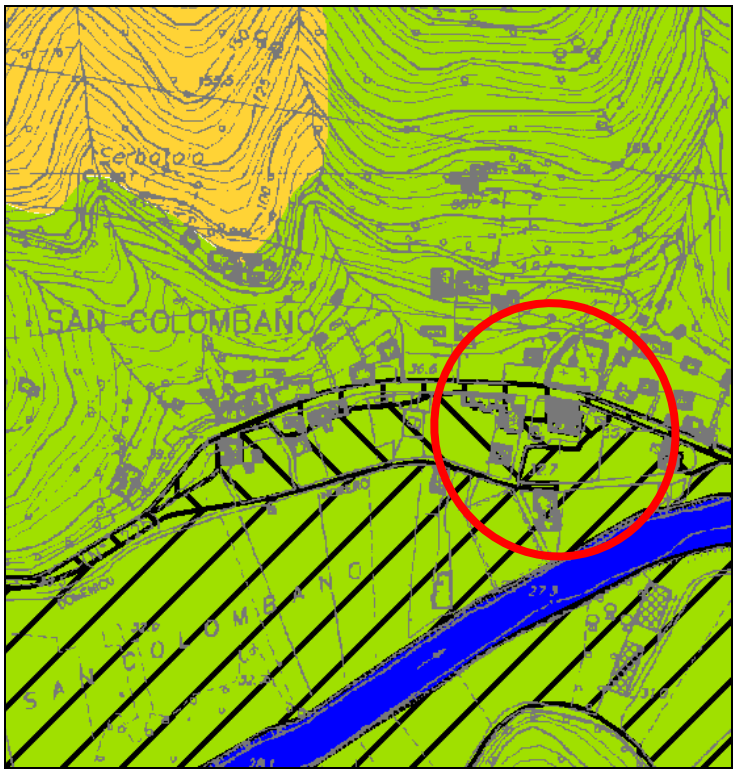
1
2
3
4
5
6
7

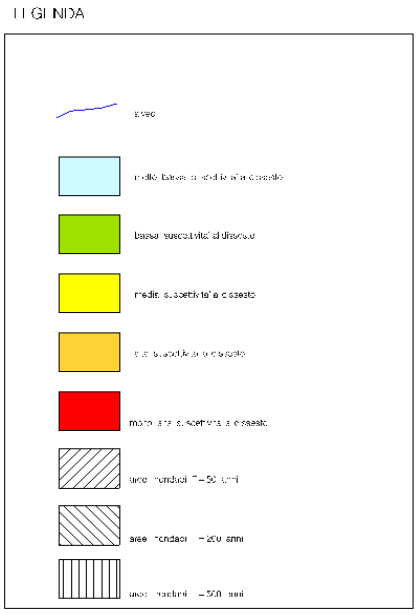
9W SEZIONE DI CONTROLLO

1W-2W DX AREA SCOLANTE

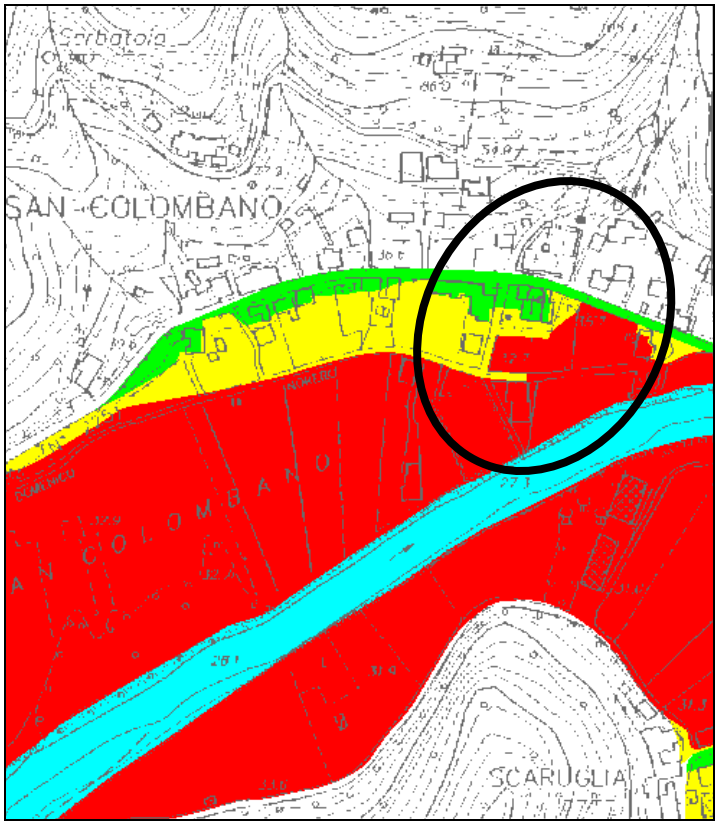
W SOTTOBACINO

<u>TAV.3 Stralcio della carta della suscettività al dissesto e delle aree inondabili</u>: l'area è classificata a bassa suscettività al dissesto





TAV.4 Stralcio della carta delle fasce fluviali: i vari tratti del rio a valle della strada provinciale ricadono in varie fasce di inondabilità



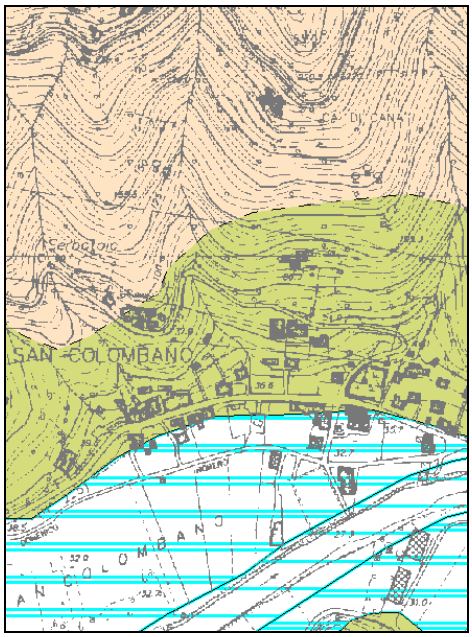


3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

Il versante è modellato litologicamente nella Formazione degli Scisti della val Lavagna in transizione con quella delle Ardesie.

Il fondovalle pseudopianeggiante è caratterizzato invece dalla presenza di depositi alluvionali terrazzati recenti.

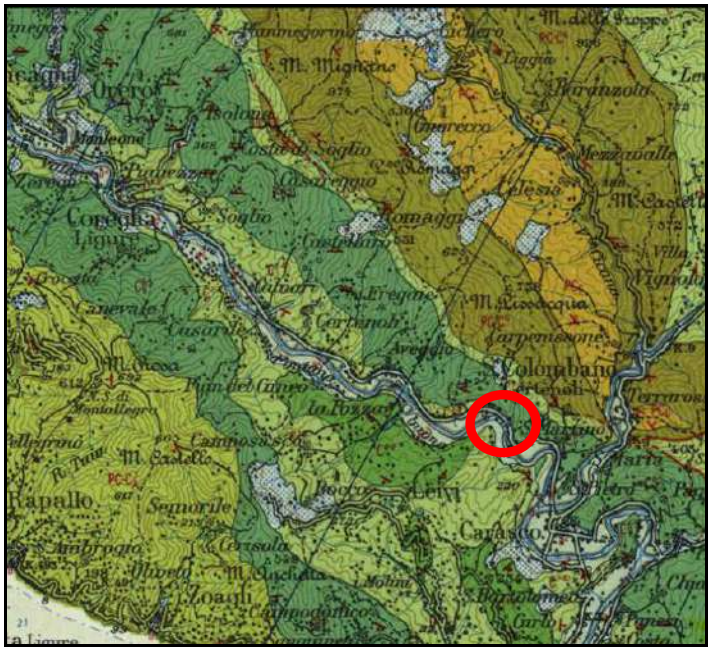
TAV. 5: CARTA GEOLITOLOGICA – CFR. PIANO DI BACINO



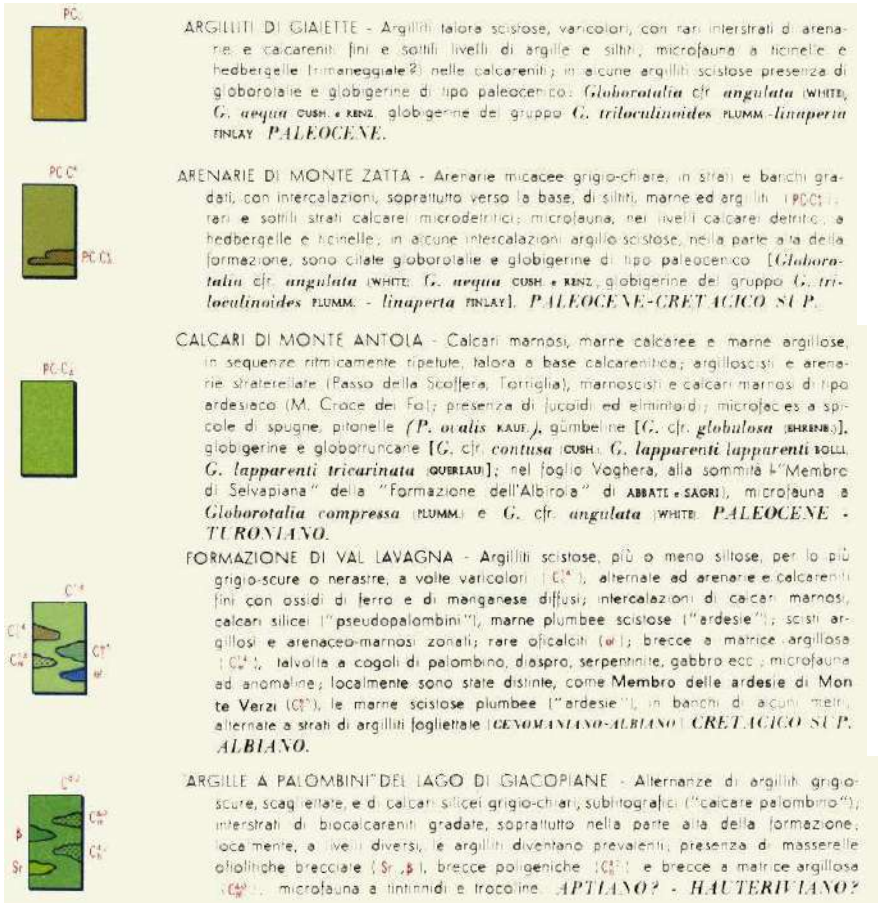
maLVG MARNE
(Formazione della Val Lavagna)

(AG) ARGILLITI

Le ricostruzioni proposte dal Piano di Bacino sono confermate dalla Carta Geologica d'Italia di seguito allegata in stralcio.



TAV. 5: CARTA GEOLOGICA D'ITALIA



PC. ARGILLITI DI GIAIETTE - Argilliti talora scistose, varicolori, con rari interstrati di arenarie e calcareniti fini e sottili livelli di argille e silititi; microfauna a ticinelle e hedbergelle (Ticinelle?) nelle calcareniti; in alcune argilliti scistose presenza di globorotalie e globigerine di tipo paleocenico: *Globorotalia* cfr. *angulata* (WHITE), *G. aequa* CUSH. e RENZ. globigerine del gruppo *G. triloculinoides* PLUMM. - *linaperta* FINLAY. *PALEOCENE.*

PC.C^a / PC.C^b ARENARIE DI MONTE ZATTA - Arenarie micacee grigio-chiare, in strati e banchi gradati, con intercalazioni, soprattutto verso la base, di siltiti, marne ed argilliti (PCC^a); rari e sottili strati calcarei microdetritici; microfauna, nei livelli calcarei detritici, a hedbergelle e ticinelle; in alcune intercalazioni argillo-scistose, nella parte alta della formazione, sono citate globorotalie e globigerine di tipo paleocenico [*Globorotalia* cfr. *angulata* (WHITE), *G. aequa* CUSH. e RENZ., globigerine del gruppo *G. triloculinoides* PLUMM. - *linaperta* FINLAY]. *PALEOCENE-CRETACICO SUP.*

PC.C$_4$ CALCARI DI MONTE ANTOLA - Calcari marnosi, marne calcaree e marne argillose, in sequenze ritmicamente ripetute, talora a base calcarenitica; argilloscisti e arenarie stratellate (Passo della Scoffera, Torriglia), marnoscisti e calcari marnosi di tipo ardesiaco (M. Croce dei Fo); presenza di fucoidi ed elmintoidi; microfacies a spicole di spugne, pitonelle (*P. oralis* KAUF.), gümbeline [*G.* cfr. *globulosa* (EHRENB.)], globigerine e globorruncane [*G.* cfr. *contusa* (CUSH.), *G. lapparenti lapparenti* BOLLI, *G. lapparenti tricarinata* (QUEREAU)]; nel foglio Voghera, alla sommità (“Membro di Selvapiana” della “Formazione dell'Albirola” di ABBATE e SAGRI), microfauna a *Globorotalia compressa* (PLUMM.) e *G.* cfr. *angulata* (WHITE). *PALEOCENE - TURONIANO.*

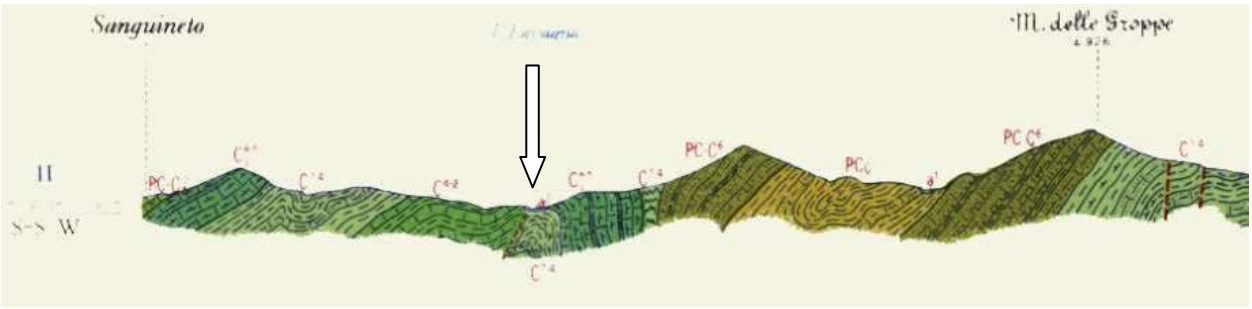
C^a / C^a / C^a_M / C^a / ω FORMAZIONE DI VAL LAVAGNA - Argilliti scistose, più o meno siltose, per lo più grigio-scure o nerastre, a volte varicolori (C^a), alternate ad arenarie e calcareniti fini con ossidi di ferro e di manganese diffusi; intercalazioni di calcari marnosi, calcari silicei (“pseudopalombini”), marne plumbee scistose (“ardesie”); scisti argillosi e arenaceo-marnosi zonali; rare oficalciti (ω); brecce a matrice argillosa (C^a_M), talvolta a cogoli di palombino, diaspro, serpentinite, gabbro ecc.; microfauna ad anomaline; localmente sono state distinte, come Membro delle ardesie di Monte Verzi (C^a_V), le marne scistose plumbee (“ardesie”), in banchi di alcuni metri, alternate a strati di argilliti fogliettate (*CENOMANIANO-ALBIANO*). *CRETACICO SUP. ALBIANO.*

C^{a-c} / C$^{a-c}_M$ / β / C$^{a-c}_b$ / Sr “ARGILLE A PALOMBINI” DEL LAGO DI GIACOPIANE - Alternanze di argilliti grigio-scure, scagliettate, e di calcari silicei grigio-chiari, subitografici (“calcare palombino”); interstrati di biocalcareniti gradate, soprattutto nella parte alta della formazione; localmente, a livelli diversi, le argilliti diventano prevalenti; presenza di masserelle ofiolitiche brecciate (Sr, β), brecce poligeniche (C$^{a-c}_b$) e brecce a matrice argillosa (C$^{a-c}_M$); microfauna a tintinnidi e trocoline. *APTIANO? - HAUTERIVIANO?*

La Formazione presente sul fondovalle è costituita sostanzialmente da Scisti argillosi ed argilloso-arenacei, di colori grigio-nero e grigio-verde, a facies lamellare e grossolanamente lastroide i primi ed a facies prevalentemente prismatica i secondi (coltellini); la grana di questi ultimi è sempre finissima e spesso si risolve in una dispersione di minute lamelle di mica bianca brillante in una pasta argillosa grigio-verde; formano strati di potenza molto variabile, da pochi centimetri (con il limite inferiore dato da veli millimetrici) a valori che superano il metro; la colorazione sulle superfici esposte non è molto diversa da quella al taglio fresco.

Si alternano ai più tipici argilloscisti calcareniti, di colore grigio-biancastro ed interessate spesso da vene di calcite, che formano strati di potenza variabile, generalmente contenuta, abbinate a solette arenacee.

La Sezione geologica allegata alla Cartografia ufficiale denuncia per tale Formazione un disturbo tettonico legato alla faglia che caratterizza l'incisione e che mette in rapporto la successione in sinistra (verso la Val Cicana) e quella in destra (verso il litorale).



Per quanto riguarda gli aspetti geomorfologici l'area d'intervento è caratterizzata da una morfologia semipianeggiante e il substrato roccioso risulta completamente obliterato dal materasso alluvionale plurimetrico associato all'asta torrentizia del torrente Lavagna che, in questo tratto, mostra un tracciato caratterizzato da ampie anse.

E' da rimarcare come al passaggio tra il versante in rilievo e la piana antistante, entro il greto del rio Vignale, affiorino speroni rocciosi discontinui.



FOTO 1

4. MODELLO STRATIGRAFICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Sono stati esaminati gli aspetti geologico – applicativi necessaria alla progettazione.

Al fine di redigere il modello geologico–stratigrafico nonché quello geotecnico, sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche continue in varie postazioni in prossimità del tracciato.

Le prospezioni sono state spinte fino alla quota di rifiuto all'infissione, orizzonte interpretato come il reperimento di frazioni grossolane nei livelli alluvionali; durante il recupero delle aste

non si è rilevata la presenza di impregnazioni idriche.

Le prospezioni sono state condotte mediante strumentazione SUNDA DL030 (Medium) le cui caratteristiche tecnico-strumentali sono le seguenti:

Riferimento Norme	DIN 4094	
Peso Massa battente	30	Kg
Altezza di caduta libera	0.20	m
Peso sistema di battuta	21	Kg
Diametro punta conica	35.68	mm
Area di base punta	10	cm²
Lunghezza delle aste	1	m
Peso aste a metro	2.9	Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80	m
Avanzamento punta	0.10	m
Numero colpi per punta	N(10)	
Coefficiente Correlazione	0.761	
Angolo di apertura punta	60°	

La correlazione tra i valori N10 e quelli NSPT è espressa dalla seguente relazione:

$$NSPT = \beta_t \, N10$$

βt = Q/QSPT
Q = Energia specifica per colpo
QSPT = Energia riferita alla prova SPT
L' energia specifica per colpo viene calcolata con la relazione:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

M = Peso massa battente
M' = Peso aste
H = Altezza di caduta
A = Area base punta conica
δ = Passo di avanzamento

La valutazione della Resistenza Dinamica alla Punta Rpd è effettuata attraverso la Formula degli Olandesi:

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd = Resistenza dinamica punta (area A)
e = Infissione media per colpo (δ / N)
M = Peso massa battente (altezza caduta H*)*



FOTO 2: Prova penetrometrica in fregio tombinatura esistente a margine campo sportivo

Le elaborazioni sono state effettuate mediante software apposito che consente di determinare il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite correlazioni note in letteratura.

Si precisa che la prova P3 non è stata elaborata in quanto il rifiuto all'infissione è stato condizionato dai rimaneggiamenti superficiali.



Foto 3: Prova penetrometrica in fregio tombinatura nella zona centrale del tracciato



Foto 4: Prova penetrometrica in fregio tombinatura a fianco della Chiesa

Si riportano di seguito i risultati ottenuti.

PROVA P1

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Densità relativa (%)
COLTRE RIMANEGGIATA	7,5	4,70	Gibbs & Holtz 1957	57
SEDIMENTI ALLUVIONALI	18,52	5,60	Gibbs & Holtz 1957	76

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
COLTRE RIMANEGGIATA	7,5	4,70	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
SEDIMENTI ALLUVIONALI	18,52	5,60	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Gamma (t/m³)
COLTRE RIMANEGGIATA	7,5	4,70	Meyerhof ed altri	1,64
SEDIMENTI ALLUVIONALI	18,52	5,60	Meyerhof ed altri	1,96

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
COLTRE RIMANEGGIATA	7,5	4,70	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
SEDIMENTI ALLUVIONALI	18,52	5,60	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,97

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
COLTRE RIMANEGGIATA	7,5	4,70	Peck-Hanson-	29,1
SEDIMENTI ALLUVIONALI	18,52	5,60	Peck-Hanson-	32,3

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
COLTRE RIMANEGGIATA	7,5	4,70	Schultze	75-100
SEDIMENTI ALLUVIONALI	18,52	5,60	Schultze	200-225

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Poisson
COLTRE RIMANEGGIATA	7,5	4,70	(A.G.I.)	0,34
SEDIMENTI ALLUVIONALI	18,52	5,60	(A.G.I.)	0,32

PROVA P2

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Densità relativa (%)
COLTRE RIMANEGGIATA	7,54	3,20	Gibbs & Holtz 1957	69
SEDIMENTI ALLUVIONALI	17,79	4,80	Gibbs & Holtz 1957	100

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
COLTRE RIMANEGGIATA	7,54	3,20	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
SEDIMENTI ALLUVIONALI	17,79	4,80	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Gamma (t/m³)
COLTRE RIMANEGGIATA	7,54	3,20	Meyerhof ed altri	1,64
SEDIMENTI ALLUVIONALI	17,79	4,80	Meyerhof ed altri	1,95

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
COLTRE RIMANEGGIATA	7,54	3,20	Terzaghi-Peck	1,90
SEDIMENTI ALLUVIONALI	17,79	4,80	Terzaghi-Peck	1,97

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
COLTRE RIMANEGGIATA	7,54	3,20	Peck-Hanson-	29,1
SEDIMENTI ALLUVIONALI	17,79	4,80	Peck-Hanson-	32,1

Modulo di Young

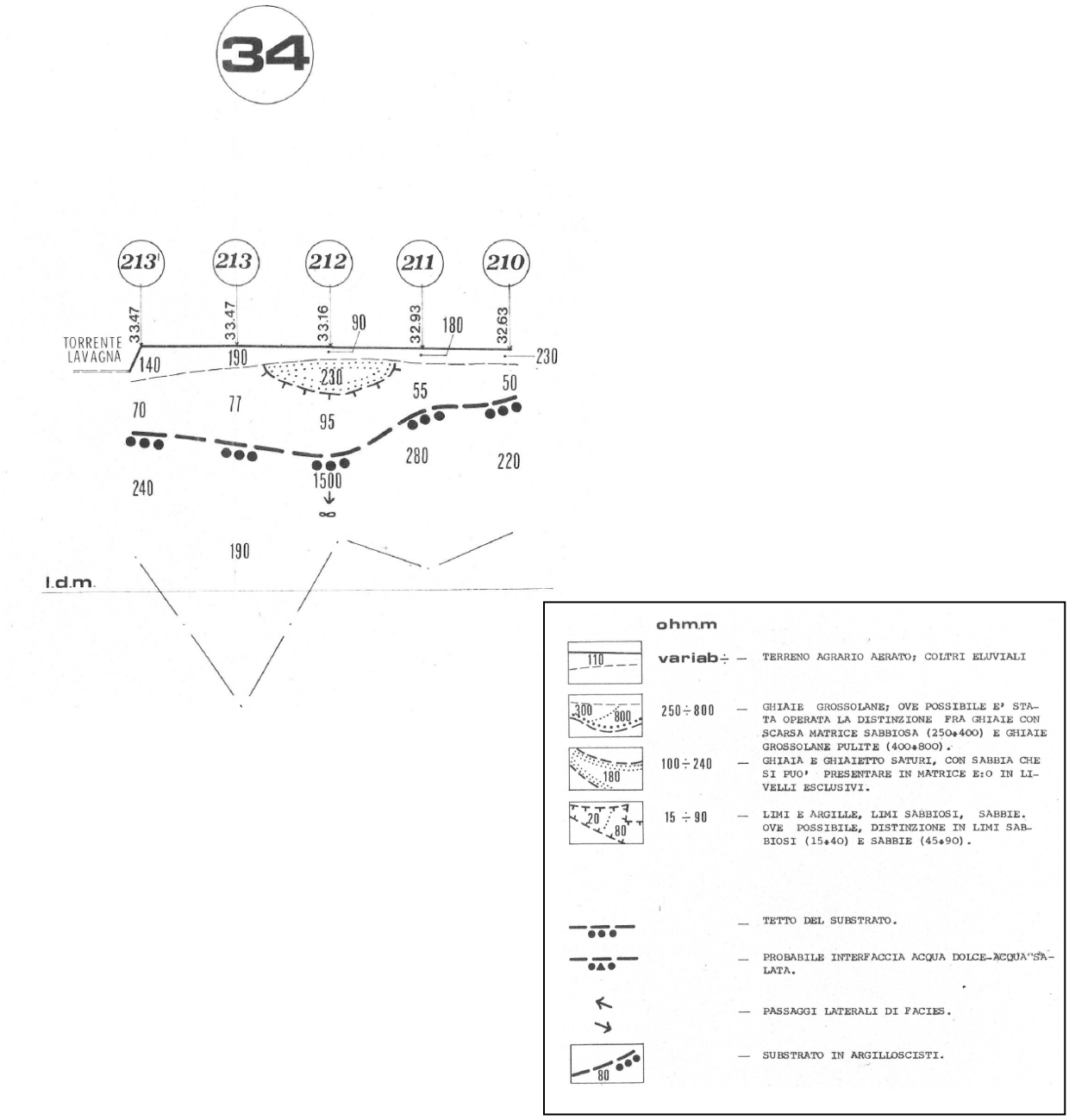
	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
COLTRE RIMANEGGIATA	7,54	3,20	Schultze	75-100
SEDIMENTI ALLUVIONALI	17,79	4,80	Schultze-	200-225

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Poisson
COLTRE RIMANEGGIATA	7,54	3,20	(A.G.I.)	0,34
SEDIMENTI ALLUVIONALI	17,79	4,80	(A.G.I.)	0,32

Le risultanze delle prove sono state sono state introdotte in un modello stratigrafico più esteso che ha tenuto conto dei rilevamenti di superficie e dei dati bibliografici disponibili.

Relativamente a questi ultimi è risultata utile la consultazione delle sezioni geoelettriche eseguite dalla Provincia di Genova negli anni '70 lungo l'Entella ed il Lavagna per investigare sulla risorsa idrica, comportanti una densa maglia di sezioni - circa ortogonali ai corsi d'acqua - da cui trarre informazioni circa l'andamento del paleoalveo e la granulometria delle alluvioni.



Sulla Tavola 7 allegata viene fornita una ricostruzione ragionata degli aspetti stratigrafici a larga scala che assomma tutte le informazioni raccolte attraverso le suddette indagini.

Considerato che gli interventi interesseranno esclusivamente i primi metri di profondità si ulteriormente sviluppata l'analisi più nel dettaglio.

L'areale di interesse, nel suo complesso, propone un primo orizzonte rimaneggiato che, nel settore a Nord urbanizzato è costituito da materiali di riporto di spessore da 1m fino a 2m mentre nel settore a Sud si configura in una coltre agricola rimaneggiata di spessore entro il metro, salvo riscontrare anche in questa zona locali riporti correlati a sistemazioni esterne di fabbricati ed all'impostazione del campo sportivo.

Le osservazioni compiute nel corso della Somma Urgenza su sezioni del sottosuolo nel primo settore e le caratteristiche dei terreni acquisite attraverso le prospezioni nel secondo, consentono di caratterizzare omogeneamente i due orizzonti più superficiali definiti LIVELLO I e proponenti spessori mediamente non superiori a 3-5m.

Relativamente all'orizzonte alluvionale sottostante, più strettamente correlabile alle digressioni subite dall'asta torrentizia, esso è stato definito LIVELLO II.

Ai fini progettuali sono di seguito fornite due distinte parametrizzazioni geotecniche in termini di valori medi, caratteristici e di progetto.

LIVELLO I –COLTRE RIMANEGGIATA (profondità 3-5m dal pc)

Dr= densità relativa
γ = peso di volume
γsat = peso di volume saturo
ϕ= angolo di attrito *efficace*
c' = coesione efficace
cu = coesione apparente
E_{st} = Modulo di Young statico
ν = Modulo di Poisson statico

PARAMETRI MEDI:

Dr (%)	γ_m (T/mc)	γsat_m (T/mc)	ϕ_m (°)	c'_m *(Kg/cmq)*	cu_m *(Kg/cmq)*	$E_{st\ m}$ *(Kg/cmq)*	ν_m
63	1.64	1.90	29.1	0.0	0.0	75-100	0.34

Richiamate le NTC stabilite dal D.M. 14/01/2008, per i parametri rappresentativi della coltre si ritiene possa essere imposta l'uguaglianza tra i valori medi (fm) ed i valori caratteristici (fk).

PARAMETRI DI PROGETTO	M1	M2
γ (T/mc)	1.64	1.64
ϕ(°)	29.1	24.0
c' *(kg/cmq)*	0.0	0.0
cu *(kg/cmq)*	0.0	0.0

LIVELLO II –SEDIMENTI ALLUVIONALI (profondità maggiore 3-5 dal pc)

Dr= densità relativa
γ = peso di volume
γsat = peso di volume saturo
ϕ= angolo di attrito *efficace*
c' = coesione efficace
cu = coesione apparente
E_{st} = Modulo di Young statico
ν = Modulo di Poisson statico

PARAMETRI MEDI:

Dr (%)	γ_m (T/mc)	γsat_m (T/mc)	ϕ_m (°)	c'_m *(Kg/cmq)*	cu_m *(Kg/cmq)*	$E_{st\ m}$ *(Kg/cmq)*	ν_m
88	1.95	1.97	32.2	0.0	0.0	200-225	0.32

Richiamate le NTC stabilite dal D.M. 14/01/2008, per i parametri rappresentativi della coltre si ritiene possa essere imposta l'uguaglianza tra i valori medi (fm) ed i valori caratteristici (fk).

PARAMETRI DI PROGETTO	M1	M2
γ (T/mc)	1.95	1.5
ϕ(°)	32.2	26.7
c' *(kg/cmq)*	0.0	0.0
cu *(kg/cmq)*	0.0	0.0

5. CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA

Come già specificato, considerato il reperimento di emergenze del substrato, seppur discontinue e di contenuta estensione, si è svolto un essenziale rilevamento geomeccanico, d'altra parte occorre osservare che le opere non interferiranno col substrato salvo all'estremità di monte dell'intervento nel caso di utilizzo di fondazioni speciali (palificate).

La metodologia d'indagine è quella tipica nel corso della quale, oltre al riconoscimento delle differenti litologie e dei rapporti tra loro intercorrenti, particolare attenzione è stata rivolta a registrare tutti i parametri (qualitativi e quantitativi) che concorrono a formare il giudizio di qualità dell'ammasso roccioso mediante l'applicazione di due criteri di classificazione disponibili in letteratura (Bieniawski e GSI) e in definitiva formulare una ragionevole ipotesi preliminare circa il suo comportamento.

In particolare sono state registrate le seguenti caratteristiche:

- Orientazione ed inclinazione dei piani di discontinuità
- Morfologia dei giunti a scala metrica
- Coefficiente di rugosità JRC a scala decimetrica
- Spaziatura dei giunti
- Apertura dei giunti
- Stato di alterazione delle pareti dei giunti
- Eventuale presenza e natura del materiale di riempimento delle discontinuità
- Condizioni idrauliche
- Resistenza della roccia adiacente la superficie dei giunti

I dati raccolti sono stati successivamente analizzati ed interpretati ai fini classificativi.

Il sistema di Bieniawski, come noto, consiste nell'attribuzione di valori numerici a parametri qualitatitivi e quantitativi caratteristici, consentendo l'elaborazione dell'indice RMR che è ricavato mediante la seguente relazione: RMRbase= (A1+A2+A3+A4+A5)

A1 = valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta
A2 = valore numerico derivato dall'indice RQD
A3 = valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità
A4 = valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità
A5 = valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche

In seguito sono stati calcolati i valori dei parametri geomeccanici rappresentativi in termini di valori medi mediante l'applicazione delle seguenti relazioni:

- Coesione (kPa) = 5*RMRb (Bieniawski)
- Angolo d'attrito (°) = 0.5 * RMRb + 5 (Bieniawski)
- Est – modulo di deformazione (GPa) = 10 (RMR -10)/40 (Serafim e Pereira)
  (Valida per valori di RMRb minori o prossimi a 50)
- Est – modulo di deformazione (GPa) = 2 * RMRb -100 (Bieniawski)

In relazione alla determinazione dei parametri necessari si specifica quanto segue:

- per il parametro relativo alla resistenza della roccia sono stati utilizzati i valori medi dell'indice di rimbalzo R ottenuti dalle prove sclerometriche eseguite sugli affioramenti, correlati alla resistenza alla compressione uniassiale mediante la relazione di Irfan e Dearman (1978):

$$Su = 0.775R + 21.3$$

- in assenza di carote di sondaggio, il valore di RQD è stato calcolato attraverso la relazione di Palmstrom, che permette di ricavare tale valore dal numero di famiglie di discontinuità e dalla loro spaziatura:

$$RQD = 115 – 3.3\ jv$$

  dove:

  Jv (n° di fratture per mc di roccia) = 1/S1 + 1/S2 + 1/S3 + Nr/5
  Si = spaziatura della famiglia "i"
  Nr = numero di famiglie random eventualmente presenti

- i set delle discontinuità sono stati caratterizzati mediante un'analisi morfologica e qualitativa delle superfici di giunto

RMRb (Bieniawski 1989)

	MIN	MAX	Indice MIN LIVELLO III	Indice MAX LIVELLO IV
A1 Resistenza roccia integra (MPa)	5-25	25-50	2	4
A2 RQD (%)	<25	25-50	3	8
A3 Spaziatura discontinuità (m)	<0.06	0.06-0.20	5	8
A4 Condizioni dei giunti	-	-	5	20
A5 Condizioni idrauliche	asciutto	asciutto	15	15
RMR_b			30 CLASSE IV SCADENTE	55 Classe III mediocre
GSI			25	50
Coesione (kPa)			150	275
ϕ (°)			20.0	32.5
E_{st} (GPa)			3.2	10.0

Il valore del peso di volume deriva da dati bibliografici.

Richiamate le NTC stabilite dal D.M. 14/01/2008, per i parametri rappresentativi dell'ammasso roccioso si ritiene possa essere ancora imposta l'uguaglianza tra i valori medi (fm) ed i valori caratteristici (fk).

LIVELLO III LIVELLO SUBCORTICALE DEL SUBSTRATO ROCCIOSO (circa 1m di spessore)

PARAMETRI MEDI:

γ_m (T/mc)	ϕ'_m (°)	c_m *(kPa)*	E_{stm} *(GPa)*
2.3	20.0	150	3.2

Richiamate le NTC stabilite dal D.M. 14/01/2008, per i parametri rappresentativi dell'ammasso roccioso si ritiene possa essere imposta l'uguaglianza tra i valori medi (fm) ed i valori caratteristici (fk).

PARAMETRI DI PROGETTO	M1	M2
γ_d (T/mc)	2.3	2.3
ϕ_d (°)	20.0	16.2
C_d *(kPa)*	150	120

LIVELLO IV SUSBSTRATO ROCCIOSO

PARAMETRI MEDI:

γ_m (T/mc)	ϕ'_m (°)	c_m *(kPa)*	E_{stm} *(GPa)*
2.6	32.5	275	10

Richiamate le NTC stabilite dal D.M. 14/01/2008, per i parametri rappresentativi dell'ammasso roccioso si ritiene possa essere imposta l'uguaglianza tra i valori medi (fm) ed i valori caratteristici (fk).

PARAMETRI DI PROGETTO	M1	M2
γ_d (T/mc)	2.6	2.6
ϕ_d (°)	32.5	27.0
C_d *(kPa)*	275	220

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

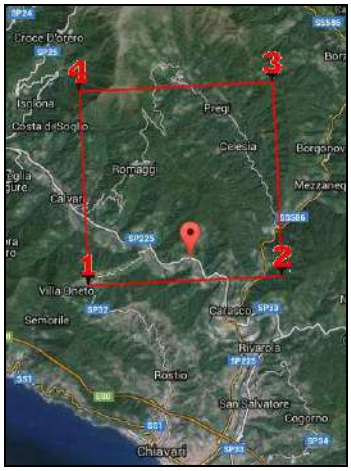
Ai sensi dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003 ("Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche") e della successiva DGR n°216 del 17/03/2017 il territorio comunale di San Colombano Certenoli ricade in zona sismica 3 con pga = 0,15g.

La normativa tecnica, ai fini del calcolo dell'azione sismica, prescrive di determinare la categoria del suolo di fondazione. Nel caso specifico è possibile associare gli orizzonti stratigrafici individuati nel corso delle indagini, in prima analisi, alla categoria E relativa a "terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20m, posti sul substrato di riferimento con Vs> 800m/s".

Il pendio in ragione della sua acclività può essere riferito alla categoria topografica T1.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante approccio "sito dipendente" attraverso la determinazione dei parametri sismici.

SITO IN ESAME:





(1)* Coordinate WGS84			
Lat.	44,366226 °	Long.	9,3303571 °
(1)* Coordinate ED50			
Lat.	44,367186 °	Long.	9,331393 °

SITI DI RIFERIMENTO (COORD. ED50):

	ID	LAT.	LONG.	DISTANZA (m)
SITO1	17145	44.3607	9.2949	2992.695
SITO2	17146	44.3631	9.3646	2679.841
SITO3	16924	44.4131	9.3612	5623.889
SITO4	16923	44.4106	9.2914	5781.312

	Significato simboli
V_N	vita nominale della struttura
C_u	coefficiente che dipende dalla classe d'uso
V_R	periodo di riferimento dell'azione sismica
P_{VR}	periodo di ritorno per la definizione dell'azione sismica
T_R	tempo di ritorno
a_g	accelerazione orizzontale di riferimento massima su suolo rigido (Cat. A
F_o	fattore di amplificazione spettrale massima su suolo rigido
T_o	periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro
S_s	coefficiente di amplificazione stratigrafica
C_o	coefficiente correttivo del periodo Tc
S_t	coefficiente di correzione topografica
a_{max}	accelerazione orizzontale massima attesa al sito
β	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito
kh	coefficiente sismico orizzontale
kv	coefficiente sismico verticale

Fondazioni

Parametri sismici					
		SLE		SLU	
		SLO	SLD	SLV	SLC
Cat.suolo		E			
Cat. Top.		T1			
Classe uso		II			
V_N	anni	50			
C_u		1			
V_R	anni	50			
P_{VR}	%	81	63	10	5
T_R	anni	30	50	475	975
a_g	g	0.034	0.043	0.106	0.140
F_o		2.501	2.517	2.470	2.406
T_c	s	0.207	0.231	0.285	0.291
S_s		1.600	1.600	1.600	1.600
C_c		2.160	2.070	1.900	1.880
S_t		1.000	1.000	1.000	1.000
a_{max}	m/s^2	0.537	0.667	1.664	2.202
β		0.200	0.200	0.240	0.240
kh		0.011	0.014	0.041	0.054
kv	±	0.005	0.007	0.020	0.027

Muri di sostegno

Parametri sismici					
		SLE		SLU	
		SLO	SLD	SLV	SLC
Cat.suolo		E			
Cat. Top.		T1			
Classe uso		II			
V_N	anni	50			
C_u		1			
V_R	anni	50			
P_{VR}	%	81	63	10	5
T_R	anni	30	50	475	975
a_g	g	0.034	0.043	0.106	0.140
F_o		2.501	2.517	2.470	2.406
T_c	s	0.207	0.231	0.285	0.291
S_s		1.600	1.600	1.600	1.600
C_c		2.160	2.070	1.900	1.880
S_t		1.000	1.000	1.000	1.000
a_{max}	m/s^2	0.537	0.667	1.664	2.202
β		0.180	0.180	0.240	0.240
kh		0.010	0.012	0.041	0.054
kv	±	0.005	0.006	0.020	0.027

7. ANALISI DELL'INTERVENTO E PRECRIZIONI OPERATIVE

L'intervento è informato ad oggettiva semplicità e presupporrà uno scavo in trincea profondo mediamente 3-3,50m per l'inserimento delle opere volte alla riduzione del rischio idraulico (scatolari, argini, ecc.), così come meglio rappresentato sulle tavole di progetto cui si rimanda.

Sotto il profilo operativo lo scavo proporrà le problematiche tipiche dell'avanzamento in trincea, aventi ricadute soprattutto in merito alla tenuta dei fronti e, conseguentemente, alla sicurezza delle maestranze.

Laddove possibile occorrerà dunque sagomare le pareti dello scavo secondo pendenze di equilibrio mentre in ambito urbanizzato dovranno essere presi i necessari provvedimenti cautelativi di confinamento provvisionale onde escludere rischi (seppellimento, ecc.).

In avvicinamento a preesistenze dovrà essere valutata la necessità di opere provvisionali al fine di non turbare gli equilibri ad oggi riscontrati; in tal senso in fase esecutiva dovranno essere indagate le quote delle eventuali fondazioni limitrofe alla trincea rispetto al suo approfondimento e, se del caso, studiate opportune soluzioni (palificate, ecc.).

Circa le tematiche geotecniche, le parametrizzazioni fornite consentiranno valutazioni sia in ordine alla capacità portante dei terreni che dei cedimenti.

Sotto il profilo idrogeologico, considerato che il tracciato percorrerà circa l'impluvio originario, è probabile si rinvengano drenaggi subsuperficiali per i quali dovranno essere approntati adeguati sistemi di aggottamento.

Riguardo il trattamento degli eventuali materiali eccedenti provenienti dagli scavi, si rimanda alle normative di Legge.

Si specifica tuttavia come l'area d'intervento sia costituita da coltri di natura detritica ed alluvioni derivanti dall'alterazione di un substrato lapideo tipico del bacino alimentatore; si esclude quindi la presenza di rocce verdi (serpentiniti, serpentinoscisti, eclogiti, anfiboliti,

gabbri, metagabbri, basalti, metabasalti e terreni da esse derivati) e dunque la presenza di litologie che potrebbero determinare contaminazione.

8. CONCLUSIONI

Alla luce di quanto illustrato e considerate le finalità dell'intervento, è possibile esprimere un positivo parere di compatibilità/adattabilità tra lo stesso e le condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area.

Opportuni controlli in corso d'opera da parte del geologo incaricato consentiranno un affinamento dei modelli geologico e geotecnico proposti e la soluzione di eventuali aspetti di dettaglio connessi al terreno.

Sestri Levante Dicembre 2017

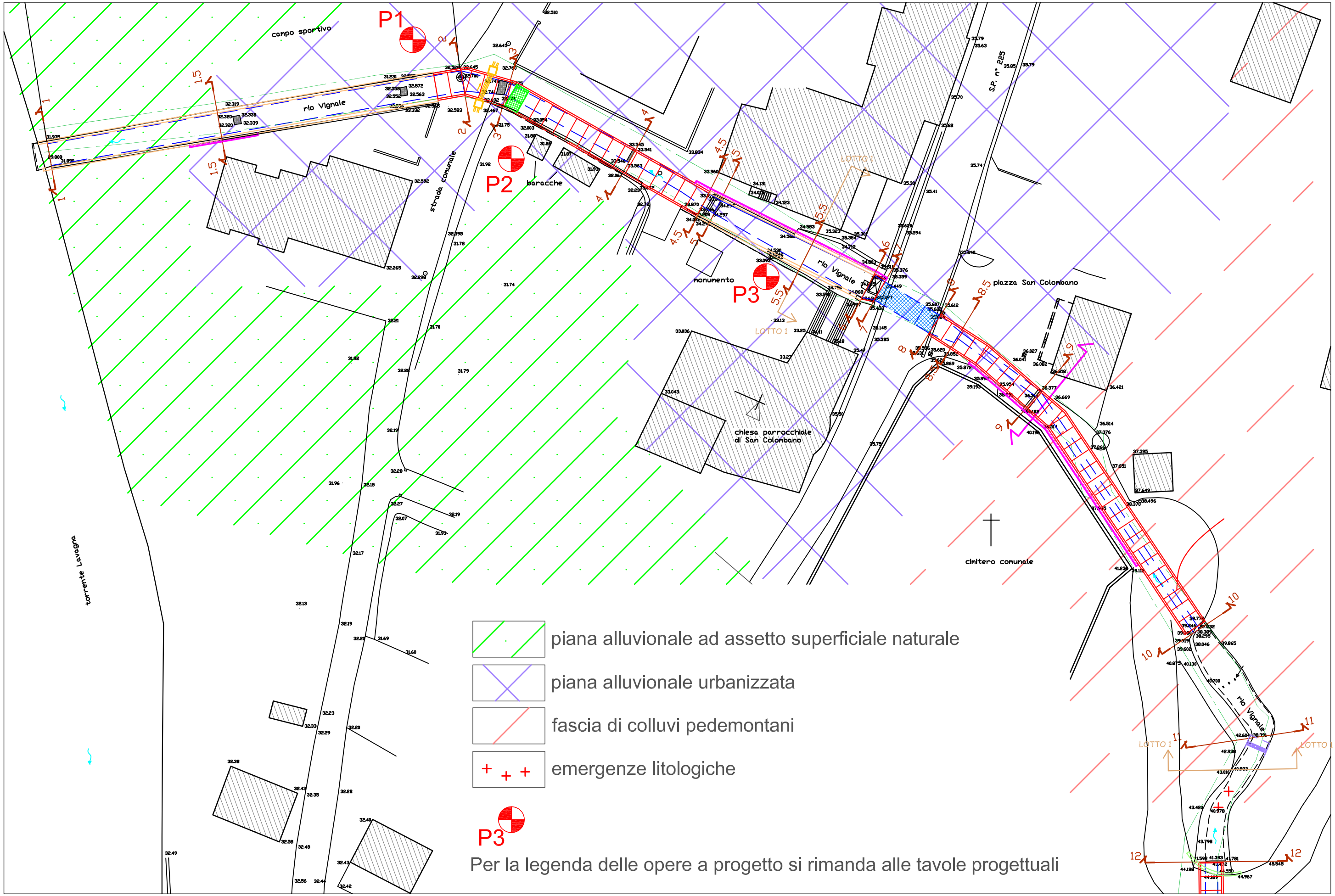


Dott. geol. Giovanni Rizzi



dott. geol. Barbara Musante

TAV. 6: PLANIMETRIA TECNICA 1:500



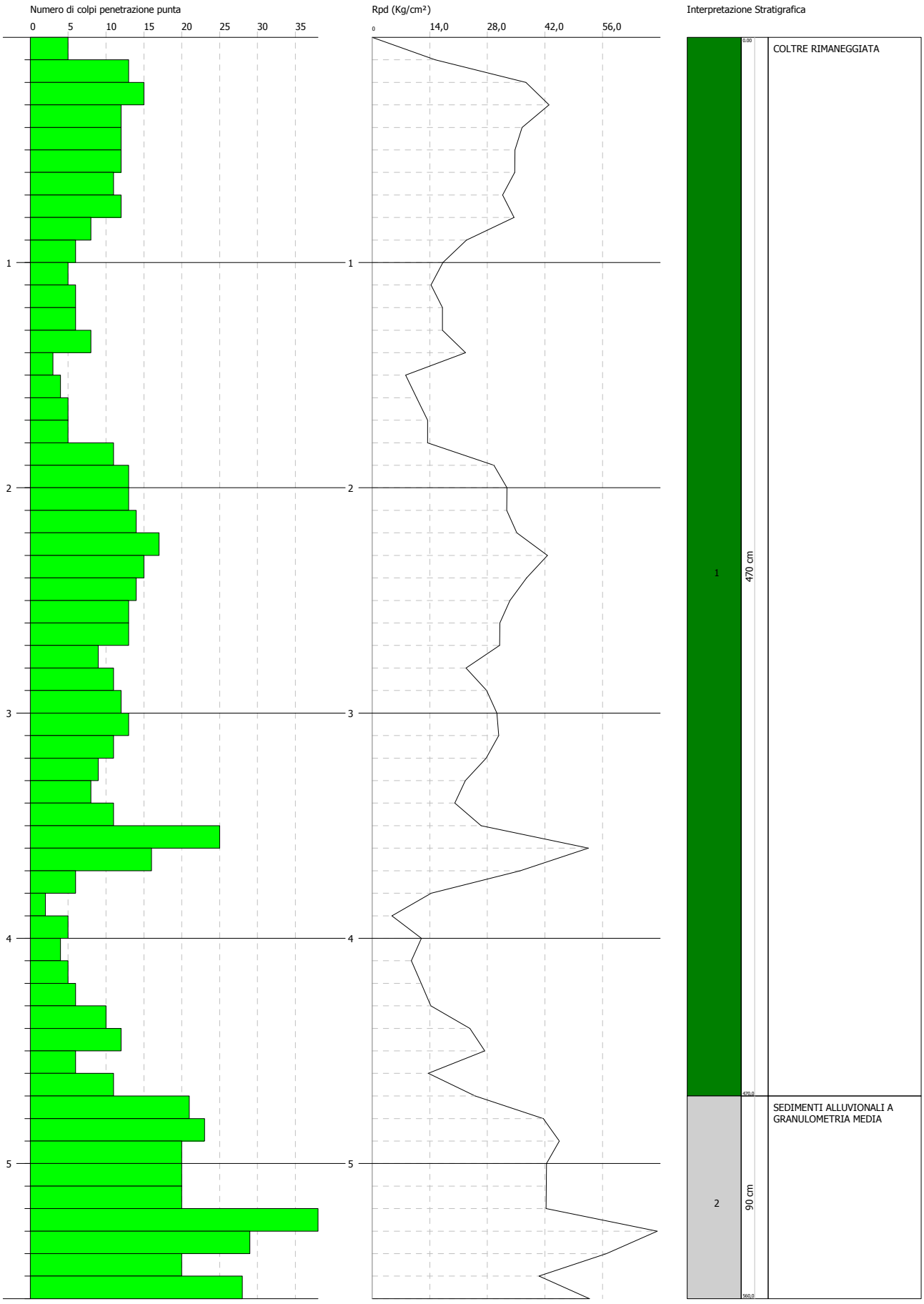
TAV.7: DIAGRAMMI PENETROMETRICI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1
Strumento utilizzato... DPM (DL 030 SUNDA)

Committente: COMUNE DI SAN COLOMBANO CERTENOLI
Cantiere: SISTEMAZIONE TRATTO TERMINALE RIO VIGNALE
Località: SAN COLOMBANO

Data: 27/07/2017

Scala 1:24

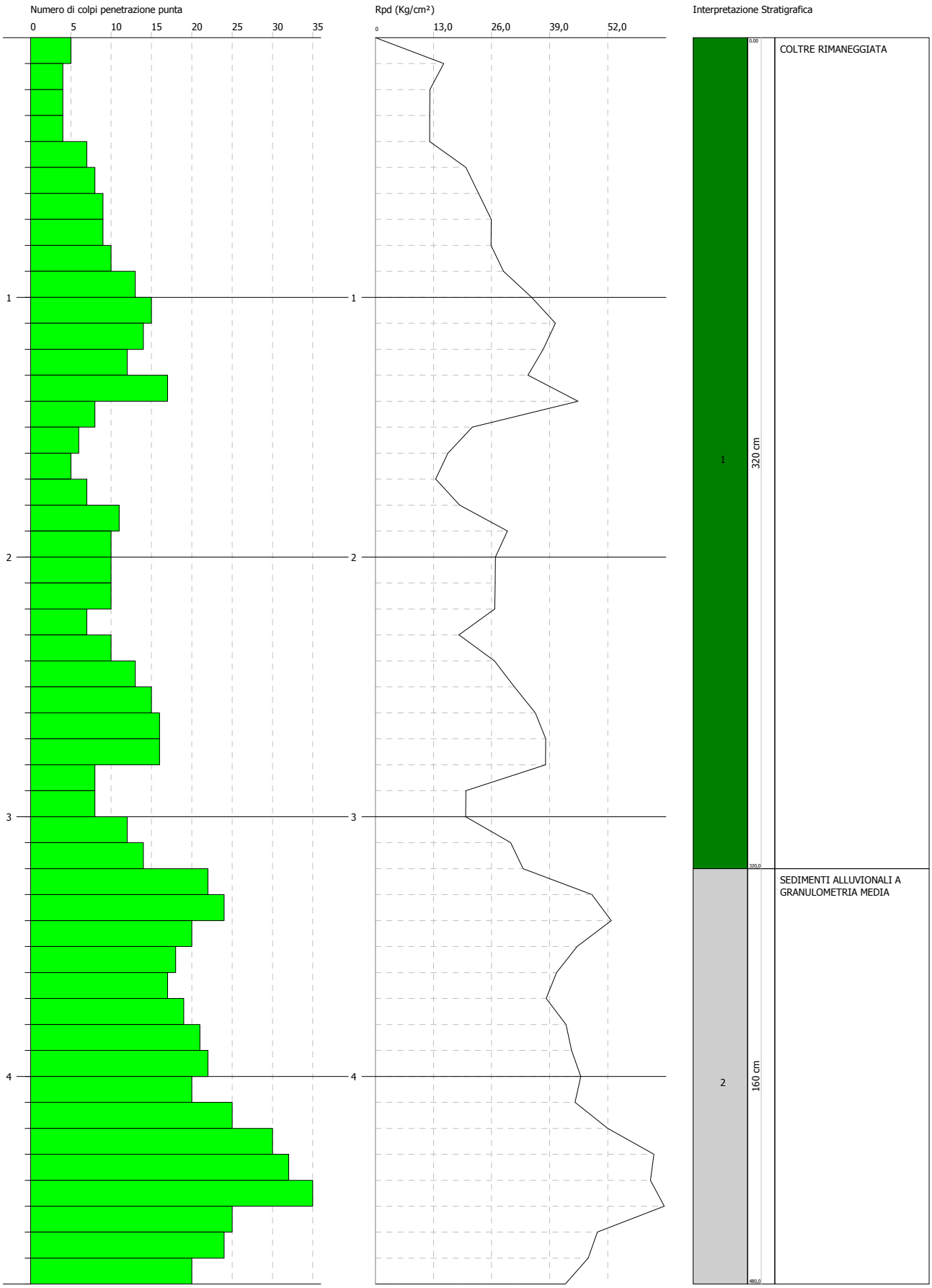


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2
Strumento utilizzato... DPM (DL 030 SUNDA)

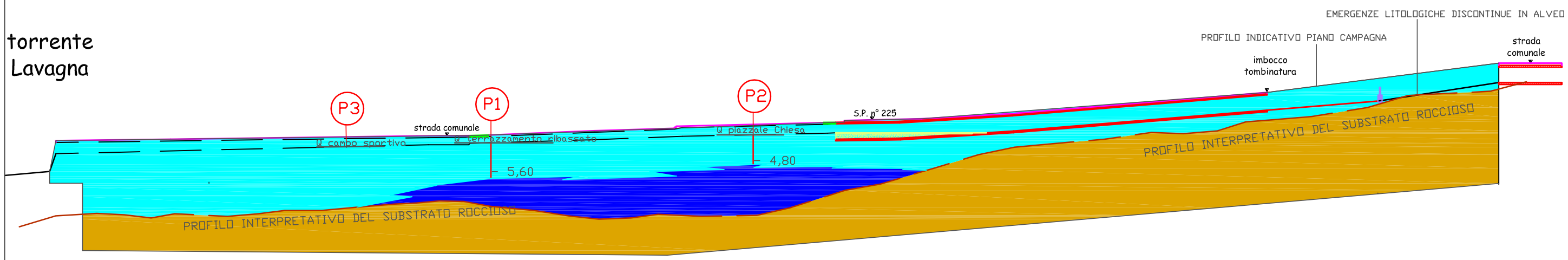
Committente: COMUNE DI SAN COLOMBANO CERTENOLI
Cantiere: SISTEMAZIONE TRATTO TERMINALE RIO VIGNALE
Località: SAN COLOMBANO

Data: 27/07/2017

Scala 1:21



TAV. 8: SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA



rimaneggiamenti superficiali, coltri e sottostanti alluvioni a granulometria fine

alluvioni a granulometria media

substrato argilloscistoso

Per la legenda delle opere a progetto si rimanda alle tavole progettuali

0 10m 20m