COMUNE DI GENOVA

DIREZIONE INFRASTRUTTURE E DIFESA DEL SUOLO
SETTORE ATTUAZIONE OPERE IDRAULICHE

TITOLO

ADEGUAMENTO IDRAULICO DEL TRATTO TERMINALE DEL TORRENTE NERVI

LIVELLO DI PROGETTAZIONE **PROGETTO DEFINITIVO**

REV.	DATA	DESCRIZIONE DELLA REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
0	APR 2019	PRIMA EMISSIONE	Ing. G. Grosso	Ing. L. Corona	Ing. G. Nobile

AMMINISTRAZIONE PROPONENTE
COMUNE DI GENOVA

OGGETTO

RELAZIONE GEOLOGICA

R002

SCALA
-

RESP. UNICO DI PROCEDIMENTO
Arch. Roberto Valcalda

GRUPPO DI PROGETTO
Ing. G. Nobile
Ing. L. Corona
Ing. G. Grosso

RILIEVO
Ing. G. Nobile

COORDINATORE PROGETTO
Ing. G. Nobile

ORDINE DEGLI INGEGNERI DI GENOVA
DOTT. ING. Nobile Giampiero
Sez. A Settori: a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione
N° 10393A

CONSULENZA GEOTECNICA
Ing. M. Leoni

CONSULENZA GEOLOGICA
Dott. Geol. F. Ceccarelli

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
Ing. A. De Bastiani

NOME FILE	NOME LAYOUT	FILE STAMPA
CGE02-D-G202R002_0.pdf	-	CGE02-D.ctb

CODICE COMMESSA	DOC.N.	SCALA DI STAMPA	FORMATO	FOGLIO
C G E 0 2	G 2 0 2 R	-	-	1 DI 1

Informazioni Cliente/Progetto						
CLIENTE	**COMUNE DI GENOVA** **DIREZIONE INFRASTRUTTURE E DIFESA DEL SUOLO** **SETTORE ATTUAZIONE OPERE IDRAULICHE** **16149 – GENOVA – Via di Francia, 3**					
DOCUMENTO	**ADEGUAMENTO IDRAULICO DEL TRATTO TERMINALE DEL TORRENTE NERVI** **PROGETTO DEFINITIVO** **RELAZIONE GEOLOGICA**					
	PROJECT NUMBER	-				
	RIFERIMENTO CLIENTE	-				
STATO	**DIMENSIONI**	**TIPO DOCUMENTO**	**NUMERO IDENTIFICAZIONE**			
	A4	-	**CGE02-D-G202R002**			
	SCALA	**STATO DOCUMENTO**	**LINGUA**	**REVISIONE**	**DATA**	**PAGINE**
	NESSUNA	-	IT	0	16/04/2019	27

ORDINE DEGLI INGEGNERI DI GENOVA
DOTT. ING. Nobile Giampiero
Sez. A Settori:
a) civile e ambientale
b) industriale
c) dell'informazione
N° 10393A

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
DOTT. GEOL. FRANCESCO CECCARELLI
N° 986

REVISIONE	DATA	NOTE	CREATO	CONTROLLATO	APPROVATO
0	16/04/2019	Prima Emissione	Ceccarelli	Nobile	Corona/Grosso

OAC INGEGNERIA
Via Sottoripa 1A/121, 16124 GENOVA (Italy) - Tel. (+39) 010 8698603 – Fax (+39) 010 8698604
P.IVA (VAT) 01861820999 - email: info@oacingegneria.com – www.oacingegneria.com

Sommario

Ubicazione del sito 3
Oggetto dei lavori 4
RELAZIONE GEOLOGICA 7
Geologia 7
Geomorfologia ed idrologia 9
Analisi cartografia PUC 12
Indagini realizzate 13
Valutazione delle indagini geognostiche 18
RELAZIONE SISMICA 21
Categoria di sottosuolo – calcolo Vs,eq 21
Valutazione del potenziale di liquefazione 25
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 26

Le presenti note intendono fornire il quadro geologico inerente l'area oggetto di studio ai fini di individuarne le caratteristiche geologiche generali.

Ubicazione del sito

L'area oggetto di studio riguarda il tratto finale del torrente Nervi compreso tra via Oberdan e la foce nel porticciolo, situato nel comune di Genova in località Nervi.



Vista da Google Earth dell'area oggetto di studio



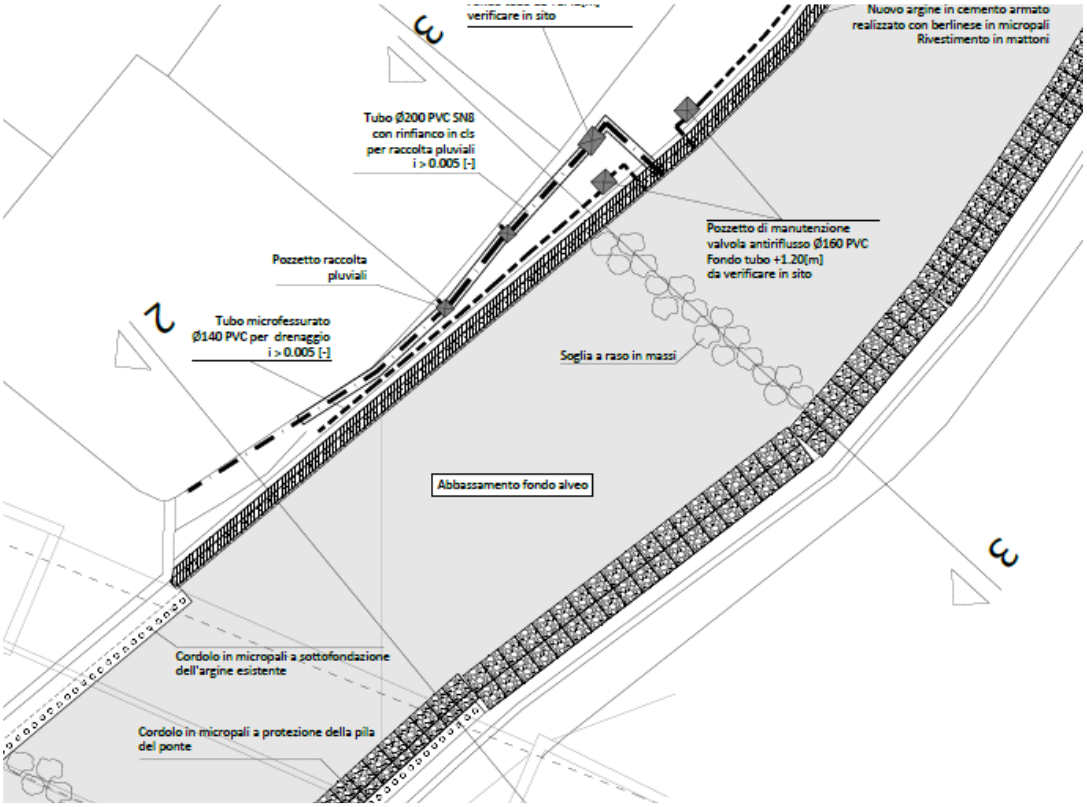
Tratto immediatamente a valle di via Oberdan



Tratto focivo del torrente Nervi

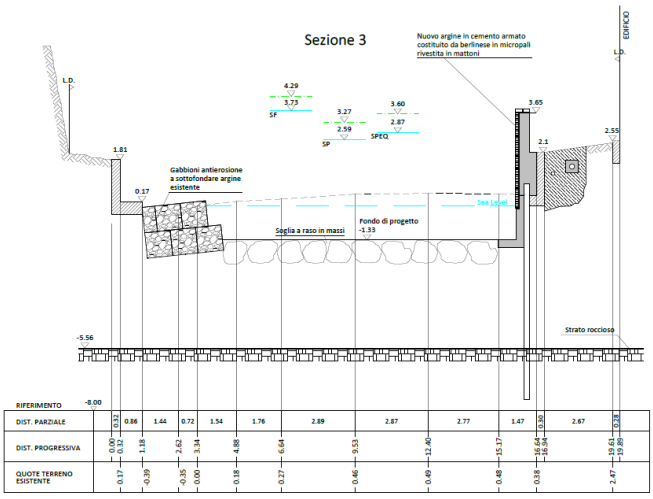
Oggetto dei lavori

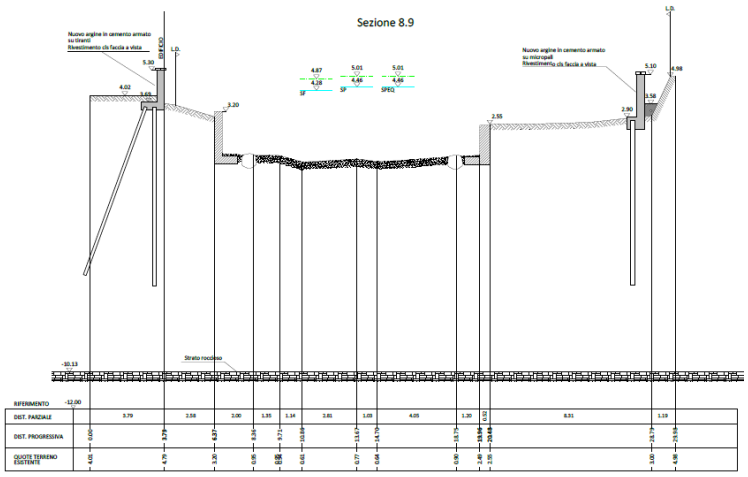
Il progetto prevede il rialzamento arginale al fine di garantire il deflusso delle portate duecentennali con associato ribassamento dell'alveo nel tratto finale per renderlo navigabile a piccole imbarcazioni.



In generale verranno realizzati nuovi muri in c.a. fondati su micropali e rialzati in aderenza agli esistenti, il ribassamento dell'alveo riguarderà spessori di circa 1 - 1.4 metri, la parte al piede dei muri esistenti sarà protetta dall'erosione mediante messa in opera di gabbioni antierosione.

Si riportano alcune sezioni progettuali e si rimanda per maggiori dettagli agli elaborati dei progettisti.



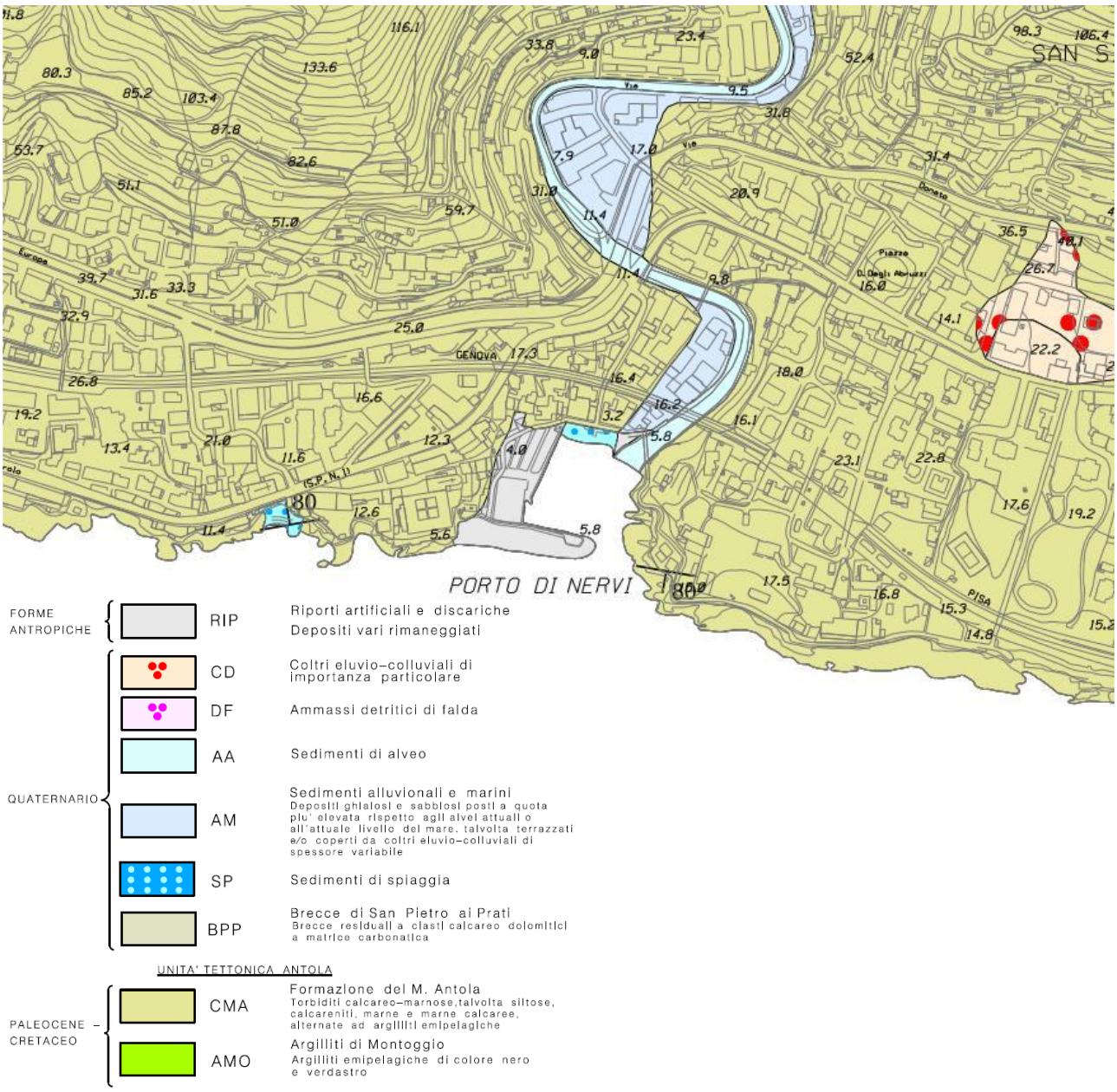

Sezione 8.9
Nuovo argine in cemento armato su tirranti
Rivestimento cls faccia a vista
Nuovo argine in cemento armato su micropali
Rivestimento cls faccia a vista
Strato roccioso
RIFERIMENTO
DIST. PARZIALE
DIST. PROGRESSIVA
QUOTE TERRENO ESISTENTE

Relazione geologica

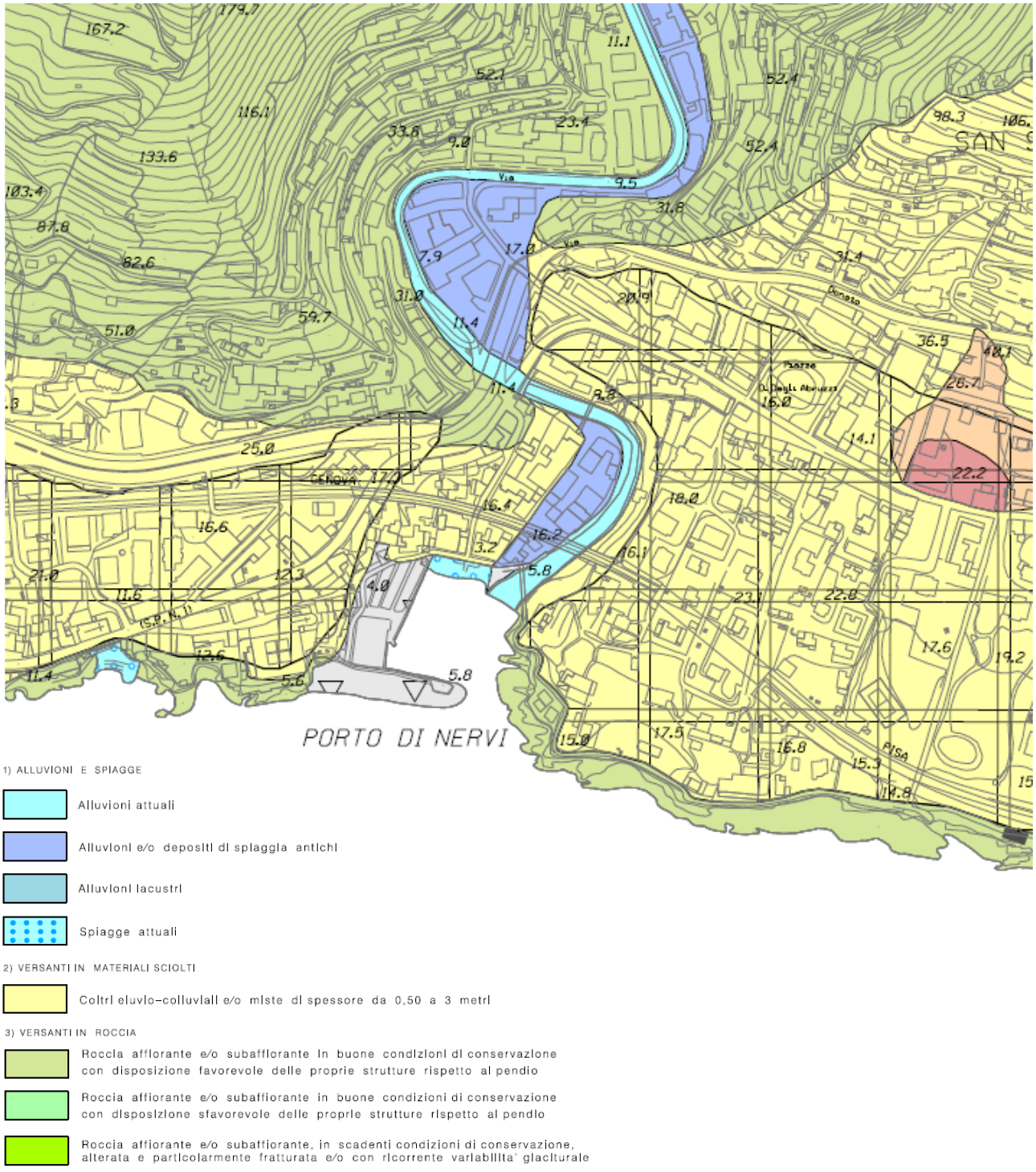
Geologia

Dal punto di vista geologico l'intera area è interessata dalla Unità tettonica del Monte Antola appartenente alla serie delle Liguridi.

Come riportato nella carta geologica in allegato, l'affioramento delle formazioni rocciose è esteso a tutta l'area oggetto di studio e alle aree contermini, mentre depositi alluvionali recenti e/o terrazzati affiorano solo nelle valli fluviali, e per spessori esigui nell'intera area di costa.



Estratto carta geologica dal Piano Urbanistico Comunale



Estratto carta geomorfologica dal Piano Urbanistico Comunale (non a scala)

Nell'area oggetto di studio si rilevano facilmente le formazioni rocciose lungo la costa ed in sinistra idrografica del torrente Nervi nel tratto di foce in prossimità del ponte ferroviario. L'intensa antropizzazione non permette

di cartografare con un semplice rilievo di superficie le formazioni e litotipi presenti. Facendo comunque riferimento alla suddetta carta geologica, è evidente che nell'area oggetto di intervento si hanno alluvioni attuali in contatto con alluvioni terrazzate affioranti a ovest (all'interno dell'ansa) e con le formazioni dell'Antola presenti sulla parte in sinistra idrografica (dove le energie erosive del torrente Nervi sono maggiori).

Geomorfologia ed idrologia

L'area oggetto di intervento è situata alla foce del torrente Nervi, immediatamente a monte del porticciolo turistico, in area sub-pianeggiante immediatamente a ridosso della linea di costa, caratterizzata da coste rocciose indice di forti energie e di maggior erosione delle correnti marine rispetto ai depositi delle stesse.

Il bacino idrografico del torrente Nervi ha una estensione limitata e i principali rilievi sono costituiti dal Monte Giugo e dal Monte Moro.

Il torrente Nervi ha caratteristiche tipiche liguri, ovvero bacini di modeste dimensioni con elevate acclività ed immediatamente a ridosso della costa. Se alla particolare morfometria del bacino si associa la notevole piovosità dell'area, è evidente che il torrente sia caratterizzato da eventi idraulici di forte energia.

Questo comporta un rimodellamento del fondo dell'alveo continuo e rilevante, con erosione del fondo in occasione di eventi alluvionali caratterizzati da elevate energie e formazione di depositi con eventi meno importanti.

Tale caratteristica porta a presupporre che il deposito alluvionale sia in continua e costante evoluzione, probabilmente esteso a tutto il suo spessore, anche se da un confronto di foto aeree estese su più anni non si evidenziano sostanziali differenze. Vero è che la forte antropizzazione del canale, caratterizzata da sponde in c.a. che accompagnano dal tratto di via Oberdan alla foce nel porticciolo così come il lungo tratto scatolare a monte, costituiscono una "forzatura" al naturale deflusso delle acque.

Interessante notare che in sinistra idrografica nel tratto a valle del ponte romanico, dove il torrente gira a destra per immettersi nel porticciolo, vi siano evidenti segni di erosione con scalzamento delle fondazioni in c.a. del muro che delimita il torrente in sinistra idrografica, mentre all'interno dell'ansa si ha deposito di materiale fine (sabbie). Interessante notare la classazione naturale del deposito, che passa da ciottoli in sinistra idrografica a ghiaie e sabbie sempre più fini spostandosi in destra idrografica.

Nei tratti rettilinei del torrente (immediatamente dopo il lungo tratto scatolare, e immediatamente a monte della foce) la classazione è pressoché uniforme sull'intero alveo.

I depositi alluvionali recenti, che costituiscono il letto del torrente, son caratterizzati da ciottoli con sabbia e ghiaia, i ciottoli hanno al massimo dimensioni decimentriche, indice che il trasporto di fondo avviene con

energie moderate, probabilmente i massi di maggiori dimensioni o hanno un deposito più a monte e/o all'interno del lungo tratto interrato scatolare o sono fermati dalle briglie paramassi poste anche all'inizio del tratto interrato.



Vista della erosione con scalzamento delle fondazioni in sinistra idrografica



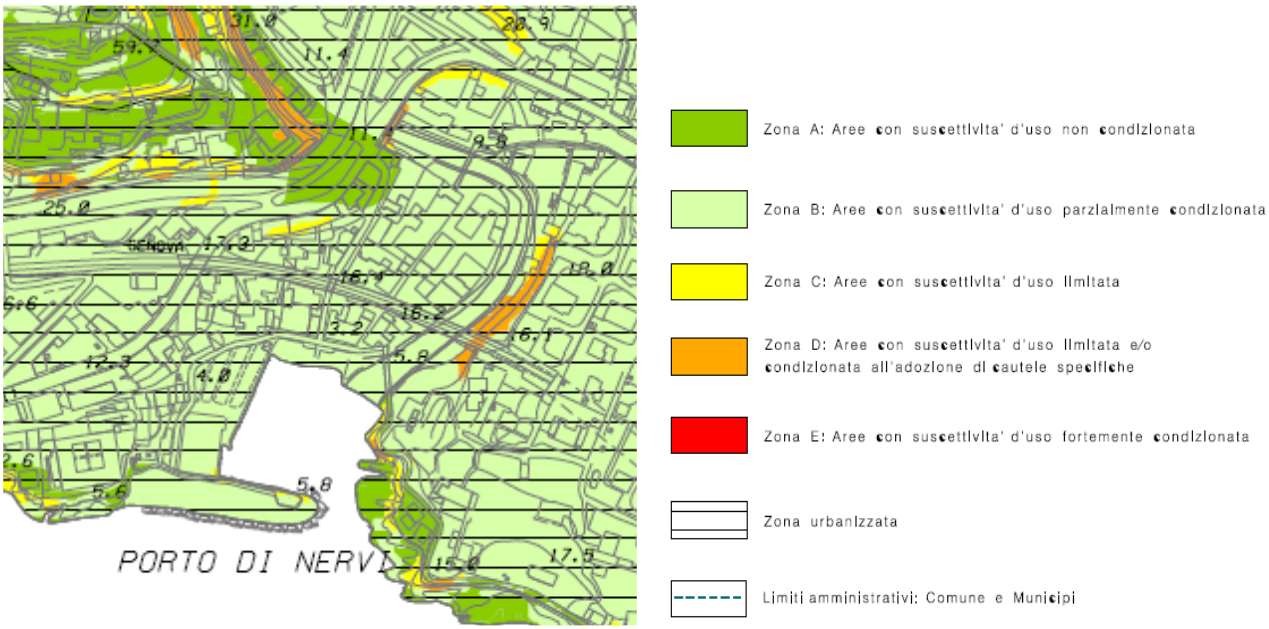
Classazione dei depositi alluvionali attuali, in destra idrografica (sx della foto) sabbie, in destra idrografica ciottoli e forte azione erosiva sulle sponde.

Le indagini in sito di seguito descritte, hanno permesso di verificare la potenza dei depositi, la loro natura e classazione utile a definire le caratteristiche geologiche e geotecniche degli stessi.

Le scelte progettuali prevedono di realizzare nuove arginature e di ribassare la parte finale dell'alveo del T. Nervi sia per renderlo navigabile a piccole imbarcazioni e vuoi per aumentare la sezione idraulica e consentire un corretto deflusso della portata duecentennale. Tale variazione morfometrica presuppone un continuo alluvionamento del canale che dovrà essere costantemente soggetto a dragaggio.
Per quanto concerne gli argini, questi dovranno attestarsi con opere di fondazione al di sotto del nuovo livello del letto del torrente e progettate al fine di evitare fenomeni di sifonamento e/o erosione al piede.

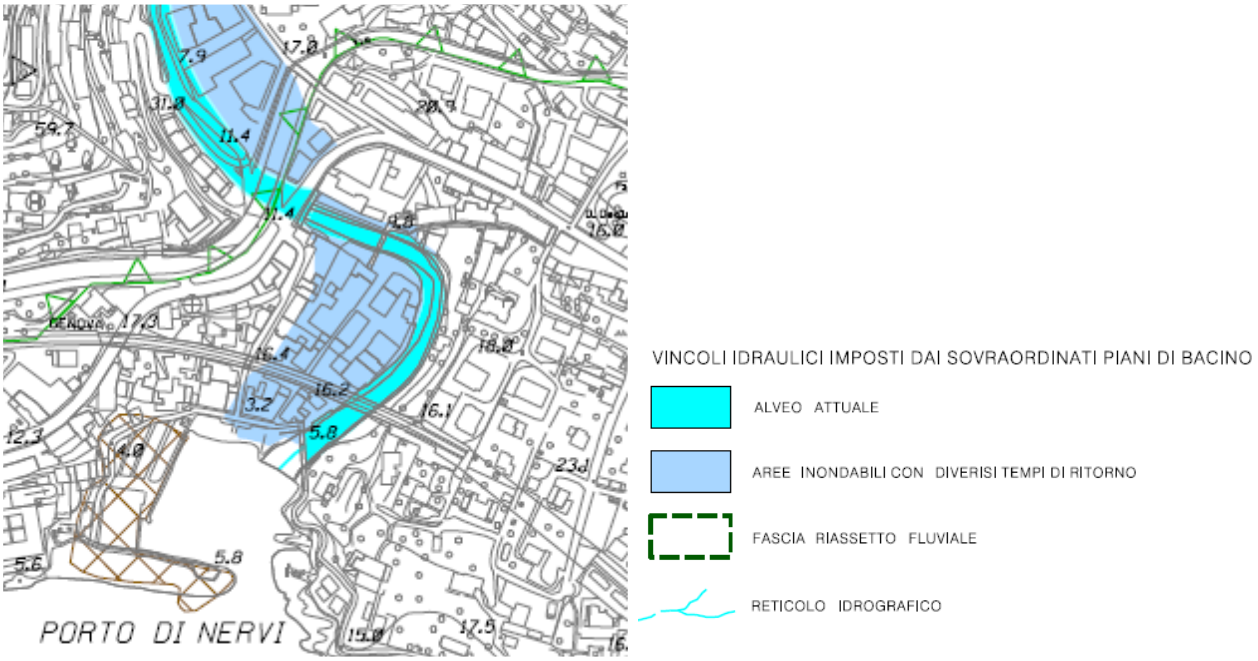
Analisi cartografia PUC

La tavola della zonizzazione geologica e suscettività d'uso del territorio individua:



Ovvero aree Zona B con suscettività parzialmente condizionata

La tavola dei vincoli geomorfologici ed idraulici riporta:



Ovvero alveo attuale e aree inondabili con diversi TR. Per tali aspetti sono state redatte le relative relazioni idrauliche.

Indagini realizzate

Di concerto con l'ing. Geotecnico Leoni, al fine di predisporre un quadro geologico e geotecnico coerente con il tipo di progettazione, è stato realizzato un piano di indagini che tiene conto non solo delle caratteristiche geologiche delle formazioni da studiare ma anche della accessibilità ai luoghi.

Nel settembre 2018 la ditta Injectosond Italia srl ha eseguito indagini geognostiche costituite da 5 sondaggi a carotaggio continuo eseguiti in alveo, con prove in foro SPT, prelievo campioni per analisi di laboratorio quali prova di taglio, compressione monoassiale, analisi granulemetriche e dei limiti di Attemberg, esecuzione di 3 penetrometrie dinamiche DL30 e di 4 stese sismiche a rifrazione in onde S.



Ubicazione indagini eseguite

Per la descrizione dettagliata di tali indagini si rimanda ai certificati di analisi ed al rapporto di sintesi del geol. D. Minuto, allegati al progetto definitivo.

Di seguito si riportano i risultati delle indagini schematizzati a tabella:

Indagini penetrometriche con penetrometro dinamico leggero

	Penetrometria P1	num. Colpi	**Dr**	**phi**	**Cu** (Kg/cmq)
da 0 a 1,6	terreno areato rimaneggiato	10	70	27	
da 1,6 a 2,2	deposito alluvionale	38	100	39	

	Penetrometria P2	num. Colpi	**Dr**	**phi**	**Cu** (Kg/cmq)
da 0 a 0,7	terreno areato rimaneggiato	5	54	24	
da 0,7 a 1,1	terreno rimaneggiato a bassa consistenza	1			0,07
da 1,1 a 2,1	deposito alluvionale	5	54	24	
da 2,1 a 2,4	deposito alluvionale	40	100	39	

	Penetrometria P3	num. Colpi	**Dr**	**phi**	**Cu** (Kg/cmq)
da 0 a 0,3	terreno areato rimaneggiato	3	65	23	0,05
da 0,3 a 4	deposito alluvionale	12	71	28	
da 4 a 4,3	deposito alluvionale	30	95	36	

A seguire tabella schematica riassuntiva delle indagini eseguite: sondaggi, analisi di laboratorio e indagini geofisiche.

								da prova di taglio				granulometria				compress. Monoass.		sismic.
		Dr	phi	Cu (Kg/cmq)	K (cm/sec)	C' (Kg/cmq)	phi	LL (%)	Lp (%)	IP	% ghiaia	% sabbia	% limo/argilla	P (Kg)	σ c (Kg/cmq)	Vs (m/sec)
sondaggio G1																
da 0 a 3	alluvioni grossolane in matrice limosa sabbiosa	3 m N spt 36	100	35	0,07			26,5	17,7	8,8	50,64	35,57	13,79			100
da 3 a 5	alluvioni grossolane in matrice limosa sabbiosa	4,5 m N spt rif	/	/	/	0,044 r	34,1 r	30,5	21,2	9,3	61,15	21,87	16,98			350
da 5 a 8,2	limi	6,2 m N spt 10	58	28	0,07	0,15 r	24,4 r	29,7	18,3	11,4	0	1,69	98,31			
da 8,2 a 9	cappellaccio roccia													15194	312,34	>800
da 9 a 12	substrato roccioso															
sondaggio G2																
da 0 a 10,2	alluvioni grossolane in matrice limosa sabbiosa	3 m N spt 27	99	33	0,07			29,9	20,5	9,4	54,29	28,93	16,78			350
		6 m N spt 29	98	35	0,07	0,01										
		9 m N spt 37	97	38	0,07											
da 10,2 a 13,5	substrato roccioso													31683	649,66	>800
sondaggio G3																
da 0 a 3,5	alluvioni grossolane in matrice limosa sabbiosa	1,5 m N spt 48	100	37,5	0,07			33,4	20,5	12,8	71,59	14,85	13,56			400
da 3,5 a 8,5	substrato roccioso													27247	558,7	>800
sondaggio G4																
da 0 a 3,5	alluvioni grossolane in matrice limosa sabbiosa	3 m N spt 39	100	36	0,07											400
da 3,5 a 7,6	substrato roccioso													40299	826,38	>800
sondaggio G5																
da 0 a 4,5	alluvioni grossolane in matrice limosa sabbiosa	1,5 m N spt 34	100	34,5	0,07	0,0135										400
da 4,5 a 7,5	alluvioni grossolane in matrice limosa sabbiosa															
da 7,5 a 10	substrato roccioso													29133	597,35	>800

Classificazione dell'ammasso roccioso

La valutazione dell'ammasso roccioso è stata effettuata sulla base degli affioramenti presenti in sinistra idrografica del T. Nervi in prossimità del ponte ferroviario e dalla analisi delle carote prelevate nei 5 sondaggi geognostici eseguiti in alveo.
Le classificazioni dell'ammasso roccioso in esame si riferiscono alle teorie classiche di Bieniawski (*Rock Mass Rating, versione del 1989*) e di Barton *(N.G.I. - Q systems*). Mediante tali classificazioni vengono stimate le caratteristiche meccaniche dell'ammasso.
Nelle tabelle a seguire i risultati delle due diverse classificazioni dell'ammasso roccioso.

Classificazione C.S.I.R. - Rock Mass Rating 1989 (Bieniawski)					
Classe	BRMR (stimato)	RMR (stimato)	Qualità dell'ammasso roccioso	Coesione (Kpa)	Angolo d'atrito (°)
III	52	47	discreta	260	31
A1 - Resistenza roccia integra					
Resistenza alla compressione monoassiale (Mpa)=30,0 A2 - Rock Quality Designation				A1=4	
Rock Quality Desigantion (R.Q.D.) %= 60 A3 - Spaziatura giunti				A2=10	
Spaziatura media dei giunti (cm)= 100,0 A4 - Condizione dei giunti				A3=14	
Lunghezza media dei giunti (m): Apertura media dei giunti (mm): Rugosità media dei giunti: Riempimento medio dei giunti (mm): Condizione di alterazione dei giunti: A5 - Condizione idrauliche				Indice parziale=2 Indice parziale=4 Indice parziale=3 Indice parziale=2 Indice parziale=3 A4=14	
A5=10 A6 - Orientamento dei giunti					
A6= -5 BRMR (Basic RMR) = A1+A2+A3+A4+A5 RMR = A1+A2+A3+A4+A5+A6					
GSI (Geological Strength Index) = A1+A2+A3+A4+10 = 52					

Tabella 1a - Classificazione geomeccanica di Bieniawsky 1989

Classificazione N.G.I. - Q System (Barton, Lien e Lunde)					
Classe	BRMR (stimato)	RMR (stimato)	Qualità dell'ammasso roccioso	Coesione (Kpa)	Angolo d'attrito (°)
1.32	58.5	46	scadente	290	34
Jn - numero di famiglie di giunti:					
Tre famiglie di giunti con ulteriori giunti sparsi					

Jn=9 Jr - scabrezza del giunto
Giunti planari, ruvide o irregolari
Jr= 1,5 Ja - alterazione della superficie del giunto
Pareti del giunto leggermente alterate
Ja= 2,0 Jw- fattore di riduzione per l'acqua nei giunti
Afflusso medio o pressioni medie, occasionalmente trasporto di materiali di riempimento del giunto
Jw= 0,66 SRF - fattore di riduzione delle tensioni
Roccia moderatamente fratturata
SRF= 2.5 Rock Quality Designation RQD %= 60,0

Tabella 1b - Classificazione geomeccanica di Barton.

Riassumendo:

CLASSIFICAZIONI DI BIENIAWSKI E DI BARTON		
	Bieniawski	Barton
Classe / Q	III	1.32
BRMR	52	58.5
Qualità dell'ammasso	Discreta	scadente
Angolo di attrito	31°	34°
Coesione	0.26 MPa	0.29 MPa



Roccia affiorante in sx idrografica

Valutazione delle indagini geognostiche

Dall'analisi di tutte le indagini, prove e analisi sopra descritte è possibile ricostruire una stratigrafia dell'area oltre a definire i parametri geotecnici dei diversi litotipi.

Per quanto riguarda gli aspetti stratigrafici si è rilevata una buona correlazione tra le varie indagini analizzate.

In sintesi, è possibile ricostruire la seguente stratigrafia e i seguenti parametri geotecnici, si riportano inoltre le sezioni stratigrafiche in analogia con le sezioni progettuali:

valori caratteristici	Dr	phi	Cu (Kg/cmq)	K (cm/sec)	C' (Kg/cmq)
limi	90	24,4	0,07	0,01	0,15
alluvioni grossolane in matrice limosa sabbiosa	95	35	0	0,01	
substrato roccioso		32			2.6

valori caratteristici terreno sovra-sponda	Dr	phi	Cu (Kg/cmq)	K (cm/sec)	C' (Kg/cmq)
deposito alluvionale	70	30	/		/

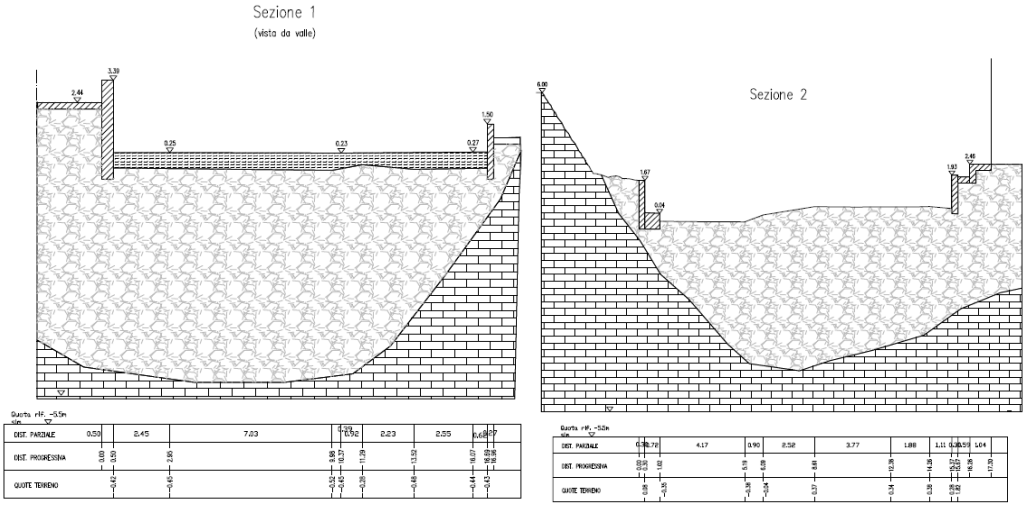
Nelle sezioni a seguire (non a scala) si riporta la stratigrafia ricostruita:

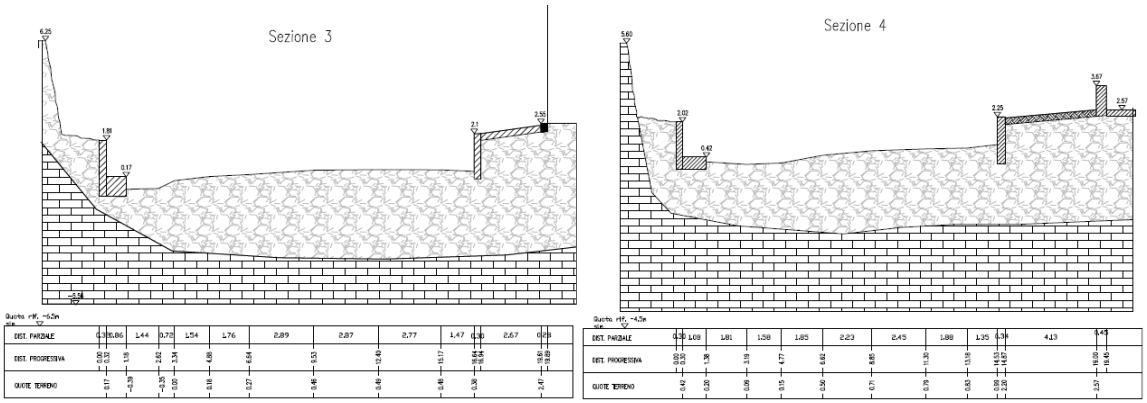


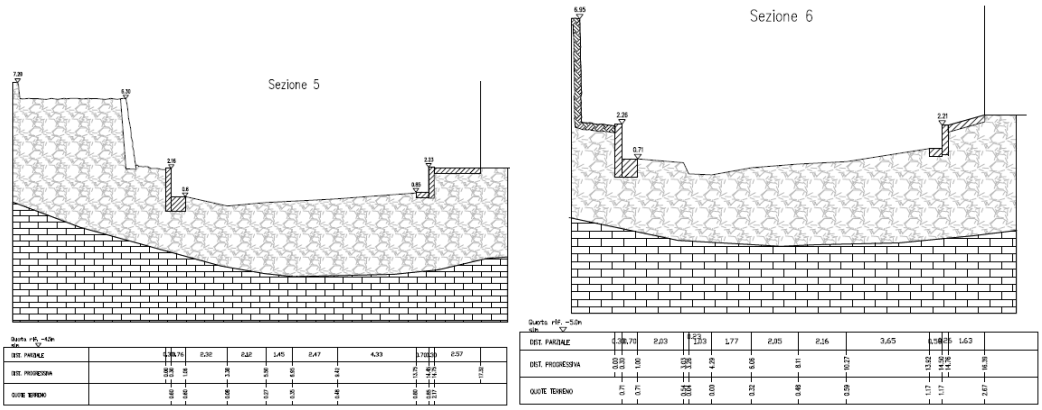


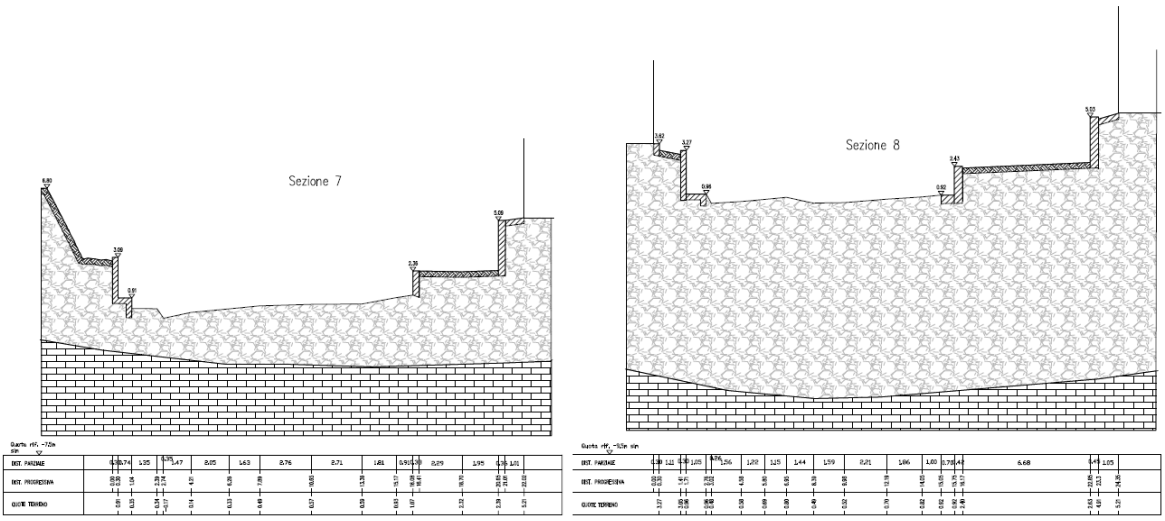


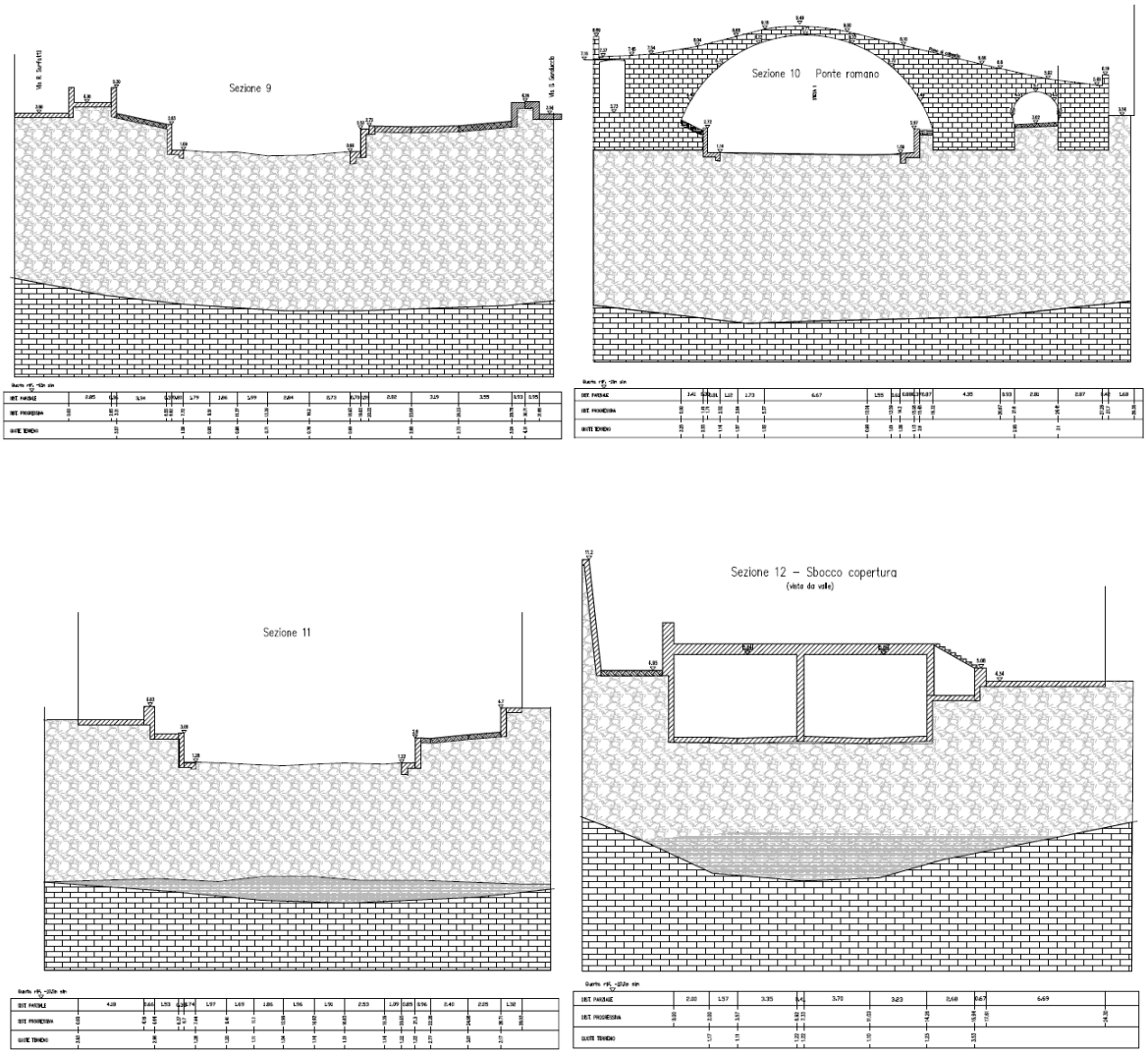





Sezione 3
Sezione 4


Sezione 5
Sezione 6


Sezione 7
Sezione 8



Partendo dal tratto immediatamente a valle di via Oberdan, è possibile verificare uno spessore del deposito alluvionale di circa 10 m, con alla base (a contatto con il bedrock) un deposito limoso dello spessore di circa 1, 2 metri, indice di una sedimentazione in condizioni di basse energie. I limi non si ritrovano a partire dalla sezione 10 (ponte romanico). Il substrato roccioso ha andamento suborizzontale e posto, in prossimità degli argini, a circa 9, 8 metri dal piano campagna.

Lo spessore del deposito alluvionale si mantiene su valori di circa 8, 9 metri sino a poco a valle della sezione 8, dalla sezione 7 sino a circa alla sezione 3 la potenza del deposito alluvionale si riduce a circa 4, 5 metri, in prossimità della foce si ha un salto che riporta gli spessori del deposito alluvionale a circa 8, 9 metri.

Nel tratto di foce è interessante notare l'andamento della formazione litoide che arriva ad affiorare in sinistra idrografica.

Relazione sismica

Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Classi d'uso

La classe d'uso adottata è la II.

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione sono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU:

VR = VN x CU=50 x 1 =50 anni

Il valore del coefficiente d'uso CU è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in tabella 2:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Tabella 2 – Valori del coefficiente d'uso CU.

Azione sismica

I caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica PVR:

ag = accelerazione massima al sito;

Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

Tc* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Categoria di sottosuolo – calcolo Vs,eq

Per quanto riguarda l'approccio semplificato, la classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, VS,eq (in m/s), definita dall'espressione:

$$Vs,eq = \frac{H}{\sum_{i=1,N} \frac{hi}{VS,i}}$$

con hi = spessore dello stato isesimo Vs,i = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato N = numero di strati H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/sec

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

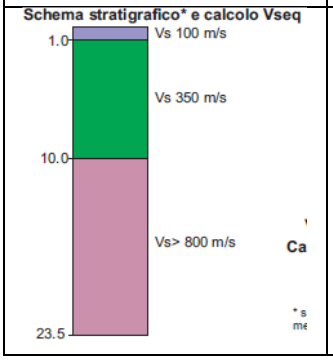
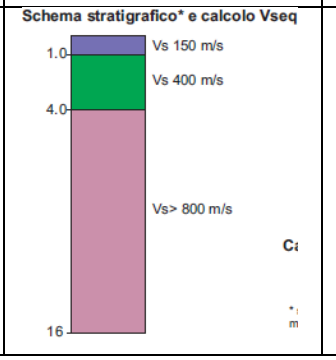
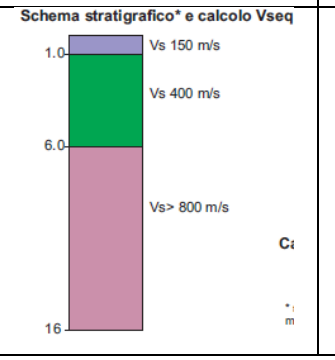
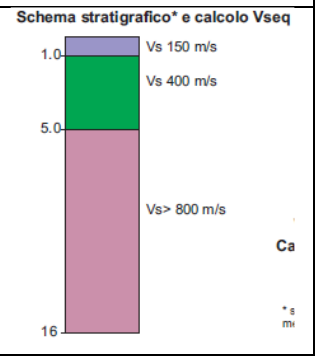
Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio VS,eq è definita dal parametro VS,30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per la determinazione della "Categoria di sottosuolo" cosi come richiesto dal D.M.– NTC 2018, tenuto conto della geologia geomorfologia dell'area, delle indagini effettuate e delle velocità Vs, e non ultimo della tipologia progettuale, la categoria di sottosuolo individuata non è unica per tutta l'area ma varia a seconda dell'area di intervento e della tipologia di intervento.

In linea generale la categoria di sottosuolo da ritenere preponderante è la B (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.), ma si ha categoria di sottosuolo A (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.) nell'area posta in sinistra idrografica dalla foce per un tratto di circa 100m, dove infatti si ha evidenza di roccia sub-affiorante. Da evidenziare inoltre che il tratto focivo dopo l'abbassamento dell'alveo potrebbe in parte rientrare in categoria di sottosuolo A.

La parte posta a monte del ponte romanico, può essere considerata in categoria di sottosuolo E (Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.), anche se la determinazione della Vseq è al limite della classe B in quanto le velocità individuate sono molto prossime a 360 m/sec.

A seguire tabella con riportati gli schemi stratigrafici ottenuti dalle indagini geofisiche.

Stesa sismica 1	Stesa sismica 2	Stesa sismica 3	Stesa sismica 4
			

Condizioni topografiche

Il sito oggetto di studio è classificato nella categoria topografica T1.

latitudine: 44,385096
longitudine: 9,034908
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 16919	Lat: 44,4004	Lon: 9,0119	Distanza: 2496,295
Sito 2	ID: 16920	Lat: 44,4030	Lon: 9,0818	Distanza: 4225,724
Sito 3	ID: 17142	Lat: 44,3531	Lon: 9,0854	Distanza: 5367,096
Sito 4	ID: 17141	Lat: 44,3505	Lon: 9,0157	Distanza: 4143,808

Parametri sismici

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

Operatività (SLO):
Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,026 g
Fo: 2,507
Tc*: 0,194 [s]

Danno (SLD):
Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,032 g
Fo: 2,539
Tc*: 0,213 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):
Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,074 g
Fo: 2,546
Tc*: 0,285 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):
Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,095 g
Fo: 2,526

Tc*: 0,294 [s]

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018

SLO:

Ss:	1,200
Cc:	1,530
St:	1,000
Kh:	0,031
Kv:	0,015
Amax:	0,300
Beta:	1,000

SLV:

Ss:	1,200
Cc:	1,410
St:	1,000
Kh:	0,088
Kv:	0,044
Amax:	0,866
Beta:	1,000

SLD:

Ss:	1,200
Cc:	1,500
St:	1,000
Kh:	0,038
Kv:	0,019
Amax:	0,378
Beta:	1,000

SLC:

Ss:	1,200
Cc:	1,400
St:	1,000
Kh:	0,114
Kv:	0,057
Amax:	1,120
Beta:	1,000

Valutazione del potenziale di liquefazione

Metodo di Sherif & Ishibashi

Il metodo di Sherif & Ishibashi ammette che si possano verificare fenomeni di liquefazione solo nei livelli che presentino le seguenti caratteristiche:

- siano costituiti da sabbie o sabbie limose;

- si trovino sotto il livello statico della falda;

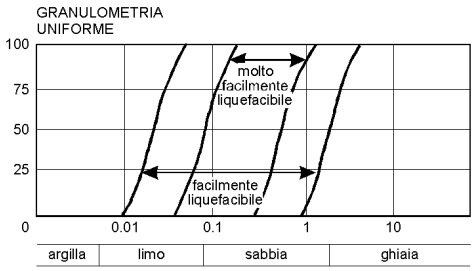
Se questi requisiti sono presenti, si prosegue nell'elaborazione, prendendo in considerazione la granulometria e l'addensamento del deposito. In assenza di analisi granulometriche, va effettuata almeno una descrizione sommaria della litologia del deposito, da confrontare con i due profili.

Le analisi granulometriche eseguite evidenziano la presenza di ghiaie mediamente maggiori del 50%, il fuso granulometrico è al limite della applicabilità del metodo, lo strato limoso ugualmente risulta al di fuori del fuso di appicabilità, cosi come le Nspt in fondo foro hanno fornito valori tali da ritenere non liquefacibili i terreni oggetto di studio.

Sulla base delle caratteristiche del deposito si ritiene che la granulometria dei terreni non sia afferibile a terreni liquefacibili. afferire

Per caratteristiche dei depositi, delle magnitudo attese e della storia sismica dell'area nella quale non si hanno notizie di fenomeni di liquefazione, si ritiene basso il rischio di liquefazione.

fig. A



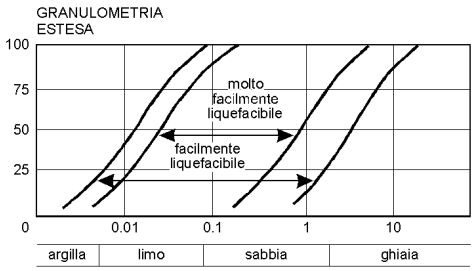


fig. B

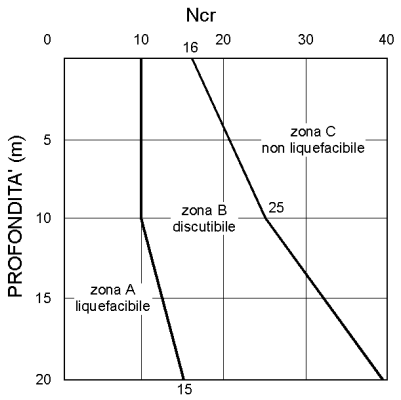


Fig. 7.2 - Procedura semplificata per la valutazione della suscettibilità alla liquefazione di un deposito:
fig. A - fasce granulometriche critiche
fig. B - profili critici del numero di colpi della prova SPT

Considerazioni conclusive

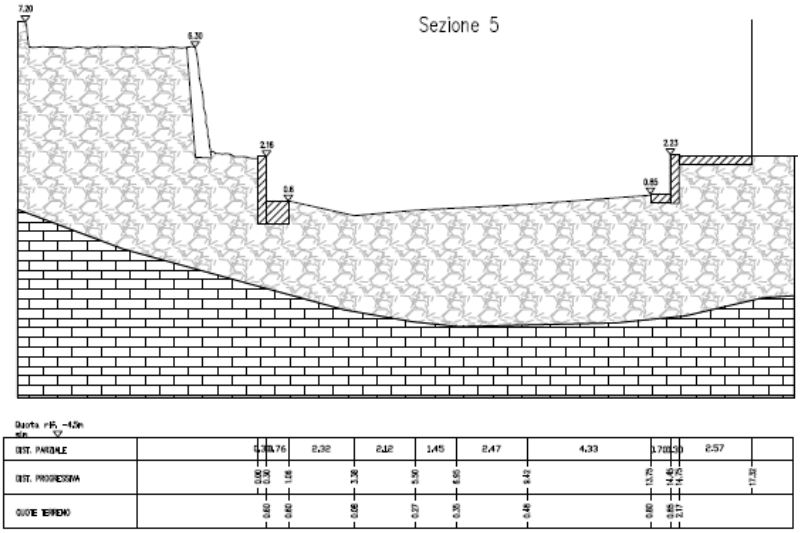
L'area oggetto di intervento è situata alla foce del torrente Nervi, immediatamente a monte del porticciolo turistico, in area sub-pianeggiante immediatamente a ridosso della linea di costa.

Parametri geotecnici

valori caratteristici	Dr	phi	Cu (Kg/cmq)	K (cm/sec)	C' (Kg/cmq)
limi	90	24,4	0,07	0,01	0,15
alluvioni grossolane in matrice limosa sabbiosa	95	35	0	0,01	
substrato roccioso		32			2.6

valori caratteristici terreno sovra-sponda	Dr	phi	Cu (Kg/cmq)	K (cm/sec)	C' (Kg/cmq)
deposito alluvionale	70	30	/		/

Sezione tipo:



Azione sismica NTC 2018

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo preponderante: B, a monte del ponte Romanico E, in sx idrografica zona foce A

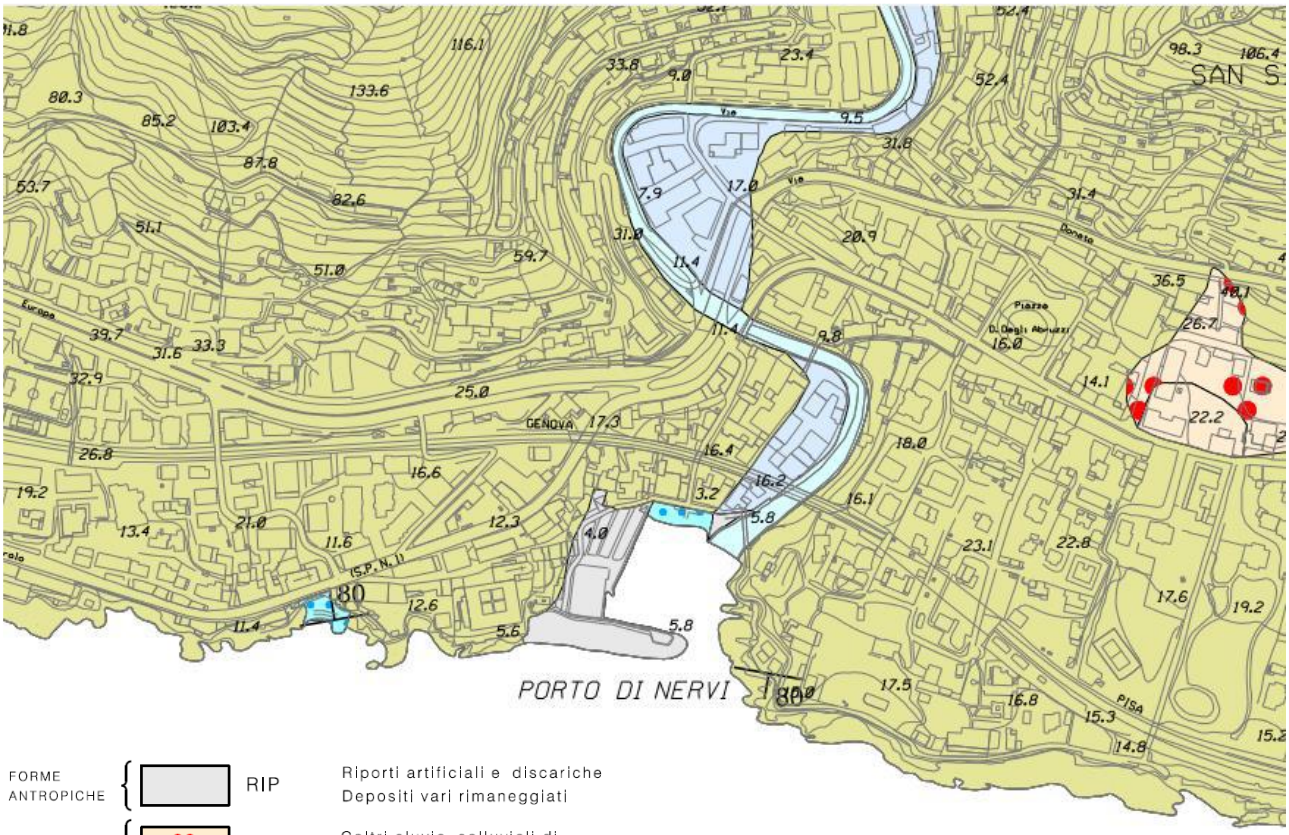
Categoria topografica: T1

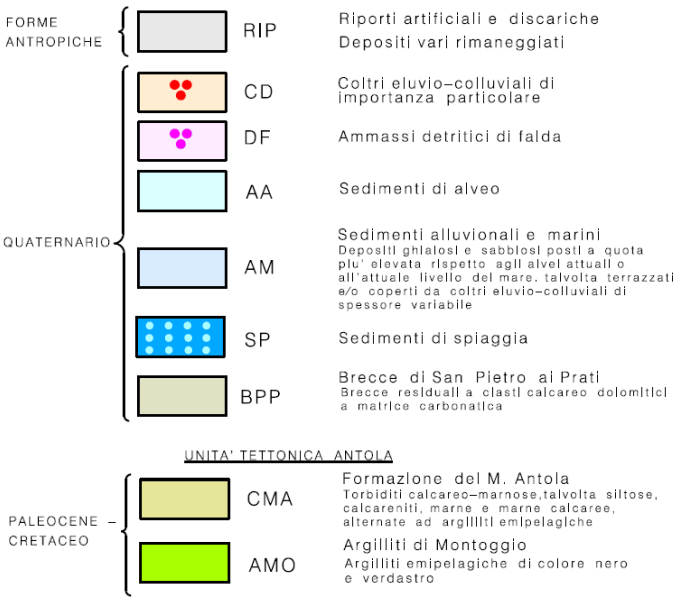
Sulla base delle considerazioni svolte in relazione l'intervento è fattibile.

Massa, 8 aprile 2019 Dott. Geologo Francesco Ceccarelli

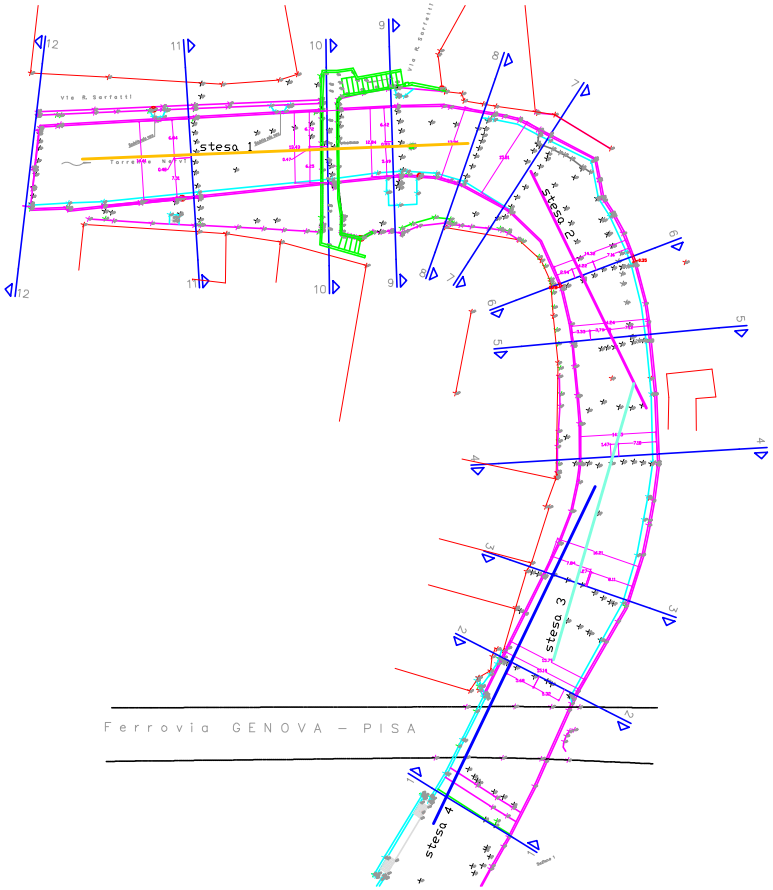
Carta geologica

Non a scala tratta da PUC





Pianta Sezioni Torrente Nervi



Terreno areato rimaneggiato

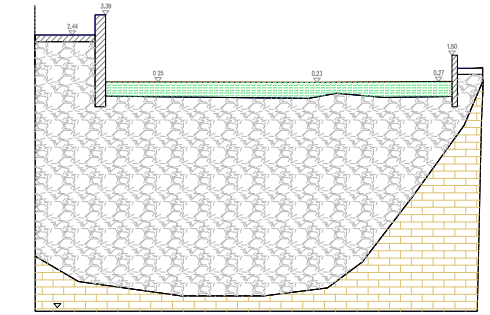
Alluvioni grossolane in matrice limosa sabbiosa

Limi

Substrato roccioso

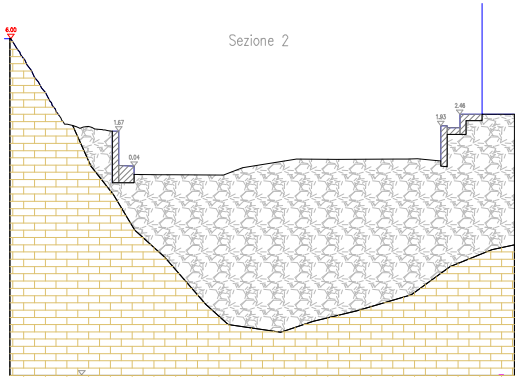
Sezioni Geologiche Torrente Nervi

Sezione 1
(vista da valle)



DIST. PARZIALE	0.50	2.45	7.03	0.92	2.23	2.55	0.69
DIST. PROGRESSIVA	0.00	0.50	2.95	9.98	12.21	14.92	17.47
QUOTE TERRENO	-0.42	-0.45		-0.53	-0.58	-0.48	-0.44

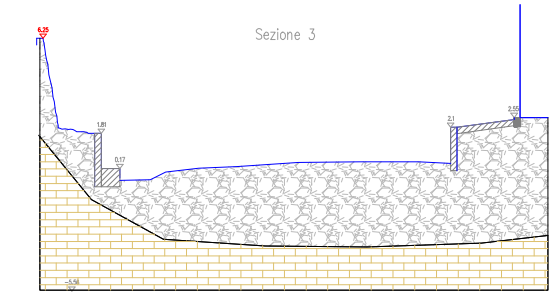
Sezione 2



DIST. PARZIALE	0.00	0.70	4.17	0.90	2.52	3.77	1.88	1.11	0.59	1.04
DIST. PROGRESSIVA	0.00	0.70		5.78	8.68		15.36	17.24	17.83	18.87
QUOTE TERRENO	0.00	-0.30		-0.36	-0.44		-0.34	-0.38	-0.50	

Sezioni Geologiche Torrente Nervi

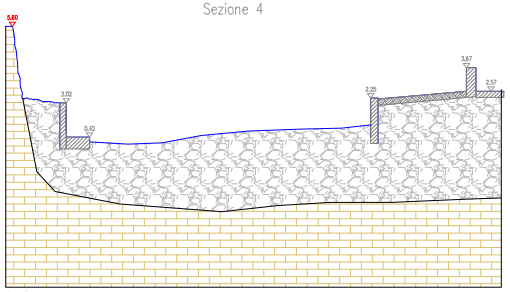
Sezione 3



Quota rif. -6.5m slm

DIST. PARZIALE	0.30	0.86	1.44	0.72	1.54	1.76	2.89	2.87	2.77	1.47	0.30	2.67	0.29	
DIST. PROGRESSIVA	0.00	0.30	1.16	2.60	3.32	4.86	7.64	10.53	13.40	15.17	16.64	19.31	19.60	
QUOTE TERRENO	0.17		-0.39	-0.35	0.00	0.18	0.27	0.98	0.69	0.68	0.58	2.47		

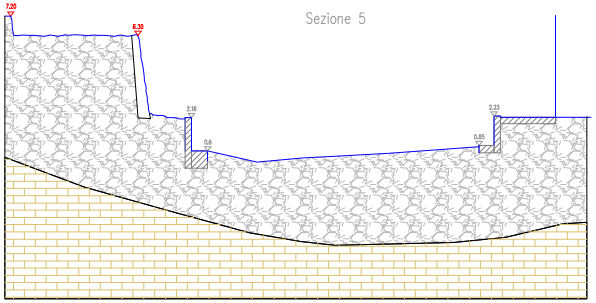
Sezione 4



Quota rif. -4.5m slm

DIST. PARZIALE	0.30	1.08	1.81	1.58	1.85	2.23	2.45	1.88	1.35	0.34	4.13	0.45	
DIST. PROGRESSIVA	0.00	0.30	1.38	3.19	4.77	6.62	8.85	11.30	13.18	14.53	14.87	19.00	19.45
QUOTE TERRENO	0.42	0.20	0.08	0.15	0.65	0.71	0.79	0.83	0.58	2.28		2.57	

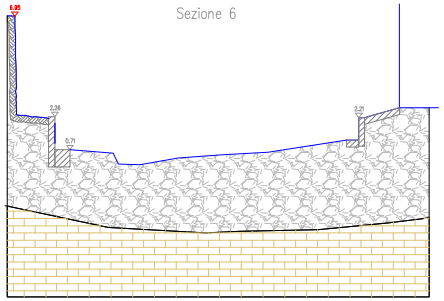
Sezione 5



Quota rif. -4.3m slm

DIST. PARZIALE	0.30	0.76	2.32	2.12	1.45	2.47	4.33	0.70	0.30	2.57			
DIST. PROGRESSIVA	0.00	0.30	1.06	3.38	5.50	6.95	9.42	13.75	14.45	14.75	17.32		
QUOTE TERRENO	0.60	0.60		0.08	0.27	0.35	0.18	0.80	0.85	2.17			

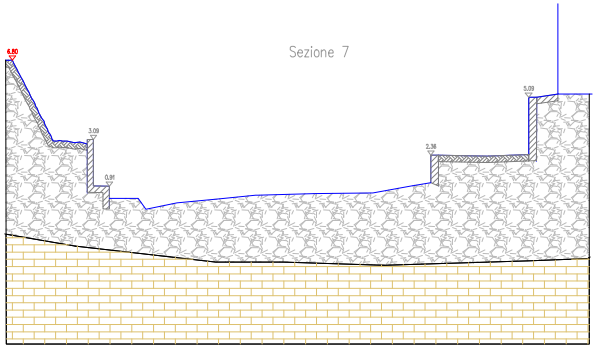
Sezione 6



Quota rif. -5.0m slm

DIST. PARZIALE	0.30	0.70	2.03	0.23	1.03	1.77	2.05	2.16	3.65	1.50	0.25	1.63	
DIST. PROGRESSIVA	0.00	0.30	1.01	3.03	4.29	6.06	8.11	10.27		13.42	13.67	15.30	
QUOTE TERRENO	0.71	0.71		2.50	0.00	0.32	0.48	0.59		1.17	1.17	1.87	

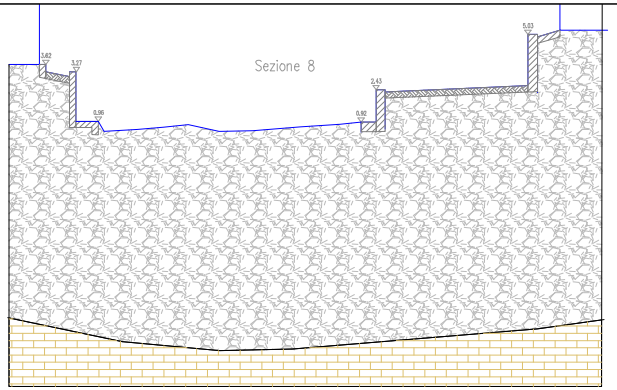
Sezione 7



Quota rif. -7.5m slm

DIST. PARZIALE	0.30	0.74	1.35	0.30	1.47	2.05	1.43	2.76	2.71	1.81	0.91	0.30	2.29	1.95	0.36	1.01	
DIST. PROGRESSIVA	0.00	0.30	1.04	2.39	2.74	4.21	6.28	7.88	10.65	13.36	15.17	16.08	16.41	18.70	20.65	21.01	22.02
QUOTE TERRENO	0.68	0.35		-0.14	-0.17	0.14	0.33	0.49	0.57	0.59	0.85	1.01		2.20	2.39	4.23	

Sezione 8

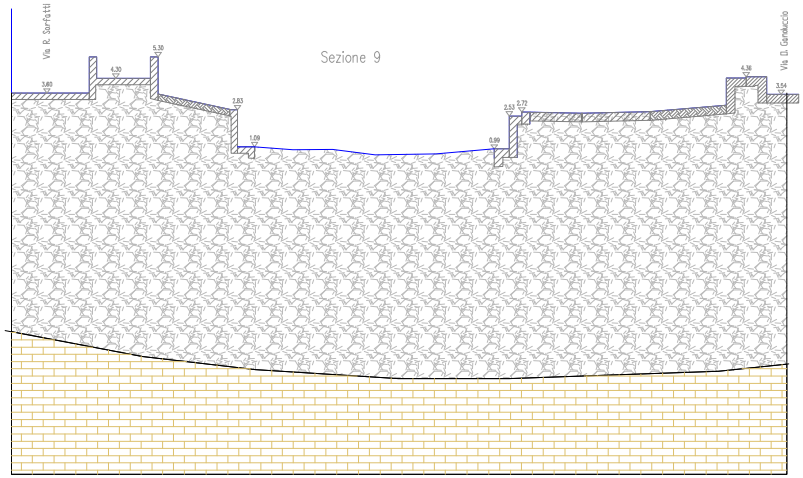


Quota rif. -9.5m slm

DIST. PARZIALE	0.30	1.11	0.30	1.05	0.26	1.56	1.22	1.15	1.44	1.59	2.21	1.86	1.00	0.70	0.42	6.68	0.45	1.05	
DIST. PROGRESSIVA	0.00	0.30	1.41	1.71	2.76	3.02	4.28	5.80	6.95	8.39	9.98	11.19	14.05	15.05	15.75	16.17	22.85	23.3	24.35
QUOTE TERRENO	1.27	1.05	0.86	0.86	0.58	0.58	0.69	0.85	0.49	0.53	0.75	0.81	0.92	0.92	2.40		2.43	4.81	5.21

Sezioni Geologiche Torrente Nervi

Sezione 9



Quota rif. -12m slm

| | | |

							da prova di taglio					granulometria			compress. Monoass.		sismic.
	sondaggio G1		**Dr**	**phi**	**Cu** (Kg/cmq)	**K** (cm/sec)	**C'** (Kg/cmq)	**phi**	**LL** (%)	**Lp** (%)	**IP**	**% ghiaia**	**% sabbia**	**% limo/argilla**	**P** (Kg)	**σ c** (Kg/cmq)	**Vs** (m/sec)
da 0 a 3	alluvioni grossolane in matrice limosa sabbiosa	3 m N spt 36	100	35	0,07				26,5	17,7	8,8	50,64	35,57	13,79			100
da 3 a 5	alluvioni grossolane in matrice limosa sabbiosa	4,5 m N spt rif	/	/	/	0,0135	0,044 r	34,1 r	30,5	21,2	9,3	61,15	21,87	16,98			350
da 5 a 8,2	limi	6,2 m N spt 10	58	28	0,07		0,15 r	24,4 r	29,7	18,3	11,4	0	1,69	98,31			
da 8,2 a 9	cappellaccio roccia																
da 9 a 12	substrato roccioso														15194	312,34	>800
	sondaggio G2		**Dr**	**phi**	**Cu** (Kg/cmq)	**K** (cm/sec)	**C'** (Kg/cmq)	**phi**	**LL** (%)	**Lp** (%)	**IP**	**% ghiaia**	**% sabbia**	**% limo/argilla**	**P** (Kg)	**σ c** (Kg/cmq)	**Vs** (m/sec)
da 0 a 10,2	alluvioni grossolane in matrice limosa sabbiosa	3 m N spt 27	99	33	0,07				29,9	20,5	9,4	54,29	28,93	16,78			
		6 m N spt 29	98	35	0,07	0,01											350
		9 m N spt 37	97	38	0,07												
da 10,2 a 13,5	substrato roccioso														31683	649,66	>800
	sondaggio G3		**Dr**	**phi**	**Cu** (Kg/cmq)	**K** (cm/sec)	**C'** (Kg/cmq)	**phi**	**LL** (%)	**Lp** (%)	**IP**	**% ghiaia**	**% sabbia**	**% limo/argilla**	**P** (Kg)	**σ c** (Kg/cmq)	**Vs** (m/sec)
da 0 a 3,5	alluvioni grossolane in matrice limosa sabbiosa	1,5 m N spt 48	100	37,5	0,07				33,4	20,5	12,8	71,59	14,85	13,56			400
da 3,5 a 8,5	substrato roccioso														27247	558,7	>800
	sondaggio G4		**Dr**	**phi**	**Cu** (Kg/cmq)	**K** (cm/sec)	**C'** (Kg/cmq)	**phi**	**LL** (%)	**Lp** (%)	**IP**	**% ghiaia**	**% sabbia**	**% limo/argilla**	**P** (Kg)	**σ c** (Kg/cmq)	**Vs** (m/sec)
da 0 a 3,5	alluvioni grossolane in matrice limosa sabbiosa	3 m N spt 39	100	36	0,07												400
da 3,5 a 7,6	substrato roccioso														40299	826,38	>800
	sondaggio G5		**Dr**	**phi**	**Cu** (Kg/cmq)	**K** (cm/sec)	**C'** (Kg/cmq)	**phi**	**LL** (%)	**Lp** (%)	**IP**	**% ghiaia**	**% sabbia**	**% limo/argilla**	**P** (Kg)	**σ c** (Kg/cmq)	**Vs** (m/sec)
da 0 a 4,5	alluvioni grossolane in matrice limosa sabbiosa	1,5 m N spt 34	100	34,5	0,07	0,0135											
da 4,5 a 7,5	alluvioni grossolane in matrice limosa sabbiosa																400
da 7,5 a 10	substrato roccioso														29133	597,35	>800

	Penetrometria P1	num. Colpi	**Dr**	**phi**	**Cu** (Kg/cmq)
da 0 a 1,6	terreno areato rimaneggiato	10	70	27	
da 1,6 a 2,2	deposito alluvionale	38	100	39	

	Penetrometria P2	num. Colpi	**Dr**	**phi**	**Cu** (Kg/cmq)
da 0 a 0,7	terreno areato rimaneggiato	5	54	24	
da 0,7 a 1,1	terreno a basssa consistenza	1			0,07
da 1,1 a 2,1	deposito alluvionale	5	54	24	
da 2,1 a 2,4	deposito alluvionale	40	100	39	

	Penetrometria P3	num. Colpi	**Dr**	**phi**	**Cu** (Kg/cmq)
da 0 a 0,3	terreno areato rimaneggiato	3	65	23	0,05
da 0,3 a 4	deposito alluvionale	12	71	28	
da 4 a 4,3	deposito alluvionale	30	95	36	

valori caratteristici	**Dr**	**phi**	**Cu** (Kg/cmq)	**K** (cm/sec)	**C'** (Kg/cmq)
limi	90	24,4	0,07	0,01	0,15
alluvioni grossolane in matrice limosa sabbiosa	95	35	0	0,01	
substrato roccioso		32			2,6

valori caratteristici terreno sovrasponda	**Dr**	**phi**	**Cu** (Kg/cmq)	**K** (cm/sec)	**C'** (Kg/cmq)
deposito alluvionale	70	30	/		/