

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO ESECUTIVO

CAMPO BASE CRAVASCO CBL5

Relazione geologico - geotecnica

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI	
Consorzio Cociv Ing.P.P. Marcheselli		

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 0	E	C V	R O	C A 0 5 0 1	0 0 2	A

Progettazione :								IL PROGETTISTA
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	
A00	Prima emissione	COCIV	29/01/2014	COCIV	29/01/2014	A. Palomba	31/01/2014	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

n. Elab.:	File: IG51-00-E-CV-RO-CA0501-002-A00.DOC
-----------	--

CUP: F81H92000000008

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-CA0501-002-A Relazione geologico-geotecnica	Foglio 3 di 18

INDICE

PREMESSA.....	4
1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2. ITER DI SVILUPPO DEL DOCUMENTO	6
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOLOGICO	7
3.1. GEOMORFOLOGIA	10
3.2. IDROGEOLOGIA	12
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	16
4.1. Indagini	16
4.2. Stratigrafia e parametri geotecnici	17
4.3. Falda di progetto	17
5. SISMICITÀ	18

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-CA0501-002-A Relazione geologico-geotecnica	Foglio 4 di 18

PREMESSA

La presente relazione riguarda la progettazione del Campo Base ubicato nel Comune di Campomorone (GE) denominato CBL5 – Cravasco e tratta gli aspetti geologici e geotecnici che caratterizzano il progetto. E' stato effettuato uno studio geologico finalizzato alla raccolta delle conoscenze ritenute necessarie per impostare correttamente la progettazione esecutiva del CBL5, prevista nell'ambito del Piano di Cantierizzazione per la costruzione della linea ferroviaria AV / AC Milano – Genova “Terzo valico dei Giovi”. L'Opera Ferroviaria è stata approvata dal CIPE con la Delibera n. 78/2003 (Progetto Preliminare) e con Delibera n. 80/2006 (Progetto Definitivo). Nella presente relazione viene così illustrata la geologia della zona, nonché le caratteristiche geotecniche delle coperture e degli ammassi rocciosi.

In particolare, questo documento si articola nei seguenti tematismi:

- inquadramento geologico generale e locale;
- sintesi delle indagini disponibili e ricostruzione del modello stratigrafico;
- caratterizzazione geotecnica dei terreni;
- cenni di sismicità.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-00-E-CV-RO-CA0501-002-A Relazione geologico-geotecnica	Foglio 5 di 18

1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente rapporto fa riferimento alla seguente documentazione normativa:

- R.D. 3267/1923 *“Boschi e foreste”* (vincolo idrogeologico)
- D.M. 11/03/1988 e s.m.i. *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e le scarpate, i criteri generali, e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”*.
- Circ. LL.PP. 24/09/1988 n. 30483 *“Norme tecniche per terreni e fondazioni - Istruzioni applicative”*.
- L.R. Liguria 22/01/1999 n°4 *“Norme in materia di foreste e di assetto idrogeologico”*.
- OPCM 3274 del 20/03/2003 *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”*.
- “Piano di bacino del T. Polcevera” approvato con D.C.P. n. 14 del 02/04/2003 e modificato con D.C.P. n. 38 del 30/09/2004.
- D.G.R. Liguria 24/10/2008 n°1308 *“Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria”*.

L'analisi della normativa e degli strumenti territoriali di riferimento ha evidenziato quanto segue:

dal punto di vista della sismicità il territorio del Comune di Campomorone rientra, secondo la classificazione adottata dalla Regione Liguria con D.G.R. n°1308/2008, in zona 3B (pga = 0.100 g)

il Piano di Bacino del T. Polcevera inquadra l'area di intervento come segue:

- nella “Carta della suscettività al dissesto” l'area in esame viene classificata in generale con “suscettività alta”;
- come regimi normativi l'area è classificata come FNI-MA (Norme di Attuazione di cui all'art.19)
- l'area rientra nelle zone con vincolo idrogeologico.

l'OPCM 3274/2003 classifica l'area in progetto come “Zona 4”

l'area rientra nelle zone sottoposte a vincolo idrogeologico.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-CA0501-002-A Relazione geologico-geotecnica	Foglio 6 di 18

2. ITER DI SVILUPPO DEL DOCUMENTO

Per la definizione del quadro geologico-geotecnico della zona del progetto, lo studio si è articolato nelle seguenti fasi:

- ricerca e raccolta del materiale bibliografico, cartografico e tecnico già esistente circa le caratteristiche geologiche e geotecniche della zona in esame; più in dettaglio questa fase ha compreso le seguenti sottofasi:
 - ricerca presso gli uffici tecnici degli Enti locali competenti sul territorio di studi geologico tecnici di pianificazione; tra questi è stato preso a riferimento il Piano di Bacino Stralcio del Torrente Polcevera.
 - ricerca del materiale geologico-geotecnico, ivi incluse le indagini geognostiche, già allegato al progetto definitivo del CBL5.
- Rilevamento di superficie di tipo geologico - geomorfologico
- Elaborazione dell'insieme dei dati raccolti e conseguente redazione della presente relazione.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-00-E-CV-RO-CA0501-002-A Relazione geologico-geotecnica	Foglio 7 di 18

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOLOGICO

L'area sede del campo base di Cravasco si trova in Liguria, immediatamente a nord-ovest del paese di Campomorone. Sotto il profilo morfologico regionale, i versanti di questo settore collinare risultano essere abbastanza acclivi e le maggiori pendenze si riscontrano soprattutto sul versante occidentale del bacino, in corrispondenza delle Formazioni rocciose di peridotiti, serpentiniti e metagabbri del Gruppo di Voltri, in una fascia disposta in direzione NNE-SSW che dal M. Lecco arriva sino a M. Proratado, interrotta da un'area a minore acclività corrispondente all'estesa copertura detritica tardo-eocenica costituita dalle Breccie di Costa Cravara.

Zone di minore estensione interessate da pendenze contenute (<15%), si concentrano soprattutto nella parte mediana del bacino, generalmente in coincidenza con i calcari e le dolomie: nella zona di Lencisa, in una stretta fascia disposta in direzione E-W fra Caffarella ed Isoverde, subito a nord di Isoverde, in corrispondenza dei massicci calcareo-dolomitici di M. Carmelo e M. Carlo e a S-W di M. Calvo in corrispondenza di una stretta fascia di calcari disposta in direzione NE-SW di circa un chilometro.

Nei vasti affioramenti di filladi ed argilloscisti che caratterizzano il versante sinistro (da Isoverde a Campomorone), pur essendo individuabili numerose aree limitate e puntiformi appartenenti a basse classe di acclività che potrebbero risultare ad alto rischio di dissesto se accompagnate da situazioni sfavorevoli come la disposizione a franapoggio della stratificazione, prevalgono decisamente zone più acclivi (30%-50%). In queste zone, se presenti locali fattori sfavorevoli, possono innescarsi dei fenomeni franosi.

Si ha una netta prevalenza di versanti esposti a Sud (circa il 51.79%) con una tendenza verso esposizioni orientali, raggiungendo un massimo per le esposizioni a SE (24.4%).

Tra le esposizioni prevalentemente settentrionali sono assai rare esposizioni a N, NW ed W, mentre è abbastanza rappresentata la classe di esposizione a NE (17%), presente soprattutto nella parte meridionale del bacino, sul versante di destra del Rio S. Martino, fra Rio dei Torbi e Rio Mavasso, sulla parte terminale del T. Verde, in versante destro, fra Pontasso e Pontedecimo, fra Pontasso, M. Larvego e Caffarella, e molto spiccatamente in una stretta fascia che da Isoverde, passa da M. Carmelo, sino al Bric di Guana. In Ogni caso la zona ad esposizione prevalentemente settentrionale è rappresentata dalla parte più meridionale del bacino, che interessa i bacini del Rio Mavasso, Rio di Torbi e Rio Senasci.

Secondo le informazioni desunte dalla Carta Geologica in scala 1:50.000 (Fig. 3.1), l'area di progetto è caratterizzata da una copertura alluvionale sovrastante un substrato roccioso più antico. In particolare, i depositi alluvionali sono classificati come "depositi alluvionali terrazzati" (sigla cartografica "b_{n1-4}"), rappresentati da "depositi ghiaiosi e localmente depositi sabbiosi posti a quote più elevate rispetto all'attuale livello del mare, coperti da una coltre colluviale, spesso pedogenizzata, di spessore variabile (Pleistocene, Olocene)". Le rocce costituenti il substrato fanno capo alle Unità Tettonometamorfiche del Monte Figogna e sono rappresentate dalle

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-CA0501-002-A Relazione geologico-geotecnica
	Foglio 8 di 18

- Formazione degli Argiloscisti di Murta (sigla cartografica "AGF"), costituiti da argiloscisti filladici neri, a patina sericitica, con intercalazioni di meta siltiti;
- Formazione degli Argiloscisti di Castagiutta (sigla cartografica AGI), costituiti da alternanze di argiloscisti e calcari cristallini, metapeliti scistose grigio-nerastre, più o meno siltose, con intercalazioni di metacalcilutiti siltose più o meno marnose in strati e banchi, più frequenti alla base della sequenza.

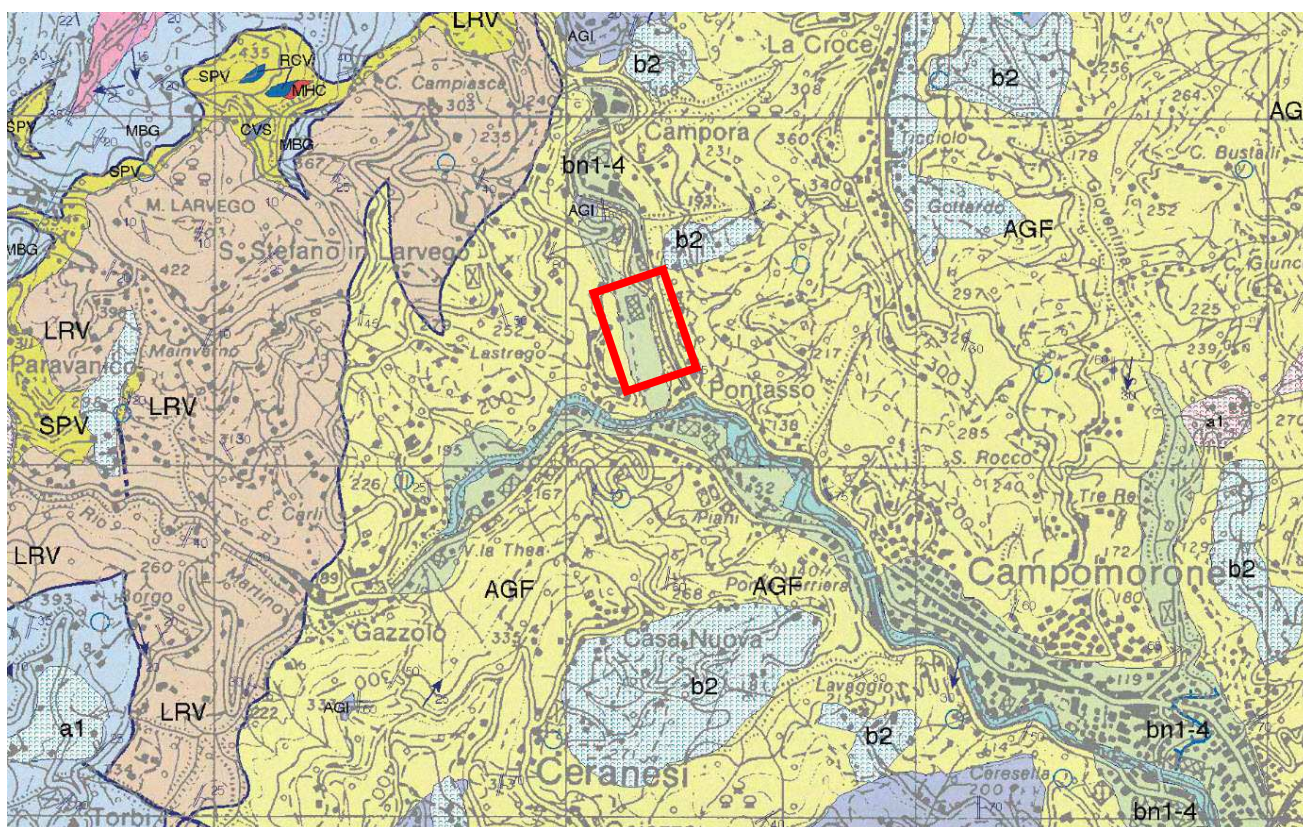


Fig. 3.1 –Stralcio della Carta Geologica al 50.000 del CARG. In rosso l'area di progetto del CBL5

Focalizzando maggiormente l'analisi morfologica sull'area di progetto, essa è affiancata a est dal Torrente Verde, di cui ricade nel rispettivo bacino idrografico, corso d'acqua che confluisce nel torrente Riccò nei pressi di Pontedecimo, dando così origine al torrente Polcevera. Le dimensioni del bacino del torrente Verde sono di circa 33 Km². La sua asta principale con andamento NW-SE, misura circa 10 Km e scorre in direzione sud, mentre l'affluente locale - il Rio San Martino - scorre in direzione est; tali corsi d'acqua hanno carattere torrentizio. Per quanto attiene all'area di progetto, nel punto più basso essa è sopraelevata di circa 12 m rispetto agli alvei dei torrenti Verde e S. Martino ed è in pendenza, per cui sono necessari terrazzamenti sostenuti da muri e un muro perimetrale di controripa a monte. La quota del terreno naturale varia da 151 a 171 m s.l.m. circa.

Al fine di ridurre per quanto possibile i movimenti di terra, il campo viene organizzato su tre livelli, posti rispettivamente a quota 155, 160 e 163 m s.l.m. L'accesso è in corrispondenza

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-CA0501-002-A Relazione geologico-geotecnica
	Foglio 9 di 18

del livello intermedio, e una strada interna conduce al livello inferiore; il livello superiore, in cui sono presenti solo residenze, è invece accessibile solo attraverso percorsi pedonali. L'accesso è previsto tramite la strada esistente a servizio del campo sportivo "Maglietto", che verrà riqualificata ed adeguata nell'ambito della WBS NV32.

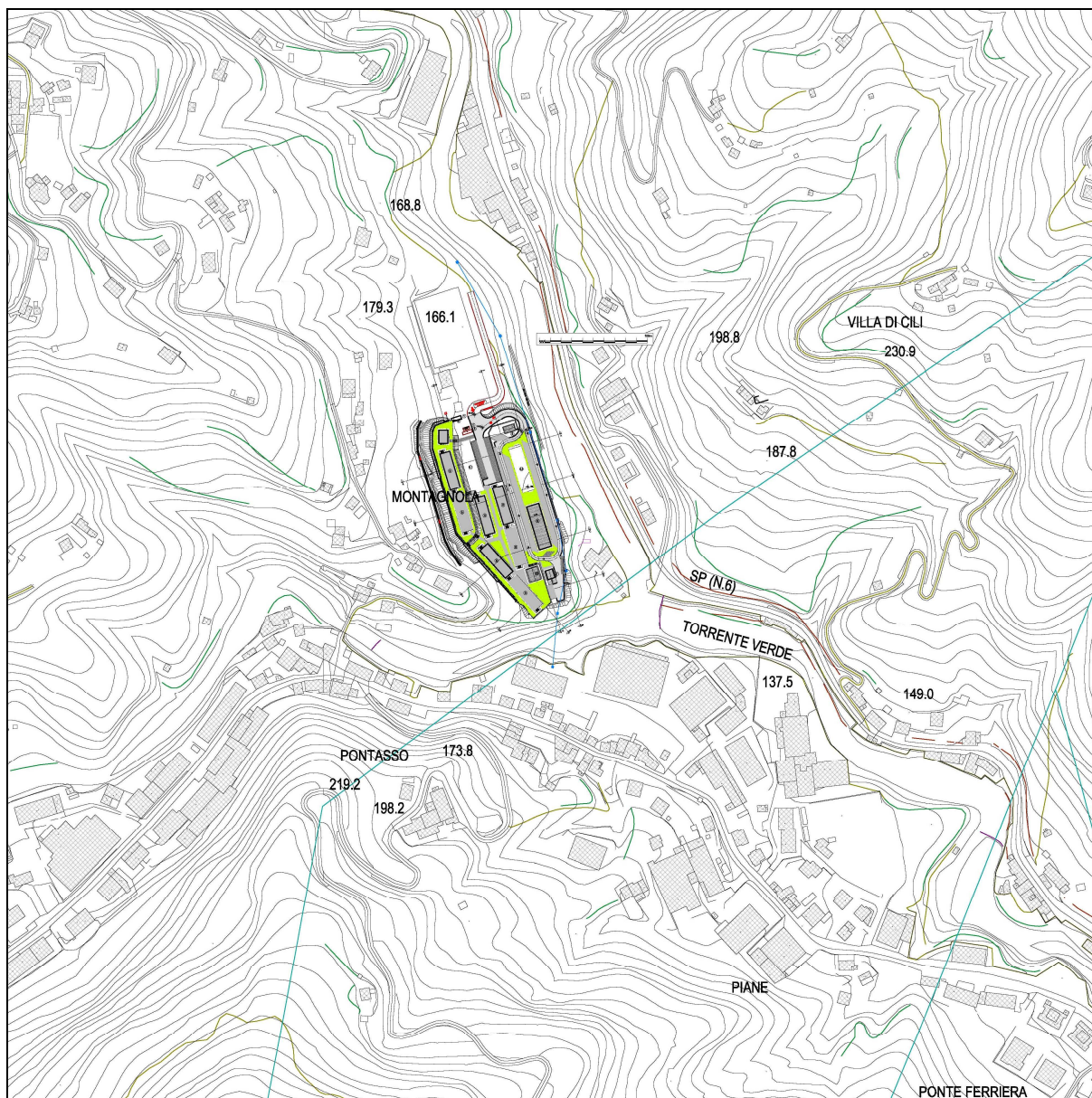


Fig. 3.2 – Corografia dell’area di progetto del CBL5

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-00-E-CV-RO-CA0501-002-A Relazione geologico-geotecnica	Foglio 10 di 18

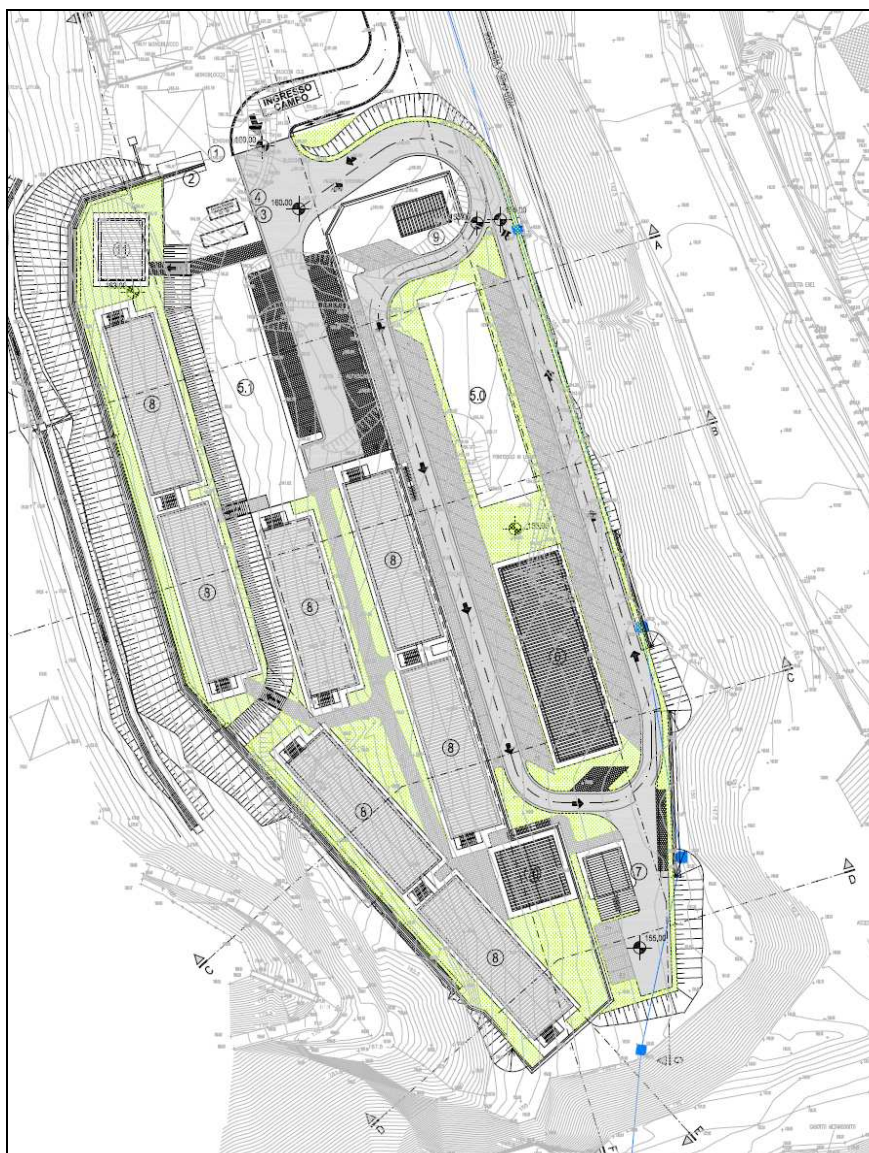


Fig. 3.3 -Area di progetto del CBL5

3.1. GEOMORFOLOGIA

Il campo base CBL5 ha forma allungata in direzione NNW-SSE ed è previsto impostato su un ripiano la cui pendenza è nel complesso sub-pianeggiante o poco pendente, con due scarpate a monte e a valle di raccordo, di cui quella di valle degrada verso il torrente Verde, eccetto nella parte più meridionale, ove termina sul piazzale di un edificio, mentre quella di monte si raccorda col versante. Le inclinazioni della scarpata di valle sono localmente accentuate e possono arrivare a 45°. La scarpata di monte sale fino alle case di via Montagnola con un gradiente grosso modo costante (12°), eccetto nella parte più meridionale, ove uno sperone roccioso ne determina un brusco incremento fino a 28° circa. L'area è caratterizzata dalla presenza di una copertura superficiale di probabile origine mista colluviale-alluvionale. Tale copertura poggia sulla formazione rocciosa locale; la giacitura media della formazione risulta immergente verso il Torrente Verde.

Buona parte dell'area centro-meridionale di progetto è stata recentemente rimodellata in modo da

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-CA0501-002-A Relazione geologico-geotecnica	Foglio 11 di 18

ottenere dei percorsi presumibilmente per gare di moto fuoristrada (Fig. 3.4). La presenza frequente di aree depresse favorisce ristagni locali d'acqua di ruscellamento proveniente da monte.



Fig. 3.4 – Rimodellamento dell'area di cantiere per la creazione di una pista.

L'aspetto della scarpata a monte lungo la parte centro-settentrionale appare stabile, senza indizi di movimenti gravitativi in atto o in potenza (Fig. 3.5)

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-00-E-CV-RO-CA0501-002-A Relazione geologico-geotecnica	Foglio 12 di 18



Fig. 3.5 – Aspetto della scarpata di monte nel settore centro settentrionale dell'area di progetto.

3.2. IDROGEOLOGIA

Da un punto di vista idrogeologico, le coltri e le litologie presenti nel bacino del Torrente Verde hanno le seguenti caratteristiche idrogeologiche:

- *Depositi alluvionali:* Le alluvioni di fondovalle sono caratterizzate da condizioni di permeabilità primaria per porosità. Tali alluvioni costituiscono il principale serbatoio idrico sotterraneo.
- *Coperture detritiche:* In tutta l'area del bacino sono assai frequenti accumuli detritici di varia natura, che presentano condizioni di permeabilità molto variabili. L'area di progetto poggia su una copertura detritica con una percentuale di materiale fine che aumenta con la profondità fino a non distinguersi dal cappellaccio del substrato argillitico. La permeabilità per porosità è legata principalmente alla presenza della frazione argillosa: con la profondità diminuisce e si attesta su valori, puramente indicativi, intorno a $10^{-5} \div 10^{-7}$ m/s.
- *Argilliti ed argilloscisti:* le formazioni di natura scistosa a composizione decisamente argillitica, ma con frequenti intercalazioni calcaree o arenaceo-quarzitiche, che caratterizzano gran parte del bacino, sono da ritenersi praticamente impermeabili in condizioni di assenza di alterazione. Normalmente sono però costituite da uno strato superficiale di natura eluvio-colluviale sovrastante una zona ad intensa fratturazione ed alterazione (cappellaccio), sede di circolazione idrica. Solo ad alcuni metri dal piano di campagna è possibile incontrare la roccia

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-00-E-CV-RO-CA0501-002-A Relazione geologico-geotecnica	
		Foglio 13 di 18

in buone condizioni di conservazione.

Lo schema di circolazione idrica locale prevede quindi che le filtrazioni d'acqua siano confinate all'interno delle alluvioni e della copertura eluvio-colluviale dal substrato praticamente impermeabile.

Vale la pena segnalare, nel settore più a monte del ripiano morfologico, la presenza di vegetazione idrofila (canne, roveti, ecc.), alimentata da un tombino nella proprietà confinante, a tergo di uno degli alloggi nella zona centrale, che disperde acqua al suolo (cerchio verde in Fig. 3.6, Fig. 3.7).

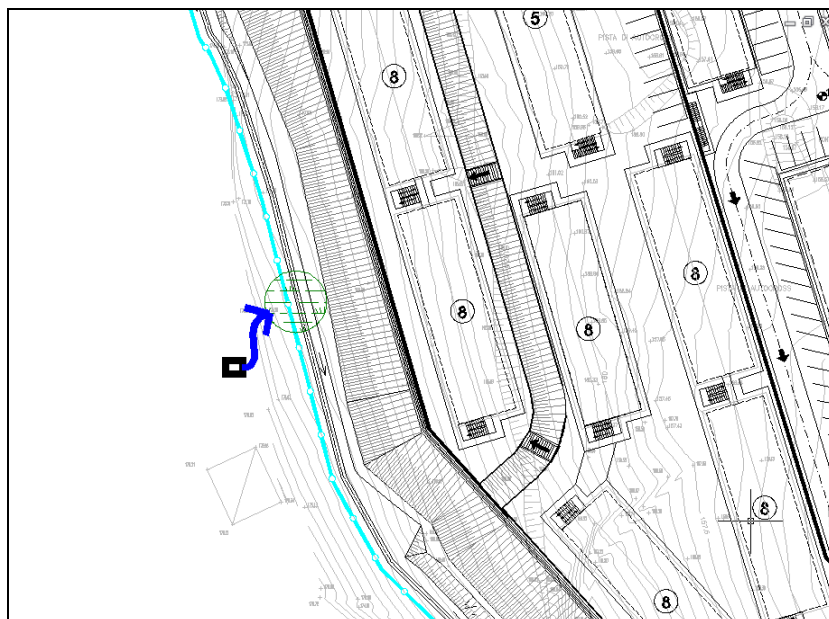


Fig. 3.6 – Dispersione di un tombino (in nero) a monte della fascia centrale dell’area di progetto.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-CA0501-002-A Relazione geologico-geotecnica	Foglio 14 di 18



Fig. 3.7 – Tombino disperdente.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-CA0501-002-A Relazione geologico-geotecnica	Foglio 15 di 18



Fig. 3.8 – Vegetazione idrofila alimentata dalla dispersione da monte del tombino.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-CA0501-002-A Relazione geologico-geotecnica	Foglio 16 di 18

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

4.1. Indagini

Le indagini geotecniche disponibili per la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica derivano dal progetto definitivo e consistono in:

- o due prove penetrometriche dinamiche super pesanti (tipo DPSH), spinte a rifiuto, denominate PL10 D e PL11 D,
- o una prova penetrometrica statica con punta meccanica spinta fino a 11.6m di profondità e denominata PL 12 S,
- o 5 tomografie sismiche a rifrazione in onde P.

L'ubicazione delle indagini è riportata nella seguente Fig. 4.1.

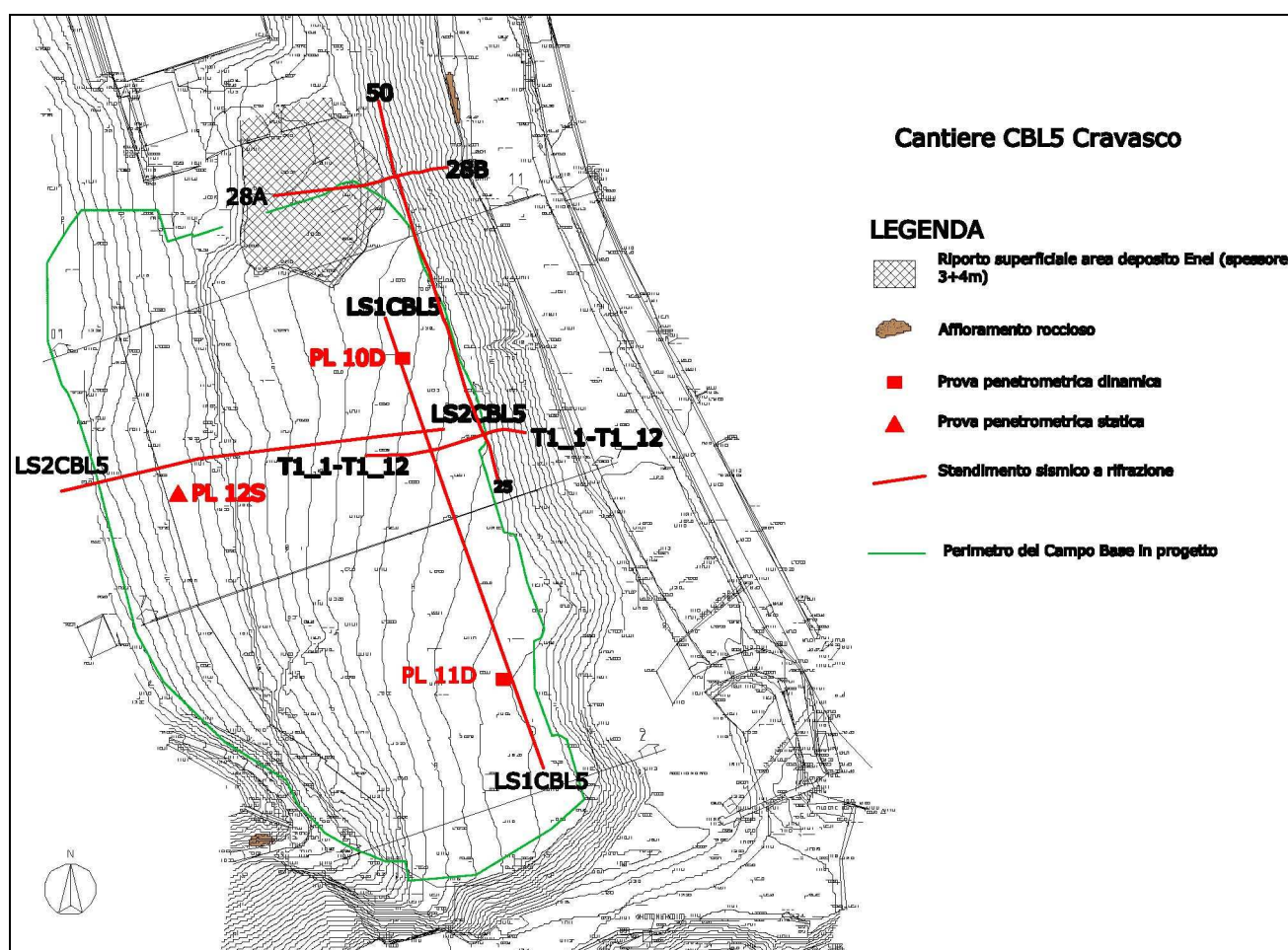


Fig. 4.1 – Indagini disponibili

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-CA0501-002-A Relazione geologico-geotecnica
	Foglio 17 di 18

4.2. Stratigrafia e parametri geotecnici

Le prove penetrometriche dinamiche hanno raggiunto il carico di rifiuto entro i primissimi metri di profondità, mentre la prova penetrometrica statica eseguita sul versante di monte si è spinta fino a 11.6m di profondità, seppure registrando delle resistenze di punta decisamente elevate (mediamente intorno ai 40 kg/cm²). L'elaborazione della prova penetrometrica statica mediante l'abaco di Schmertmann (1978) ha consentito di ottenere alcune indicazioni sulla litologia costituente le coltri eluvio-colluviali e lo strato di alterazione del bedrock nella porzione di monte del versante. In particolare, dall'interpretazione risultano terreni prevalentemente coesivi, dotati di una frazione limosa importante e fortemente consolidati. E' probabile che lo stato di forte consolidazione sia in realtà connesso con la debole cementazione residua, tipica dei cappellacci di alterazione degli ammassi rocciosi alterati.

Le prove sismiche hanno fornito indicazioni circa gli spessori dei vari sismostrati, in relazione alle rigidzze relative; in particolare, sulla base delle informazioni di taratura fornite dalle prove penetrometriche e sulla base dell'esperienza degli scriventi, i terreni appartenenti alle unità di copertura eluvio-colluviale ed al materasso alluvionale possono essere associati al sismostrato con velocità delle onde di compressione inferiore ai 500÷800 m/s. I terreni del cappellaccio alterato hanno registrato velocità delle onde P comprese fra 500÷800 m/s e 2400 m/s, mentre il substrato è associato a velocità superiori a 2400 m/s.

Sulla base dei risultati delle prove penetrometriche e sismiche, è possibile definire la seguente stratigrafia e parametri geotecnici di riferimento:

Terreno	Spessori rilevabili (m)	Peso di volume γ (kN/m ³)	Coesione c' (kN/m ²)	Angolo di resistenza a taglio ϕ' (°)
Terreno di copertura di origine mista eluvio-colluviale (argille e limi) – alluvionale (sabbia limosa con scheletro di clasti)	1÷5	19 ÷ 20	0 ÷ 15	28 ÷ 36
Strato di alterazione degli argilloscisti (cappellaccio)	4÷9	20 ÷ 21	10 ÷ 50	22 ÷ 26
Substrato in argilloscisti	-	21 ÷ 22	100 ÷ 200	22 ÷ 26

Tabella 4.1 – Riepilogo della stratigrafia di progetto e dei parametri geotecnici di riferimento

4.3. Falda di progetto

Dal punto di vista idrogeologico possono essere ipotizzate significative circolazioni d'acqua confinate nella copertura superficiale dal substrato praticamente impermeabile. In condizioni di piovosità ordinaria tale circolazioni possono essere ipotizzate nei metri di passaggio copertura-cappellaccio; nei periodi di piovosità intensa e duratura può essere ipotizzata una saturazione dello strato di copertura mista, di cui si terrà in conto per la progettazione delle opere di sostegno.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-CA0501-002-A Relazione geologico-geotecnica
	Foglio 18 di 18

5. SISMICITÀ

Nella tabella seguente è riportato il rischio sismico attribuito ai territori comunali nell'area di progetto, come indicato dalla classificazione proposta dal D.M. 14 luglio 1984 e s.m.i (vecchia classificazione sismica) e dalla successiva Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 (nuova classificazione sismica).

Regione	Comune	vecchia classificazione sismica	nuova classificazione sismica
Liguria	Campomorone	4	4

Tabella 5.1 Indicazione del rischio sismico secondo la classificazione sismica della normativa nazionale per il
Comune di Campomorone.

Dalla Tabella 5.1 si può osservare come il Comune lungo il tracciato sia interessato da un rischio sismico basso. Questo risultato trova conferma nei terremoti registrati in Liguria dal gennaio 1982 fino al novembre 2000 (dati del "Catalogo sismico 1982-2000" edito dalla Regione Piemonte in collaborazione con l'Università di Genova), che indicano come l'area oggetto di studio sia interessata in maniera limitata da eventi sismici e come questi siano caratterizzati perlopiù da profondità e magnitudo medio-bassa.