

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

STRADA DI COLLEGAMENTO CANTIERE PERNIGOTTICOP6 E POZZO DI SERVIZIO SERRAVALLE

Geologia

Relazione geologico-geomorfologica ed idrogeologica

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing. G. Guagnozzi	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 1	E	C V	R G	N V 2 8 0 0	0 0 2	A

Progettazione :								
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
	Emissione	Rocksoil <i>Emilio Maria</i>	17/09/2012	Ing. F. Colla <i>F. Colla</i>	19/09/2012	E. Pagani <i>Ep</i>	21/09/2012	Dott. Geol. E. De Mattei

n. Elab.:	File: IG5101ECVRGNV2800002A00
-----------	-------------------------------

CUP: F81H92000000008

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVRGNV2800002A00	Foglio 3 di 24

INDICE

INDICE.....	3
1. PREMESSA	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3. ORGANIZZAZIONE DELLO STUDIO	6
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	7
4.1. Successione sedimentaria dei bacini sin-orogenici post-messiniani	8
4.1.1. Formazione delle Argille Azzurre	8
4.1.2. Sintema di Maranzana / Villafranchiano auct.	9
4.2. Depositi alluvionali del bacino alessandrino.....	10
4.2.1. Depositi alluvionali	10
4.2.2. Fluviale Recente (fl3).....	11
4.2.3. Fluviale Medio (fl2)	11
4.2.4. Fluviale Antico (fl1)	11
5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DELL'AREA DI INTERVENTO.....	12
5.1 Aspetti geologici	12
5.2 Aspetti geomorfologici.....	12
6. ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO	14
6.1. Dati piezometrici	14
6.2. Unità idrogeologiche	14
7. SISMICITA'	15
7.1. Dati disponibili	15
7.2. Caratteri generali della sismicità regionale	15
7.3. Classificazione sismica dell'area di progetto	16
7.4. Stima delle proprietà sismiche dei terreni interessati dal progetto	20
7.4.1. Caratteri litostratigrafici	20
8. CONCLUSIONI	22
9. BIBLIOGRAFIA	23

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG5101ECVRGNV2800002A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 4 di 24</p>

1. PREMESSA

Il presente rapporto riguarda la realizzazione della strada di collegamento al cantiere COP6 “Pernigotti” e del pozzo di servizio Serravalle, nel territorio comunale di Novi Ligure (AL) e descrive l’assetto geologico, geomorfologico e idrogeologico nel quale si inserisce l’opera; l’intervento fa parte delle opere complementari inerenti gli adeguamenti della viabilità esistente e di cantiere, previsti nell’ambito del Progetto Esecutivo del nuovo collegamento AC/AV Milano-Genova “Terzo Valico dei Giovi”.

E’ importante precisare che, la presente nota revisiona ed integra, ove ritenuto necessario, gli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici eseguiti in precedenza e descritti in Progetto Definitivo.

Rispetto alla fase di PD, alla data odierna, non sono disponibili nuove indagini per un affinamento della caratterizzazione geologica e geomorfologica dell’area.

Gli approfondimenti stratigrafici sono stati quindi basati solo sui dati del rilevamento geologico-geomorfologico di dettaglio; questo comporta che i contatti stratigrafici riportati nelle sezioni geologico-geotecniche mantengano un certo grado di incertezza sul loro andamento nel sottosuolo e sulla profondità a cui sono stati ipotizzati.

La presente relazione descrive quanto rappresentato negli elaborati grafici allegati:

- Carta geologico – geomorfologica con ubicazione indagini geognostiche in scala 1:1000 (elaborato IG51-01-E-CV G7 NV 28 0 0 001 A00),
- Carta idrogeologica con ubicazione indagini geognostiche e dei punti d’acqua in scala 1:1000 (elaborato IG51-01-E-CV G7 NV 28 0 0 002 A00),
- Profilo e sezioni geologico – geotecniche (elaborato IG51-01-E-CV AZ NV 28 0 0 001 A00).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV2800002A00 <div style="float: right;">Foglio 5 di 24</div>

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente rapporto fa riferimento alla seguente documentazione:

- 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”.

L’area rientra parzialmente nelle zone sottoposte a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG5101ECVRGNV2800002A00</p> <p>Foglio 6 di 24</p>

3. ORGANIZZAZIONE DELLO STUDIO

Le attività inerenti lo studio geologico-geomorfologico e idrogeologico del sito di intervento hanno previsto:

- l'esecuzione di una ricerca bibliografica;
- il rilevamento di terreno e l'acquisizione dei dati geologici, geomorfologici ed idrogeologici relativi alle aree di intervento;
- l'analisi ed interpretazione delle immagini aeree disponibili;
- la revisione critica dei dati della campagna geognostica del Progetto Definitivo approvato nel 2005, nonché delle relazioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del medesimo Progetto Definitivo (PD);
- l'esame dei dati dei sondaggi e delle indagini integrative richieste in sede di Progettazione Esecutiva (ove disponibili);
- l'interpretazione dei dati raccolti sul terreno alla luce dell'insieme delle informazioni disponibili;
- la redazione degli elaborati geologici del Progetto Esecutivo (PE).

L'elaborazione dei dati è stata eseguita in ottemperanza alle specifiche tecniche di progettazione e alle richieste di approfondimento riportate nella delibera CIPE n. 80/2006, relative alle opere in oggetto.

Al momento della redazione della seguente relazione non sono disponibili dati di sondaggi.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'area di indagine è situata in un settore di pianura, caratterizzato dalla potente successione di depositi alluvionali del Bacino di Alessandria (Pleistocene inf- Olocene) che poggiano in discordanza sulla successione sedimentaria dei bacini sin-orogenici post-messiniani, rappresentata in questo settore dalla Formazione delle argille Azzurre (Zancleano) e dal Sintema di Maranzana ("Villafranchiano" pp auct, Gelasiano; Boni & Casnedi, 1970) (Figura 1).

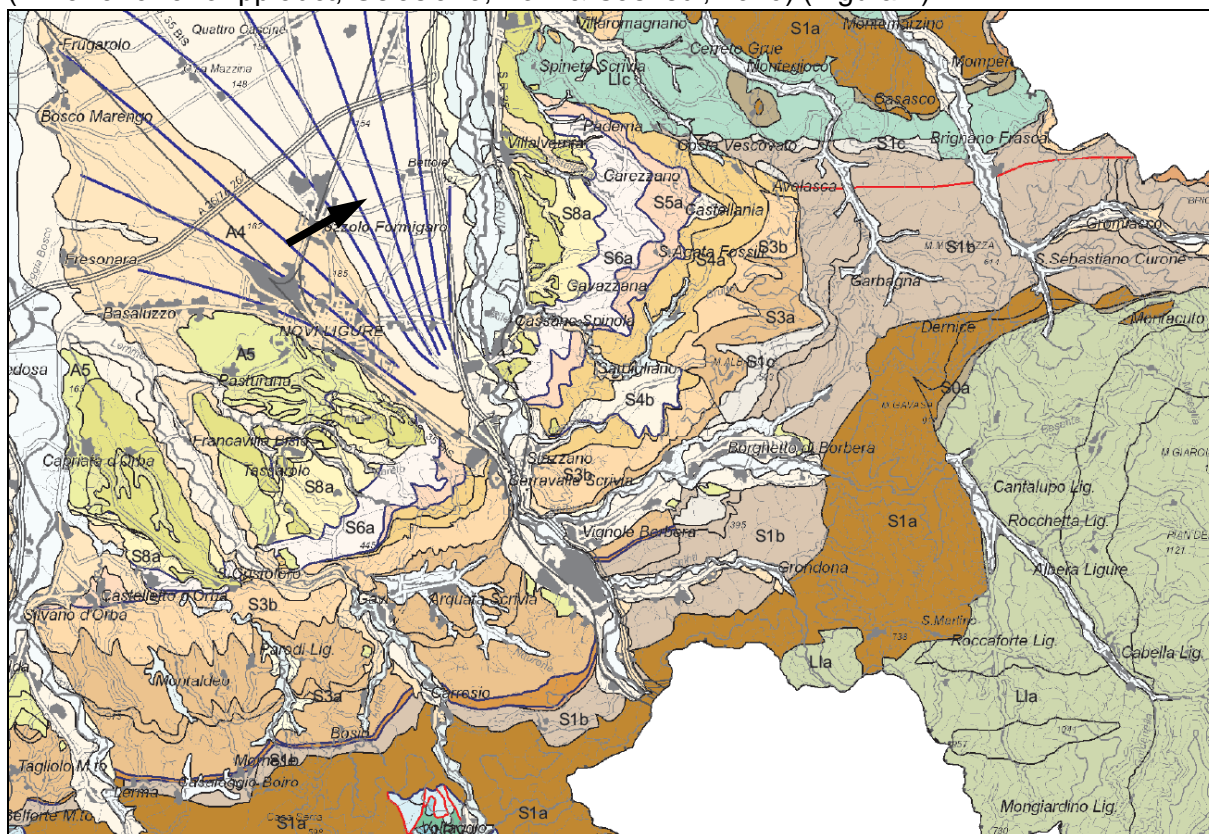


Figura 1 - Estratto della nuova Carta Geologica del Piemonte in scala 1:250.000 e relativa legenda (Piana et al., in prep.) con l'ubicazione dell'area di studio (freccia). La parte in bianco corrisponde al territorio della Regione Liguria.

LEGENDA

Depositi alluvionali

A1/A6 depositi fluviali del bacino alessandrino n(Pleistocene medio – Attuale)

Bacino Terziario Piemontese

S8a Successioni marnoso-siltose zancleane; **S6a** Successioni terrigene messiniane; **S4c** Evaporiti e successioni euxiniche messiniane; **S4b** Corpi arenaceo-conglomeratici tortoniano-messiniani; **S4a** Successioni marnose tortoniano-messiniane; **S3b** Successioni arenaceo-pelitiche ed arenacee serravalliano-tortoniane; **S3a** Successioni arenaceo-pelitiche e marnose burdigaliano-langhiane; **S2a** Successioni prevalentemente carbonatiche burdigaliane; **S1d** Depositi silicei aquitaniano-burdigaliani; **S1b** Successioni marnose rupeliano-aquitaniense; **S1c** Corpi lenticolari arenaceo-conglomeratici rupeliano-aquitaniense; **S1a** Successioni arenacee e arenaceo-pelitiche rupeliane.

Dominio Ligure-Piemontese (unità non metamorfiche) - Flysch ad Helminthoides dell'Appennino

L1a Formazione del M. Antola, Formazione di Bruggi-Selvapiana, Argilliti di Pagliaro (Campaniano-Maastrichtiano p.p.); **L1c** Flysch di Monte Cassio (Cretacico sup.-Eocene inf.?).

Per il settore in cui è previsto l'intervento oggetto del presente rapporto, la cartografia geologica di riferimento è rappresentata dal Foglio n° 70 Alessandria dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 e dalla più recente (e al momento inedita) Carta Geologica del Piemonte in scala 1.250.000 (Piana et al., in prep., Figura 1), che pur essendo stata realizzata ad una scala più piccola rispetto al foglio Alessandria, tiene conto delle informazioni derivanti dalle indagini del sottosuolo condotte nell'ultimo ventennio e utilizza una terminologia e concetti più attuali per descrivere i processi geologici ed i loro prodotti. Nel presente lavoro si farà riferimento a entrambe la carte geologiche quindi, al fine di fornire un chiaro quadro terminologico e descrittivo delle unità presenti nell'areale d'indagine, viene di seguito proposto uno schema che mette a confronto le differenti gerarchizzazioni, età e terminologie (Tabella 1).

Foglio 70 Alessandria 1:100.000	Carta Geologica del Piemonte 1:250.000	
A3 – Alluvioni attuali	A1- Depositi fluviali del Pleistocene sup. - Olocene	Depositi fluviali del bacino alessandrino
A ²⁻¹ – Alluvioni post-glaciali	A2 – Depositi fluviali della parte terminale del Pleistocene sup.	
A ¹ /F ¹ ³ – Fluviale recente	A3 – Depositi fluviali del Pleistocene sup.	
F ¹ ² – Fluviale medio	A4 – Depositi fluviali del Pleistocene medio - sup.	
F ¹ ¹ – Fluviale antico I ² – Villafranchiano auct.	A5 – Depositi fluviali del Pleistocene medio A6 – Depositi fluviali del Pleistocene inf. - medio	
P - Argille di Lugagnano, Pliocene	S9b – Sintema di Maranzana	Sucessioni post- messiniane
	S8a – Formazione delle Argille Azzurre dello Zancleano	

Tabella 1 - Schema di correlazione tra le unità rappresentate nel foglio 70 "Alessandria" della CGI e nella Carta Geologica del Piemonte in scala 250.000 (Piana et al., in prep.).

4.1. Successione sedimentaria dei bacini sin-orogenici post-messiniani

I depositi appartenenti alla successione sedimentaria post-messiniana affiorano all'estremità settentrionale della dorsale montuosa dell'Appennino ligure, in prossimità dell'apice dell'ampio conoide del Torrente Scrivia, a nord di Serravalle Scrivia e sono rappresentati dalla Formazione delle Argille Azzurre e dal Sintema di Maranzana.

4.1.1. Formazione delle Argille Azzurre

Questa unità comprende i sedimenti che nei Fogli 1:100.000 "Asti" ed "Alessandria" sono riferiti alla Formazione delle Argille di Lugagnano (Boni & Casnedi, 1970). Le Argille Azzurre rappresentano il termine basale della successione pliocenica e raggiungono uno spessore massimo di circa 250 m. L'unità è costituita da marne e marne calcaree di colore beige o grigio-azzurro, con stratificazione mal definita, localmente sottolineata da livelli con maggior contenuto in sostanza organica. Si mostrano localmente bioturbate e contengono resti di bivalvi, gasteropodi, echinidi, pteropodi, associazioni a foraminiferi planctonici e bentonici ed abbondanti frustoli vegetali. Nella porzione inferiore si rinvencono arenarie e conglomerati, che costituiscono corpi lenticolari, potenti fino a qualche metro. All'incirca i due terzi superiori della successione sono costituiti da marne siltose e

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVRGNV2800002A00	Foglio 9 di 24

siltiti e i sedimenti più prossimi al limite superiore mostrano un netto aumento della frazione terrigena e una concomitante diminuzione nell'abbondanza del contenuto fossilifero.

I depositi marnosi, che costituiscono circa un terzo della formazione a partire dalla sua base, sono riferibili a un ambiente bacinale profondo mentre i depositi marnoso-siltosi, che costituiscono i due terzi superiori della formazione sono attribuibili a un ambiente di scarpata, fino al limite con la piattaforma esterna.

Sulla base della associazioni a foraminiferi planctonici le Argille Azzurre sono riferibili allo Zancleano (Pliocene inferiore).

Lo spessore della formazione oscilla fra 150 m (nella zona occidentale del foglio Asti) e 250 m circa (nella zona orientale del foglio Alessandria).

A nord dell'allineamento Serravalle Scrivia-Zerbe e fino a Novi Ligure, le argille affiorano in maniera discontinua poiché sono estesamente ricoperte dai sedimenti alluvionali recenti.

4.1.2. *Sintema di Maranzana / Villafranchiano auct.*

Quest'unità comprende all'incirca tutta la porzione di successione nota in letteratura come "Villafranchiano" di età Zancleano-Gelasiana, rappresentata da sedimenti sabbioso-limosi, talora ghiaiosi, di ambiente marino transazionale e continentale, che poggiano con contatto transazionale rapido sulle Argille Azzurre.

In particolare, dal basso verso l'alto, si possono osservare:

- sabbie da fini a grossolane passanti a siltiti, a composizione silicoclastica, di colore giallo o grigio-azzurro, organizzate in strati da decimetrici a plurimetrici (fino a 5 m) amalgamati, a base netta e sovente irregolare (spessore variabile da 70 a 150 m). Gli strati mostrano cenni di laminazione piano-parallela o obliqua a festoni, tuttavia si presentano sovente omogeneizzati dall'intensa bioturbazione. Alla base sono presenti di gruppi di strati con ripple marks da onda. Sono inoltre presenti abbondanti concrezioni.
- Sabbie e sabbie ghiaiose in strati decimetrici, parzialmente cementate, alternate verso l'alto a peliti. Gli strati sabbiosi presentano strutture sedimentarie a grande scala quali lamine oblique sia a festoni che planari e strutture a piccola scala quali ad es. flaser-bedding; nella parte medio-bassa della formazione gli strati sabbiosi sono bioturbati (icnogenere *Ophiomorpha*) e sono presenti corpi conglomeratici a geometria canalizzata e a laminazione incrociata. Le siltiti sono per lo più laminate, mostrano weavy-bedding, ma sono anch'esse in qualche caso bioturbate. La potenza raggiunge gli 80 m. Nel complesso sono interpretabili come depositi marini marginali, di fronte e piana deltizia a controllo tidale.
- Ghiaie e sabbie ghiaiose mal selezionate, parzialmente cementate, organizzate in corpi piano-concavi canalizzati, che si ritagliano l'un l'altro, in gran parte caratterizzati da laminazione obliqua planare. Sono localmente associate siltiti contenenti resti di molluschi dulcicoli e rizoconcrezioni. I sedimenti di quest'unità sono interpretabili come depositi fluviali

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRGNV2800002A00 Foglio 10 di 24

di braided stream ghiaioso-sabbioso e subordinatamente di piana di inondazione. Nel complesso raggiungono uno spessore fino a 150 m.

4.2. Depositi alluvionali del bacino alessandrino

4.2.1. Depositi alluvionali

I depositi alluvionali del settore di pianura adiacente ai rilievi appenninici sono costituiti da potenti successioni che, nell'area compresa tra Novi Ligure e Tortona, presentano una granulometria scarsamente differenziata con netta prevalenza di elementi clastici grossolani.

I depositi alluvionali presenti nell'area di progetto sono correlati all'azione di erosione, trasporto e sedimentazione del T. Scrivia, che ne ha condizionato la deposizione su diversi ordini di terrazzi; nel settore a ridosso dei rilievi, sul versante sinistro della Valle Scrivia (settore a N di Arquata Scrivia) i depositi alluvionali poggiano in discordanza sulle successioni sedimentarie Plio-Pleistoceniche.

I depositi alluvionali sono prevalentemente distribuiti in sinistra orografica Scrivia e occupano con continuità il fondovalle nel tratto compreso tra Rigoroso e Novi Ligure; a nord di Novi Ligure i depositi alluvionali formano un corpo corrispondente al conoide alluvionale più recente.

I terrazzi più antichi, indicati nella cartografia geologica con fl1, sono localizzati a sud di Novi, a quote intorno ai 250 m. Essi sono solcati da un reticolo idrografico a pattern sub-parallelo, orientato a NW secondo la linea di massima pendenza della superficie topografica. L'elevata densità del drenaggio e le forme particolarmente incise sono in accordo con la presenza in superficie di terreni impermeabili dovuti a una pedogenesi diffusa.

La serie di terrazzi di quota 210 m sui quali sorge l'abitato di Novi Ligure è attribuita ad un "fluviale medio" (fl2). Anche questi terrazzi sono caratterizzati da una superficie topografica che digrada verso NW fino ad arrivare intorno ai 180 m di quota a W di Novi. Questa superficie è attraversata da un esiguo numero di impluvi, a testimonianza di una maggiore permeabilità verosimilmente correlabile a una pedogenesi meno sviluppata rispetto ai terreni fl1.

I depositi alluvionali più recenti, indicati con fl3, occupano tutta l'area posta a ridosso del T. Scrivia compresa tra l'imbocco nord della galleria di Serravalle e Tortona. Sono pressoché privi di una rete idrica superficiale in quanto la maggior parte dell'acqua di precipitazione e ruscellamento superficiale si infila immediatamente, andando ad alimentare l'acquifero.

Dal punto di vista litostratigrafico i depositi alluvionali terrazzati presentano una certa omogeneità: si tratta di depositi prevalentemente ghiaiosi, a tessitura massiva o scarsamente stratificata, in cui si rinvencono rare intercalazioni lenticolari e di modesto spessore, costituite da sabbie limose e limoso-argillose.

La stratigrafia dei sedimenti alluvionali ascrivibili al fluviale medio fl2 e al fluviale fl3 recente è nota sulla base dei sondaggi eseguiti nell'ambito della progettazione definitiva del tracciato, che evidenziano una successione di orizzonti differenziabili in relazione al diverso rapporto percentuale tra ghiaie, sabbie, limi e argille.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRGNV2800002A00 Foglio 11 di 24

Nell'ambito del "fluviale medio" (fl2) si evidenzia in generale una maggiore percentuale di frazione fine limosa (come matrice) rispetto ai depositi fl3, che costituiscono i depositi più recenti; tale percentuale può in alcuni casi superare il 30%.

4.2.2. Fluviale Recente (fl3)

Il fluviale recente comprende terreni a granulometria grossolana con ghiaie nettamente prevalenti (70-80%) sulle sabbie (10-20%) e sulle parti più fini (limo+argilla) 10-20%.

La litofacies è distribuita su gran parte dell'area di pianura interessata dal tracciato del III Valico. Nel tratto meridionale, a ridosso dell'imbocco nord della Galleria di Serravalle, si evidenziano modesti spessori (circa 4 m) di ghiaie sabbioso-limose che ricoprono la formazione delle Argille Azzurre. Verso nord, in corrispondenza della progressiva 37+500 ca., si osserva un rapido incremento dello spessore dei sedimenti, che passa da 3-4 m a oltre 30 m; tale spessore aumenta ulteriormente verso nord.

4.2.3. Fluviale Medio (fl2)

Il fluviale medio fl2 comprende terreni a granulometria grossolana con contenuto in ghiaia prevalente (circa il 50%, localmente inferiore) sulle sabbie (20-30%) e sulle parti fini che raggiungono percentuali comunque significative (20-30%).

Questi sedimenti che si differenziano dai precedenti anche per la maggiore alterazione dei clasti, con conseguente riduzione della tessitura, affiorano estesamente in corrispondenza del terrazzo di Novi Ligure. Lo spessore della coltre di alterazione superficiale non supera in genere i 5-6 m.

4.2.4. Fluviale Antico (fl1)

Di questi depositi non si hanno indicazioni stratigrafiche di dettaglio, poiché non essendo interessati dalle opere afferenti al progetto della linea AV/AC Milano-Genova, non sono stati sottoposti ad indagini specifiche nelle precedenti fasi progettuali.

In affioramento si rinvencono localmente coltri limoso-argillose a tessitura massiva, di colore giallo ocraceo, che sembrano interessare i sedimenti alluvionali antichi per tutto il loro spessore. Alcuni affioramenti di questo tipo si rinvencono estesamente a sud di Novi Ligure, a quote intorno a 250 m.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV2800002A00 Foglio 12 di 24

5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DELL'AREA DI INTERVENTO

L'area in esame è ubicata a SE della città di Novi Ligure (AL) e si colloca in una zona agricola posta a ridosso della linea ferroviaria.

Il territorio del Comune di Novi Ligure è ubicato a SE di Alessandria; l'idrografia principale è costituita dal T. Scrivia e il cantiere in progetto si colloca in sponda orografica sinistra. Il territorio comunale presenta una morfologia perlopiù pianeggiante, con terrazzi morfologici di origine fluviale.

5.1 Aspetti geologici

Dal punto di vista geologico l'area d'intervento ricade interamente nell'ambito dei depositi alluvionali del bacino alessandrino.

Le informazioni circa l'andamento delle unità nel sottosuolo sono state derivate dai sondaggi BH39/PZ, XA301G023, XA301G022 e BH38/PZ, realizzati in fase di Progetto Definitivo. I sondaggi sono allineati in direzione circa NNW-SSE.

Le unità litologiche che caratterizzano l'area d'intervento sono costituite da:

- depositi alluvionali, costituiti da alternanze di limi sabbioso-argillosi, scarsamente plastici e sabbie limoso-argillose debolmente ghiaiose con clasti marnosi. In base ai sondaggi, alla profondità di 6-7 m circa dal p.c. e per uno spessore di 3.5-4 m circa, è presente un livello di ghiaie eterometriche in scarsa matrice fine limoso-argillosa. Il livello ha una continuità laterale superiore a 500 m.

Lo spessore minimo complessivo della formazione alluvionale attraversata dai sondaggi, nel settore d'interesse, è di 50 metri. È comunque certo che i depositi alluvionali siano decisamente più potenti, in base ai dati provenienti dalle stratigrafie dei pozzi profondi AGIP, arrivando talora oltre i 200 m di profondità, per assottigliarsi in direzione del margine collinare.

- Terreno agricolo localmente frammisto a materiale di riporto e coltre di alterazione, dello spessore complessivo di 1.8-2.2 m ca.

5.2 Aspetti geomorfologici

L'area indagata (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) si trova a una quota media di 225 m, in un settore pianeggiante, con debole inclinazione ($< 1^\circ$) verso NNE.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVRGNV2800002A00	Foglio 13 di 24



Figura 2 - Dettaglio del sito d'intervento, a destra della strada. Sullo sfondo, in corrispondenza dell'allineamento di alberi, si trova il canale artificiale descritto nel testo.

Il settore è attualmente interessato da coltivazioni agricole ed è attraversato da un corso d'acqua con alveo rettilineo (probabilmente per effetto di una passata regimazione) approfondito di circa 3-3,5 metri dal piano campagna circostante; alla data del sopralluogo (agosto 2012) la portata del rio è risultata molto scarsa ma non nulla.

Dai dati relativi alla soggiacenza della falda libera (-2 metri dal p.c., cfr. § 6.1 "Dati piezometrici") è possibile ipotizzare che il rio sia in collegamento diretto con la falda stessa e che costituisca per la maggior parte del tempo un limite alimentante; non si esclude che in periodi particolarmente siccitosi la falda possa abbassarsi rispetto alla quota di fondo alveo e quindi drenare il rio, tuttavia la presenza di acqua riscontrata al momento del sopralluogo, che è caduto appunto in uno di tali periodi, fa ritenere questa possibilità abbastanza remota.

Dalla consultazione del catalogo IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi italiani) e dei documenti del PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico), non emergono particolari situazioni di instabilità relative all'area d'indagine, né vincoli legati all'andamento delle fasce di rispetto fluviali.

6. ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO

6.1. Dati piezometrici

Misure di soggiacenza della falda libera superficiale, condotte in fase di Progetto Definitivo (2004) in una serie di sondaggi limitrofi all'area d'intervento (BH39/PZ, XA301G023, XA301G022 e BH38/PZ) hanno dato valori compresi tra -1 e -3 metri dal piano campagna, attestando quindi la presenza di una falda libera molto vicina alla superficie topografica.

6.2. Unità idrogeologiche

L'area d'intervento si colloca su un substrato costituito da depositi alluvionali ghiaiosi con scarsa matrice sabbioso-siltosa e locali lenti di limi argilloso-argillosi; la permeabilità è di tipo primario per porosità.

Prove di permeabilità Lefranc, condotte in fase di realizzazione dei sondaggi BH39/PZ, XA301G023, XA301G022 e BH38/PZ hanno dato valori di permeabilità con ordini di grandezza di $1 \cdot 10^{-6}$ / $1 \cdot 10^{-9}$ m/s, con la tendenza a un graduale aumento con la profondità. In generale la permeabilità è quindi da media a bassa (Tabella 2).

Codice sondaggio	Profondità (m dal p.c.)	Valore di permeabilità (m/s)
BH39/PZ	-3	$1,07 \cdot 10^{-7}$
BH39/PZ	-6	$3,01 \cdot 10^{-5}$
XA301G023	-3,5	$2,60 \cdot 10^{-7}$
XA301G023	-10,5	$3,50 \cdot 10^{-8}$
XA301G023	-30	$5,00 \cdot 10^{-9}$
XA301G022	-9	$7,90 \cdot 10^{-6}$
XA301G022	-18	$3,32 \cdot 10^{-7}$
XA301G022	-36	$5,90 \cdot 10^{-8}$
BH38/PZ	-6	$3,15 \cdot 10^{-5}$
BH38/PZ	-16	$1,01 \cdot 10^{-8}$

Tabella 2 - Valori di prove Lefranc condotte in occasione della realizzazione dei sondaggi BH39/PZ, XA301G023, XA301G022 e BH38/PZ.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV2800002A00 Foglio 15 di 24

7. SISMICITA'

7.1. Dati disponibili

L'area studiata si inserisce nel quadro del progetto della nuova linea AV/AC Milano-Genova "III Valico dei Giovi", il cui tracciato per la parte di valico si sviluppa attraverso il territorio delle regioni Piemonte e Liguria e comprende, da sud a nord, i comuni di Genova, Ceranesi, Campomorone (provincia di GE), Voltaggio, Fraconalto, Gavi, Arquata Scrivia, Serravalle Scrivia, Novi Ligure e Pozzolo Formigaro (provincia di AL).

A livello bibliografico, per caratterizzare dal punto di vista generale la sismicità regionale, sono facilmente reperibili online le seguenti informazioni di base:

- carta della sismicità in Italia, prodotta dal Centro Nazionale Terremoti dell'INGV;
- mappa della pericolosità sismica di riferimento, prodotta dall'INGV per l'intero territorio nazionale e relativa alla nuova classificazione sismica dei comuni italiani;
- nuova mappa della classificazione sismica dei comuni italiani aggiornata al 2010.

A livello normativo, l'OPCM n° 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" ("nuova classificazione sismica" in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) ha ridefinito la classificazione sismica del territorio italiano proposta dal D.M. 14 luglio 1984 e s.m.i ("vecchia classificazione sismica" in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

La Regione Liguria ha fatto propria la classificazione di cui all'OPCM 3274, con alcune modifiche, attraverso l'adozione del D.G.R. 24/10/2008 n°1308 "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria".

La Regione Piemonte ha a sua volta adeguato la classificazione sismica del proprio territorio con l'adozione della D.G.R. n° 11-13058 del 19/01/2010, entrata in vigore con la D.G.R. n° 4-3084 del 12/12/2011.

7.2. Caratteri generali della sismicità regionale

Il regime geodinamico attuale della catena alpina occidentale determina un'attività sismica di intensità generalmente modesta, rilevabile in gran parte solo a livello strumentale, ma legata a eventi ricorrenti con una frequenza piuttosto significativa.

Gli epicentri si concentrano lungo l'arco alpino seguendo due direttrici principali, corrispondenti rispettivamente al margine interno della catena (limite fra le unità penniniche e la pianura padana) e all'allineamento dei massicci cristallini esterni (fronte pennidico).

Fra queste due zone e, in particolare, nel settore compreso tra Savona e La Spezia, è presente una fascia a frequenza sismica molto bassa, in cui ricade il settore interessato dal progetto della galleria di valico della linea AV/AC Milano-Genova (Figura 3). Questo canale a bassa frequenza dei sismi si

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRGNV2800002A00 Foglio 16 di 24

traduce in una corrispondente fascia a più bassa pericolosità sismica, di direzione approssimativamente N-S, delineata nella mappa del territorio nazionale (Figura 4).

La mappa stima l'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante $a(g)$; tale parametro rappresenta l'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante che, in un intervallo di tempo di 50 anni, ha una probabilità del 10% di superare il valore indicato (cfr. scala colore), per effetto di sismi di intensità maggiore rispetto a quelli considerati per la classificazione del territorio.

A livello locale, una mappa più dettagliata di $a(g)$ è consultabile sul sito dell'istituto all'indirizzo "<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>" (Figura 5). Dall'analisi delle mappe si può in definitiva osservare che l'area interessata dal tracciato della tratta di valico della Linea AC/AV Milano-Genova presenta valori di $a(g)$ compresi tra 0,050 nel settore genovese e 0,100 g nel settore di spartiacque e piemontese.

7.3. Classificazione sismica dell'area di progetto

Sulla base della classificazione sismica dei comuni italiani contenuta entro l'Allegato 1 dell'OPCM n°3274 del 20/3/2003, con le rispettive delibere n°13058-790 del 19/1/2010 e n°1308 del 24/10/2008, le regioni Piemonte e Liguria hanno recepito le indicazioni contenute entro l'ordinanza ministeriale mediante le già citate D.G.R. 24/10/2008 n° 1308 (Regione Liguria) e 19/01/2010 n° 11-13058 (Regione Piemonte).

La seguente TABELLA 3 riporta la classificazione sismica dei diversi comuni interessati dal progetto AC/AV Milano-Genova, in base alle normative sopra citate; tale classificazione fa riferimento ai valori di accelerazione sismica $a(g)$ con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, visualizzati cartograficamente in Figura 4 e Figura 5 così definiti:

- Zona 1: $a(g) > 0.25$ g
- Zona 2: 0.15 g $< a(g) \leq 0.25$ g
- Zona 3: 0.05 g $< a(g) \leq 0.15$ g
- Zona 4: $a(g) \leq 0.05$ g

Dalla tabella 3 si osserva in generale un approccio più cautelativo nelle normative regionali rispetto alla classificazione nazionale, con il passaggio di alcuni comuni dalla zona 4 alla zona 3. Per il Comune di Pozzolo Formigaro è stata confermata la classe 3 derivante dalla nuova normativa sismica, corrispondente a valori 0.05 g $< a(g) \leq 0.15$ g.

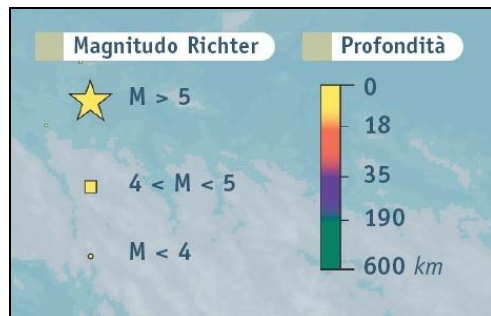
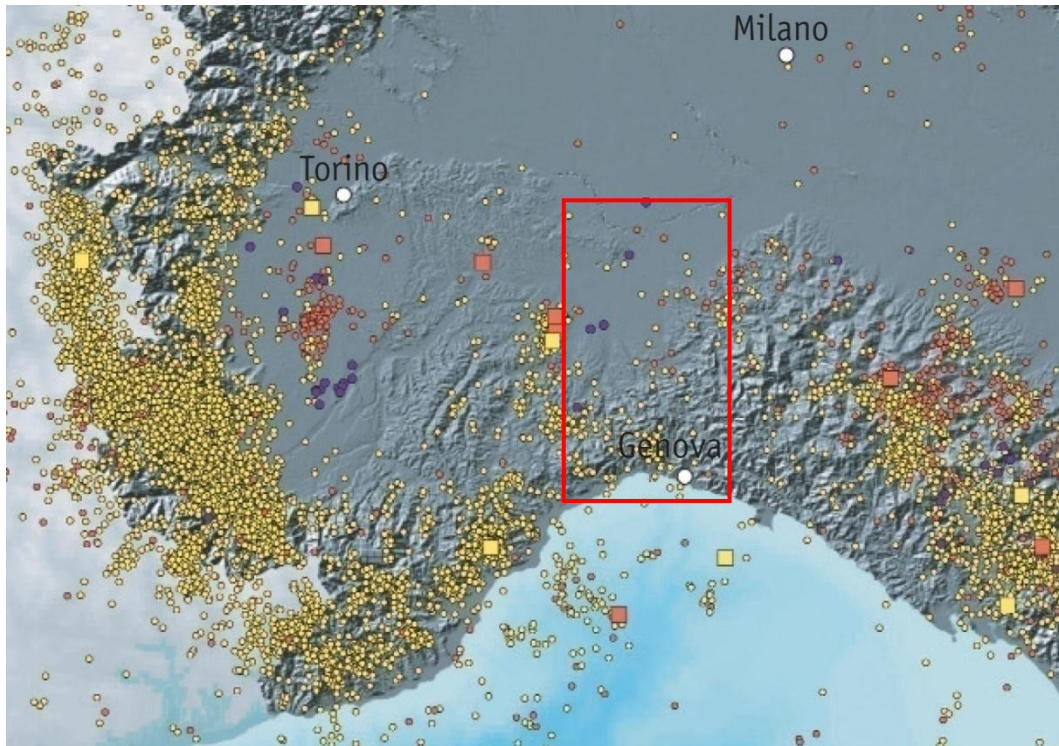


Figura 3 – Stralcio della Carta della sismicità in Italia tratta dal sito dell'INGV: <http://csi.rm.ingv.it/>

Il rettangolo rosso individua l'area di progetto.

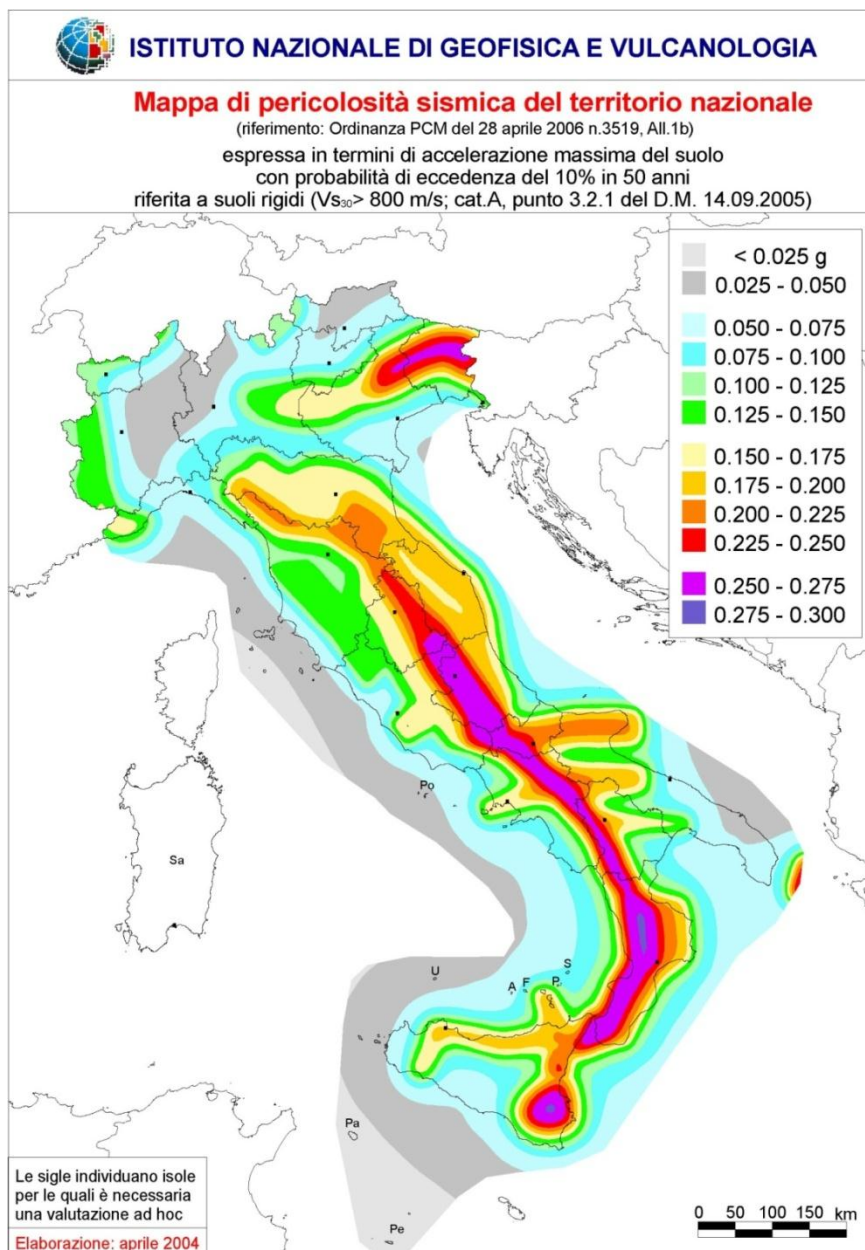
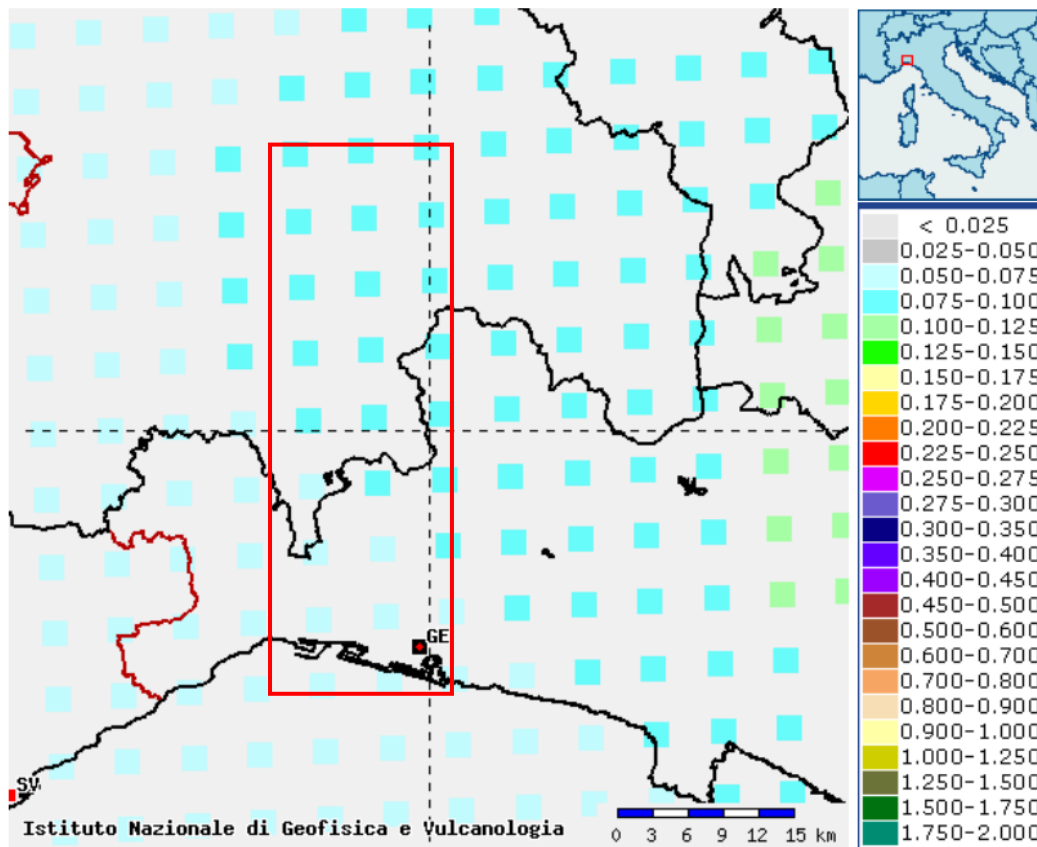


Figura 4 – Mapa di pericolosità sismica dell'intero territorio nazionale redatta dall'INGV. La figura è stata tratta dal sito dell'INGV: <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>



Selezione mappa

	Parametro dello scuotimento:	Probabilità in 50 anni:	Percentile:	Periodo spettrale (sec):
<input checked="" type="checkbox"/> Visualizza punti della griglia riferiti a:				
<input type="checkbox"/> Ridisegna mappa	a(g) ▾	10% ▾	50 ▾	0.50 ▾

Figura 5 – Mappa di pericolosità sismica dell'area studiata redatta dall'INGV. La figura è stata tratta dal sito dell'INGV: <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

Regione	Comune	vecchia classificazione sismica	nuova classificazione sismica	D.G.R. Liguria 24/10/2008	D.G.R. Piemonte 19/01/2010
Piemonte	Arquata Scrivia	4	3		3
	Fraconalto	4	3		3
	Gavi	4	3		3
	Novi Ligure	4	4		3
	Pozzolo Formigaro	4	3		3
	Serravalle Scrivia	4	3		3
	Votaggio	4	3		3
Liguria	Campomorone	4	4	3b	
	Ceranesi	4	4	3b	
	Genova	4	4	3b	
	Mignanego	4	4	3b	
	Ronco Scrivia	4	3	3b	

Tabella 3 - Elenco dei comuni interessati dal tracciato con indicazione del rischio sismico secondo la normativa nazionale e regionale.

7.4. Stima delle proprietà sismiche dei terreni interessati dal progetto

7.4.1. Caratteri litostratigrafici

In base ai contenuti della relazione geologica, l'assetto geologico dell'area studiata è caratterizzato dalla presenza dei seguenti elementi:

- depositi alluvionali del T. Scrivia (fluviale medio, fl2), costituiti da alternanze di limi sabbioso-argillosi, scarsamente plastici e sabbie limoso-argillose debolmente ghiaiose con clasti marnosi;
- terreno agricolo ± materiali di riporto da 1,8 a 2,0 metri

I rilievi di terreno eseguiti hanno permesso di delineare il seguente quadro generale:

- la potenza dei depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi di varia origine rilevati nell'area raggiunge come minimo i 40 m di spessore;
- non si ipotizzano particolari interazioni tra opere di fondazione e specifici livelli stratigrafici.

In base alle categorie di suolo di fondazione individuate dal D.M. 14.01.2008, in relazione alla prevedibile azione sismica di progetto stimata sulla base del parametro "Vs30", ossia della velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità¹, riportate nella successiva **Errore. L'origine**

¹ Sebbene la normativa sismica si affidi in molti paesi al parametro Vs30, sono recentemente stati sollevati molti dubbi sulla sua capacità di prevedere l'amplificazione del suolo; esso non risulterebbe uno strumento affidabile del fattore di amplificazione in caso di terremoto. L'errore sulla stima di Vs30 è dell'ordine del 20-30% e le abituali modalità di rappresentazione del Vs30 secondo una regressione lineare standard che correla il parametro velocità al fattore di amplificazione portano a mettere in evidenza una correlazione inesistente (Castellaro & Mulargia, 2007).

riferimento non è stata trovata., è possibile valutare che il sottosuolo interessato dagli interventi in progetto ricade nella categoria sismica D.

Per quanto riguarda la determinazione della categoria topografica del sito di intervento, le valutazioni sono state basate sulla correlazione dei dati geomorfologici a disposizione per con i dati riportati nel paragrafo 3.2.2 delle NTC 2008 (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). Sulla base di tali correlazioni le condizioni topografiche corrispondono rispettivamente alla categoria T1 (superficie pianeggiante).

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Tabella 4 - Categorie di sottosuolo definite dal D.M. 14.01.2008, Norme tecniche per le costruzioni.

Condizioni topografiche (§ 3.2.2 NTC-08)

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (**Tab. 3.2.IV** delle NTC-08):

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

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

Tabella 5 - Condizioni topografiche ai fini della classificazione sismica di sito.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRGNV2800002A00
	Foglio 22 di 24

8. CONCLUSIONI

L'indagine geologica e idrogeologica ha evidenziato l'assenza di fenomeni di rilievo, tali da influenzare negativamente la fattibilità dell'intervento previsto.

Si afferma pertanto la compatibilità delle opere realizzate con le caratteristiche geologiche, e geomorfologiche dell'area in cui sono inserite.

Quali prescrizioni di carattere applicativo si sottolinea quanto segue:

- è necessario tenere conto della posizione della falda acquifera, che in un periodo particolarmente siccitoso, corrispondente alla data del rilievo geologico e geomorfologico (agosto 2012), è risultata verosimilmente a profondità non superiore a 3 m dal p.c., come suggerito dalla presenza di acqua nel canale adiacente alla strada in progetto; i dati dei sondaggi eseguiti in prossimità del sito indicano valori di soggiacenza compresi tra -1 e -3 m.
- sono da evitare interferenze con il corso d'acqua che corre a lato della strada prevista; in particolare è necessario evitare il restringimento della sezione di deflusso, il franamento anche accidentale di materiale in alveo e la realizzazione di rilevati che vadano ad appoggiare sul ciglio spondale senza essere adeguatamente sostenuti;
- le sponde stesse del canale potrebbero richiedere la realizzazione di opere di sostegno, nel qual caso è preferibile il ricorso a tecniche di ingegneria naturalistica;
- per la realizzazione di rilevati provvisori possono essere utilizzati i depositi alluvionali eventualmente derivanti da scavi in sito, con adeguata costipazione;
- allo scopo di evitare cedimenti e assestamenti del fondo stradale, dovrà essere rimosso lo strato di terreno agricolo superficiale, da stoccare a parte e reimpiegare per la sistemazione definitiva dell'area.

Si segnala che in fase di sopralluogo è stata individuata la presenza di un metanodotto che intercetta l'opera prevista.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG5101ECVRGNV2800002A00</p> <p>Foglio 23 di 24</p>

9. BIBLIOGRAFIA

- Boni, A. & Casnedi, R. (1970) - *Note illustrative della Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000, Fogli Asti e Alessandria*. Servizio geologico, Volumi 69-70, 64 pp.
- Capponi, G. & Crispini, L. (1997) - *Progressive shear deformation in the metasediments of the Voltri Group (Ligurian Alps, Italy): occurrence of structures recording extension parallel to the regional foliation*. Boll. Soc. Geol. It., 116, 267 - 277.
- Capponi, G. & Crispini, L. (2002) - *Structural and metamorphic signature of alpine tectonics in the Voltri Massif (Ligurian Alps, northwestern Italy)*. Eclogae geol. Helv., 95, 31-42.
- Capponi, G., Crispini, L., Piazza, M. & Amandola, L. (2001) - *Field constraints to the Mid-Tertiary kinematics of the Ligurian Alps*. Ofioliti, 26(2b), 409-416.
- Capponi, G., Crispini, L., Cortesogno, L., Gaggero, L., Firpo, M., Piccazzo, M., Cabella, R., Nosengo, S., Bonci, M.C., Vannucci, G., Piazza, M., Ramella, A., Perilli, N., et alii (2009) - *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000, foglio 213-230 - Genova*.
- Castellaro, S, Mulargia, F. (2007) - *Vs30, stimatore obbligatorio ma inefficace dell'amplificazione sismica*. GNGTS. Roma, 15 Novembre 2007
- Castello, B., Moro, M, Chiarabba, C, Di Bona M., Doumaz F., Selvaggi G., Amato A. (2004) - *Carta della sismicità in Italia*. Centro Nazionale Terremoti - INGV.
- Chiarabba, C., Jovane, L. & Di Stefano, R. (2005) - *A new view of Italian seismicity using 20 years of instrumental recordings*. Tectonophysics, 395, 251-268.
- Cortesogno, L. & Haccard, D. (1984) - *Note illustrative alla carta geologica della zona Sestri-Voltaggio*. Mem. Soc. Geol. It., 28, 115 - 150.
- Crispini, L. & Capponi, G. (2001) - *Tectonic evolution of the Voltri Group and Sestri Voltaggio Zone (southern limit of the NW Alps): a review*. Ofioliti, 26(2a), 161-164.
- Di Biase, D. & Pandolfi, L. (1999a) - *I conglomerati della Val Borbera (Bacino Terziario Piemontese) e relative implicazioni per l'esumazione di unità alpine di alta pressione/bassa temperatura*. Proceedings of annual meeting Italian Sedimentology Group, CNR, Rimini, 3-6/10/99. Giornale di Geologia, 3a, 16-19.
- Di Biase, D. & Pandolfi, L. (1999b) - *L'evoluzione composizionale dei conglomerati della Val Borbera (Bacino Terziario Piemontese). Evidenze e vincoli per l'esumazione di unità a metamorfismo HP/LT nelle Alpi Occidentali*. Congresso FIST, 20-23/9/1999, Abstract Volume, 286-288.
- Elter, P. & Pertusati, P. (1973) - *Considerazioni sul limite Alpi-Appennino e sulle sue relazioni con l'arco delle Alpi occidentali*. Mem. Soc. Geol. It., 12, 359-375.
- Federico, L., Capponi, G., Crispini, L., & Scambelluri, M. (2004) - *Exhumation of alpine high-pressure rocks: insights from petrology of eclogite clasts in the Tertiary Piedmontese basin (Ligurian Alps, Italy)*. Lithos, 74, 21-40.
- Haccard, D. (1976) - *Carte géologique au 1:50000 de Sestri-Voltaggio*. Pubblicazione CNR, Pisa.
- Hoogerduijn Strating, E.H. (1994) - *Extensional faulting in an intraoceanic subduction complex - working hypothesis for the Palaeogene of the Alps-Appennine system*. Tectonophysics, 238, 255-273.
- Laubscher, H., Biella, G.C., Cassinis, R., Gelati, R., Lozej, A., Scarascia, S. & Tabacco, I. (1992) - *The collisional Knot in Liguria*. Geologische Rundschau, 81, 275-289.
- Marini, M. (1998) - *Carta geologica della Val Polcevera e zone limitrofe (Appennino Settentrionale) alla scala 1:25.000. Note illustrative*. Atti Ticinensi di Scienze della Terra, 40, 33-64.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG5101ECVRGNV2800002A00</p>	<p>Foglio 24 di 24</p>

Piana, F., Falletti, P., Fioraso, G., Irace, A., Mosca, P., et alii (in prep.) – *Carta geologica del Piemonte in scala 1:250.000*. Consiglio Nazionale delle Ricerche, IGG Torino; Università degli Studi di Torino, DST; Politecnico di Torino, DIATI.

Protezione Civile (2004) – *Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003*. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.