

COMMITTENTE:



ALTA
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



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

LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA

Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza

PROGETTO ESECUTIVO

PARTE GENERALE

GEOLOGIA E GEOTECNICA

GENERALE

**Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2
(da 0+000 a 21+990)**

GENERAL CONTRACTOR				DIRETTORE LAVORI				SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE		Consorzio Iricav Due						
		ing. Paolo Carmona		Data: Giugno 2021				

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV. FOGLIO

I	N	1	7	1	0	E	I	2	R	H	G	E	0	0	0	0	0	0	1	C	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
Firma	Data
 Luca RANDOLFI	Giugno 2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
B	RECEPIMENTO ISTRUTTORIE	F. Bonciani	Maggio 2021	V. Pastore	Maggio 2021	P. Ascari	Maggio 2021	Dott. A. Casale
C	REVISIONE G.C.	F. Bonciani	Giugno 2021	V. Pastore	Giugno 2021	P. Ascari	Giugno 2021	

CIG. 8377957CD1

CUP: J41E91000000009

File: IN1710EI2RHGE0000001C.DOCX



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

Cod. origine:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 2 di 104

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
4	CARATTERI IDROGRAFICI DEL TERRITORIO	7
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA.....	11
5.1	NOTE DI GEOLOGIA GENERALE.....	11
5.2	ELEMENTI DI TETTONICA.....	26
5.3	CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE.....	28
5.4	APPROFONDIMENTI GEOLOGICO-MORFOLOGICI SULLA STRUTTURA DELLA PIANURA VENETA.....	30
5.5	SISMICITÀ.....	41
6	CARATTERI GEOLOGICI E MORFOLOGICI DI DETTAGLIO DEL TRATTO DI INTERESSE	45
6.1	TRATTO TRA pk 0+000 E pk 10+045.....	46
6.1.1	INDAGINI E PROVE ESEGUITE.....	46
6.1.2	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE.....	60
6.1.3	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E LITOLOGICHE	64
6.1.4	ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ E DEI RISCHI GELOGICI E GEOMORFOLOGICI.....	68
6.2	TRATTO TRA pk 10+045 E pk 19+159.....	71
6.2.1	INDAGINI E PROVE ESEGUITE.....	71
6.2.2	CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E IDROGRAFICHE	82
6.2.3	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E LITOLOGICHE	86
6.2.4	ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ E DEI RISCHI GELOGICI E GEOMORFOLOGICI.....	86
6.3	TRATTO TRA pk 19+159 E pk 21+990.....	88
6.3.1	INDAGINI E PROVE ESEGUITE.....	88
6.3.2	CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E IDROGRAFICHE	94
6.3.3	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E LITOLOGICHE	96
6.3.4	ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ E DEI RISCHI GELOGICI E GEOMORFOLOGICI.....	99
7	BIBLIOGRAFIA.....	101

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 3 di 104

1 PREMESSA

La presente relazione, redatta a corredo del Progetto Esecutivo, illustra gli aspetti geologici dell'area interessata dalla nuova linea ferroviaria AV/AC Verona–Padova, Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza nella tratta compresa tra gli abitati di Verona stazione Porta Vescovo e San Bonifacio corrispondente alle progressive da Km 0+000 a 21+990.

Gli studi condotti in questa fase progettuale e nelle precedenti sono stati finalizzati ad evidenziare le principali caratteristiche geologiche, geolitologiche e geomorfologiche del settore interessato dal progetto ferroviario, in un intorno sufficientemente vasto per poter valutare le potenziali interferenze tra l'opera in progetto e le varie componenti ambientali afferenti agli aspetti sopra citati.

I lavori sono stati svolti tramite una raccolta bibliografica che ha riguardato gli studi precedentemente condotti nell'area per la redazione del progetto preliminare, gli archivi dati raccolti presso le Amministrazione Pubbliche, Regionali, Provinciali e di Enti di Gestione, con particolare riferimento ai dati litostratigrafici e i lavori di ricerca su pubblicazioni scientifiche condotti dal CNR.

Oltre a un inquadramento è stata effettuata un'analisi di dettaglio delle principali caratteristiche, suddivisa nei tre lotti costruttivi nei quali è stata suddivisa la tratta in oggetto.

A supporto dell'analisi di dettaglio sono state raccolte e sistematizzate le informazioni di tipo stratigrafico derivanti dalle campagne di indagini effettuate nel 2002, nell'ambito del progetto preliminare, da quelle integrative svolte nel 2014, appositamente realizzate per la predisposizione del progetto definitivo e dalle ulteriori indagini svolte successivamente, a supporto del progetto esecutivo.

Nel dettaglio tali indagini sono state mirate all'effettuazione di indagini geognostiche, con prove in situ, installazione di piezometri e monitoraggio dei livelli di falda.

Gli studi sono stati eseguiti esclusivamente lungo il futuro tracciato ferroviario e infittiti in corrispondenza delle tratte contraddistinte da maggiore criticità ambientale in relazione alle potenziali interferenze tra opera e componenti ambientali.

I risultati degli studi e dei rilievi di caratterizzazione geologica del tracciato di progetto sono stati quindi riassunti e schematizzati in una apposita cartografia, tramite la realizzazione di una Carta Geologica alla quale è stato associato un Profilo Geolitologico (elaborati IN1710EI2LZGE0000001C-11C), di una Carta Litologico Tecnica (elaborati IN1710EI2G5GE0000012C-22C) e di una Carta Geomorfologica (elaborati IN1710EI2G5GE0000001C-11C).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 4 di 104

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La seguente relazione è redatta ai sensi delle normative e disposizioni di seguito riportate.

Legge n. 64 del 02/02/1974. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

D.M. LL.PP. 11.03.1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle 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.

D.M. 16.01.1996. Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG.IS.T.C. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996.

Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

Circolare Regione Veneto n. 9 del 05.04.2000. Indirizzi in materia di prescrizioni tecniche da osservare per la realizzazione delle opere pubbliche e private. Obblighi derivanti dalla L. n. 64 del 02302.1974 e dal D.M. 11.03.1988.

Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica. Delibera Giunta Regionale 21/07/2003 N.1435. Prime disposizioni di attuazione dell'ordinanza del O.P.C.M. n. 3274/2003 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006. Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto (P.T.A.) D.G.R.V. n. 107 del 05.11.2009. Norme per il governo del territorio.

Eurocodice 7. Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.

D.M. 14.01.2008. Norme Tecniche per le Costruzioni.

Circolare n. 617 del 02.02.2009 CSLP. Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008.

D.M. 17.01.2018. Aggiornamento alle "Norme Tecniche per le Costruzioni".

CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. (19A00855) (GU n.35 del 11-2-2019 - Suppl. Ordinario n. 5).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 5 di 104

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il tracciato completo della linea si sviluppa tra la provincia di Verona a Est e quella di Vicenza a Ovest interessando i seguenti Comuni: Verona, S. Martino Buon Albergo, Zevio, Caldiero, Belfiore, S. Bonifacio, Lonigo, Montebello Vicentino, Brendola, Montecchio Maggiore, Altavilla Vicentina.

Nell'ambito della tratta Verona – Montebello Vicentino, il tracciato ferroviario è stato suddiviso per comodità di esposizione in 3 tratte:

- Il tratto 1, compreso tra i km 0+000 e km 10+045 si sviluppa tra i Comuni di Verona, S. Martino Buono Albergo e Zevio. In questa tratta, e precisamente tra i km 4+941 e 6+541 è prevista la realizzazione della galleria artificiale di S. Martino Buon Albergo, per la quale è stata sviluppata una sezione idrogeologica di dettaglio mirata alla valutazione dell'interferenza tra l'opera in progetto e la falda freatica.
- Il tratto 2, compreso tra i km 10+045 e 19+159 attraversa i Comuni di Zevio, Caldiero, Belfiore e S. Bonifacio. In questa tratta è prevista la realizzazione di viadotti in corrispondenza dei Torrenti Fibbio e D'Illasi-Prognolo.
- Il tratto 3, compreso tra i km 19+159 e 21+990 si sviluppa nel territorio comunale di S. Bonifacio. In questa tratta è prevista la realizzazione del viadotto in corrispondenza presso San Bonifacio (Figura 1).

Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)

Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2RHGE000001C

Foglio

6 di 104

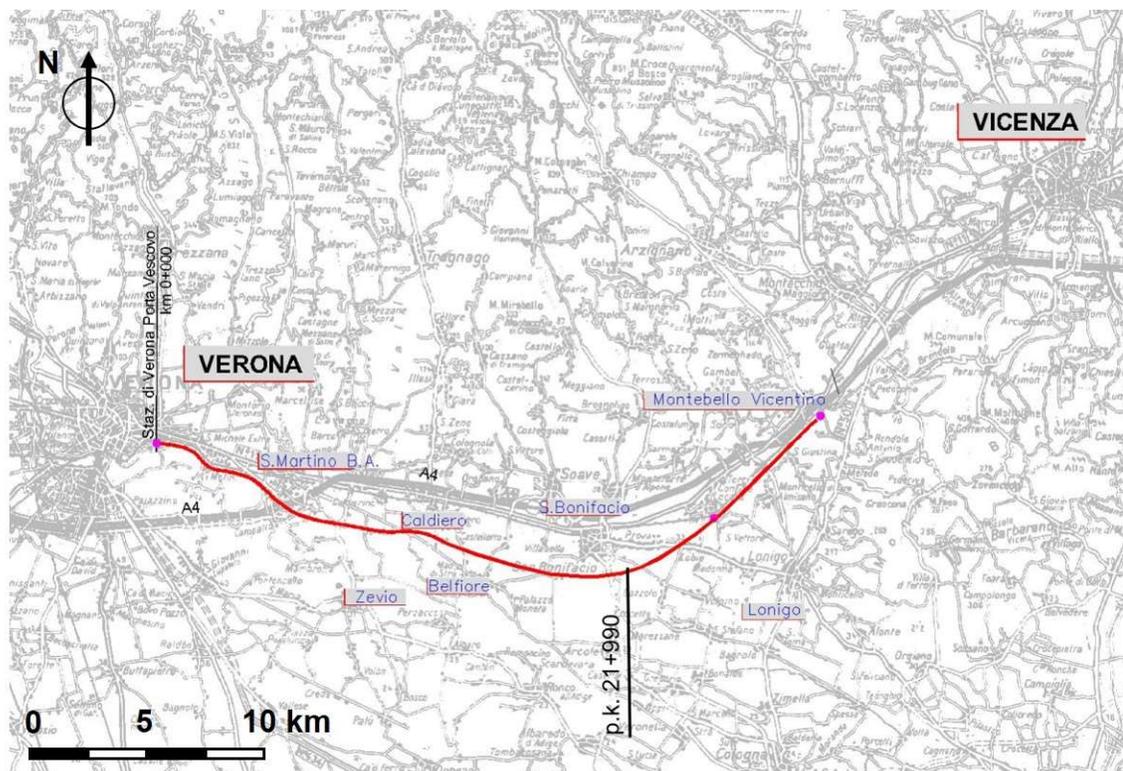


Figura 1 - Inquadramento territoriale del Sub-lotto Verona-Montebell Vicentino e della tratta di interesse (p.k. 0+000 – 21+990).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 7 di 104

4 CARATTERI IDROGRAFICI DEL TERRITORIO

Il tracciato ferroviario si sviluppa, in direzione Ovest-Est, da Verona a Montebello Vicentino, interessando una fascia di territorio che, dal punto di vista morfologico e idrografico, può essere ricondotta alle due tipologie fondamentali dell'alta e della bassa pianura.

I corsi d'acqua che interessano il tracciato possono essere suddivisi in due categorie:

- corsi d'acqua "principali" - appartengono a questo gruppo tutti i corsi d'acqua a valenza regionale di notevole importanza e/o con superficie del bacino sotteso superiore a 10 km²;
- corsi d'acqua "secondari" - appartengono a questo gruppo i restanti corsi d'acqua minori a valenza locale (fossi, colatori, ecc.) con superficie del bacino sotteso inferiore a 10 km².

Nella Provincia di Verona il tracciato interseca in direzione Ovest-Est il sistema idrografico tributario principale del Fiume Adige, rappresentato dai corsi d'acqua Fibbio, Illasi e Alpone.

Il Torrente Fibbio sfocia in Adige attraverso il Canale Sava, il quale convoglia nell'Adige stesso anche le portate dei "progni" di Mezzani e D'Illasi, con una superficie tributaria complessiva di oltre 350 km². Chiude la serie dei corsi d'acqua principali della provincia di Verona, il Torrente Alpone, che alla confluenza in Adige reca i contributi di circa 300 km² di territorio per i 2/3 tributario agli affluenti Tramigna e Chiampo.

Nella Provincia di Vicenza il tracciato interseca, all'altezza di S. Bonifacio, la linea delle risorgive e successivamente, a ridosso dei Colli Berici, il sistema dell'Agno-Guà.

Il bacino del Torrente Agno, alimentato dalle notevoli precipitazioni annue caratteristiche della zona delle Piccole Dolomiti, che chiudono a nord e a ovest il bacino, muta il proprio nome in Guà a valle di Valdagno dove, scorrendo su di un materasso alluvionale di spessore crescente, disperde nel tratto a monte del tracciato ferroviario in progetto, gran parte delle portate di magra, ricaricando la falda.

Più nel dettaglio le caratteristiche dei principali corsi d'acqua, in vario modo interferenti con l'opera sono di seguito descritte.

Fiume Adige

L'Adige nasce da una sorgente sita in prossimità del lago di Resia, a una quota di 1550 m s.l.m.; ha un bacino imbrifero di circa 12.100 km², un percorso di 409 km e sbocca nel mare Adriatico a Porto Fossone, tra le foci dei fiumi Brenta e Po.

Il suo bacino idrografico interessa le regioni Trentino-Alto Adige e Veneto, nonché, in piccola parte, il territorio svizzero.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RHGE000001C</p>	<p>Foglio 8 di 104</p>

Defluisce da Merano sino a Trento e da qui, attraverso la Val Lagarina, scende sino a Verona. Dalla Val Lagarina l'Adige assume carattere di fiume di pianura fino alla località di Albaredo, a valle di Verona, dove il fiume chiude il suo bacino tributario. Da questo punto sino al mare Adriatico, per circa 110 km, il fiume è per lo più pensile.

Il Fiume Adige non interseca il tracciato ferroviario nella tratta in oggetto, ma come evidenziato di seguito, gli elementi morfologici (paleoalvei, terrazzamenti, ecc) influenzano gran parte della pianura veronese, compresa una parte interessata dal tracciato ferroviario.

Progno di Valpantena

Il Progno di Valpantena, affluente in sinistra idrografica del Fiume Adige, è un corso d'acqua a carattere torrentizio che intercetta la linea ferroviaria nei pressi di Verona Est, scorrendo, nell'ultimo tratto, tombato al di sotto della città.

Questo corso d'acqua scende dai Monti Lessini con portate di piena che, nel loro complesso, incidono fortemente sul regime di piena del Fiume Adige nei tronchi di pianura.

Il reticolo idrografico principale attraversato dal tracciato ferroviario e afferente al Fiume Adige alla sezione di chiusura posta in corrispondenza della confluenza con il T. Fibbio è mostrato nella Figura 2.

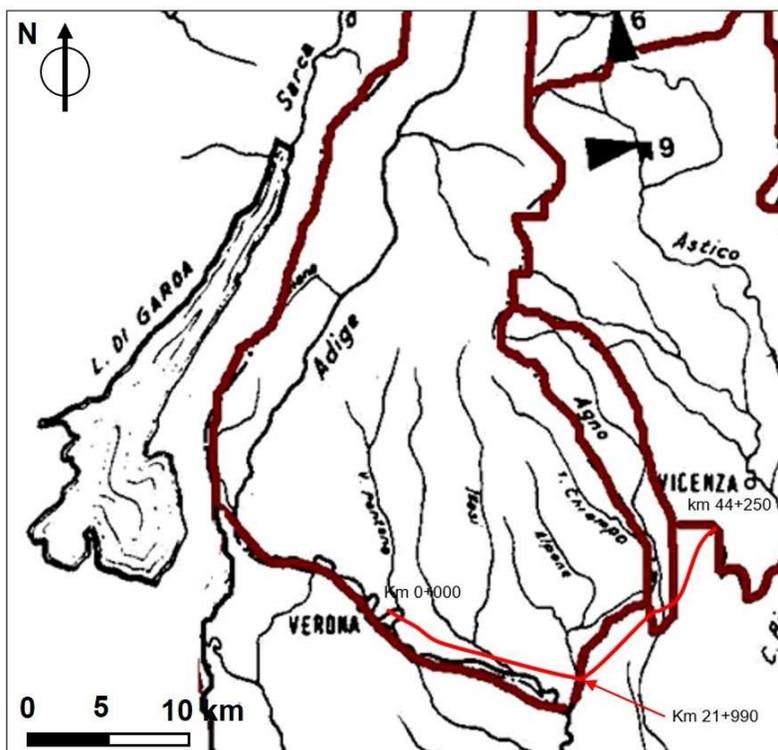


Figura 2 - Delimitazione del bacino idrografico e asta dei principali corsi d'acqua interferenti con l'opera in progetto con sovrapposizione del tracciato e chilometriche di riferimento.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE000001C	Foglio 9 di 104

Torrente Fibbio

Questo corso d'acqua convoglia le acque di un bacino imbrifero abbastanza esteso di superficie pari a 365 km². Il Fibbio nasce dal Monte Tomba col nome di Vaio di Squaranto e scende in direzione Nord-Sud, con carattere torrentizio, sino a Montorio, raccogliendo numerosi rivi, alcuni dei quali alimentati da modestissime sorgenti che si esauriscono nelle stagioni siccitose. Perenni sono invece quelle che sgorgano a Montorio e che alimentano significativamente il corso d'acqua.

In prossimità dell'immissione nel Canale Sava (e quindi nel Fiume Adige) il Fibbio riceve in sinistra idrografica l'apporto del Torrente D'Illasi (al quale si unisce il Progno di Mezzane), il cui bacino idrografico ha una superficie pari a circa 245 km².

Le piene del Fibbio sono impetuose e di breve durata, tali quindi da provocare esondazioni e danni al territorio.

Il T. Fibbio interferisce con l'opera in progetto all'incirca tra i km 8 e 10 della tratta in oggetto, dove è prevista la realizzazione di un viadotto.

Torrente D'Illasi

Il Torrente d'Illasi è un corso d'acqua torrentizio per eccellenza, in quanto anche in periodi piovosi il tratto intermedio e quello inferiore del letto rimangono in condizioni asciutte poiché le acque si disperdono nel materasso alluvionale su cui scorre il corso d'acqua.

Esso trova origine nei versanti meridionali del Gruppo del Monte Carega (2230 m s.l.m.).

L'asta principale, avente lunghezza di 40 km, attraversa le valli di Rivolto e Frasella che si uniscono in corrispondenza dell'abitato di Giazza. In periodo di magra, poco al di sotto dell'abitato di Selva di Progno, le acque fluenti vanno ad alimentare le falde sotterranee. I suoi affluenti risultano tutti a carattere torrentizio.

Durante i periodi caratterizzati da forti precipitazioni, il corso d'acqua passa repentinamente allo stato di piena con portate cospicue, che defluiscono lungo il suo percorso in prossimità dei centri abitati di Badia Calvena e Tregnano.

A sud di Vago, nel corso d'acqua in oggetto confluisce il Progno di Mezzane, che nasce dalle propaggini meridionali dei Lessini, presso Velo Veronese, e che ha un bacino pari a 40 km².

Il T. d'Illasi confluisce nel T. Fibbio poco a valle dell'attraversamento dell'opera in progetto che, anche per questo corso d'acqua, sarà eseguita mediante un viadotto.

Le piene dell'Illasi per quanto di breve durata sono violente, come testimoniato dai gravi danni arrecati in passato alle zone attraversate, dalla località S. Andrea alla confluenza con l'Adige.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 10 di 104

Torrente Alpone

L'Alpone è costituito dal ramo che porta il suo nome e da quelli del Tramigna e del Chiampo.

L'asta principale di lunghezza pari a 35 km trova origine tra i monti di Bolca e scorre incassata sino a S. Giovanni Ilarione, ricevendo i contributi di numerosi affluenti. Il suo bacino tributario, costituito principalmente da formazioni basaltiche, è prevalentemente impermeabile.

Dopo l'abitato di S. Giovanni Ilarione il torrente diviene pensile e mantiene tale caratteristica per tutto il tratto inferiore sino alla confluenza del Chiampo presso S. Bonifacio.

Tale pensilità è particolarmente accentuata tra gli abitati di Monteforte Alpone e Costalunga.

Il Torrente Chiampo scende da Cima Campo d'Avanti e, dopo aver attraversato numerosi centri abitati, si unisce all'Alpone nei pressi di S. Bonifacio, dopo aver raccolto le acque del T. Aldegà. Nel tratto terminale è contenuto fra arginature protette da scogliera.

Nei pressi di S. Bonifacio si ha anche la confluenza del Torrente Tramigna, corso d'acqua alimentato dalle sorgenti perenni che sgorgano nei pressi dell'abitato di Cazzano e dalle acque del torrente Tramignola, che nasce dal Monte Fayardam.

L'Alpone è arginato in tutto il suo tronco inferiore sino alla confluenza in Adige, a monte dell'abitato di Albaredo. Il suo contributo idrico è pressoché nullo in magra, mentre diviene cospicuo nei periodi piovosi.

Il suo attraversamento avverrà all'incirca all'altezza del km 20+600 dove è prevista la realizzazione di un viadotto.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 11 di 104

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA

5.1 NOTE DI GEOLOGIA GENERALE

Per un'analisi generale e di dettaglio delle componenti geologiche e geomorfologiche dell'area in esame sono stati consultati diversi documenti ufficiali quali la Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 dell'IGM - Foglio n. 49 Verona in scala 1:25.000 con le relative Note Illustrative (1967), la Carta Geologica del Veneto in scala 1:250.000 del SGI (1988) e la Carta Geomorfologica di una porzione della pianura a Sud-Est di Verona (1984).

Sono stati consultati inoltre i P.A.T. (Piani di Assetto del Territorio) disponibili per i comuni della Provincia di Verona che riportano informazioni circa le litologie di superficie e caratteri geomorfologici dei vari territori comunali.

In particolare, sono state riportate le carte geolitologiche e geomorfologiche incluse nei P.A.T. dei comuni di Verona, S. Martino Buonalbergo e S. Bonifacio e le cartografie del Piano Territoriale al Coordinamento Provinciale di Verona.

Il progetto della linea ferroviaria AV/AC nella tratta Verona-San Bonifacio si sviluppa in un'area che dal punto di vista geologico comprende diverse tipologie di unità.

Analizzando la carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 dell'IGM [43], e in dettaglio il Foglio n. 49 Verona in scala 1:25.000 (Figura 3) si osserva che nell'area in esame affiorano le seguenti unità geologiche [21]:

FORMAZIONI MARINE

Cc⁶GC11 – BIANCONE : *calcari bianchi, selciferi con livelletti marnosi; calcari nodulari di colore bianco-avorio a tintinnidi, ammoniti, aptici; calcari marnosi selciferi grigio-verdognoli e marne nere fogliettate con squame di pesci. (Titoniano sup. – Cenomaniano). Spessore 80-150 m.*

Questa serie di potenza variabile compresa tra 80 e 150 m presenta dal basso verso l'alto una successione abbastanza costante di facies caratteristiche, che hanno in comune la finezza della grana ed il colore generalmente chiaro, biancastro.

- a) Alla base, su uno spessore di 1-2 m e senza limite netto con il sottostante Rosso Ammonitico, si incontrano calcari compatti a grana finissima, di colore bianco avorio con striature argillose verdastre in di 20-30 cm; sono presenti ricche faune del Titoniano sup. – Betrasiano.
- b) Calcari bianchi a grana finissima, fittamente stratificati, con noduli di selce bruna, grigia o nera e con rare microfaune a Tintinnidi e as Nannoconus del Valanghiano – Hauteriviano.
- c) Calcari marnosi e selciferi grigio-verdognoli a Radiolari, con intercalazioni marnose via via più frequenti verso l'alto.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RHGE000001C</p>	<p>Foglio 12 di 104</p>

- d) Marne scistose nerastre a squame di Pesci con scarse microfaune dell'Aptiano – Albiano inf.
- e) calcari marnosi grigio chiari a macchie cineree (fucoidi) con rari noduli di selce nera e ricche microfaune dell'Albiano e del Cenomaniano sup.

C¹¹⁻⁷ – SCAGLIA ROSSA VENETA: *calcari marnosi rosei superiormente con caratteristici hard-grounds; calcari marnosi rosei fittamente fratturati con globotruncane calcari rossi selciferi con Stenonaster tuberculatus (DEFER) e Rispolia subtrigona (CATULLO). Scaglia rossa lastroide (Lastane) nei Lessini occidentali (Turoniano-Daniano). Spessore 50-60 m.*

Il limite Biancone – Scaglia Rossa coincide nella parte occidentale, con un netto mutamento di colore (da grigiastro a rosso) e corrisponde esattamente al limite Cenomaniano-Turoniano. Altrove il passaggio è più graduale.

La successione è rappresentata come segue:

- a) alla base, su uno spessore di 4-6 m, si hanno calcari rossi a liste di selce bruna, con microfaune del Turoniano inf.. Tale livello è generalmente mascherato dal detrito soprastante.
- b) seguono circa 7 metri di calcarei rosei nastriformi in strati sottili e regolarissimi, estratti in numerose cave. La facies è talvolta nodulosa e sono presenti ricche microfaune a Globotruncane e abbondanti macrofossili del Turoniano sup - Conaciano.
- c) seguono per circa 40-50 m calcari marnosi rossi fittamente straterellati e fratturati (scaglia Rossa Veneta in facies ordinaria) generalmente poveri in macrofossili, ma con ricche microfaune a Globotruncane del Conaciano sup.- Maastrichtiano inf.
- d) il Maastrichtiano sup e il daniano, ove presenti, sono condensati su uno spessore ridottissimo in corrispondenza degli hardgrounds con cui termina quasi ovunque questa formazione.

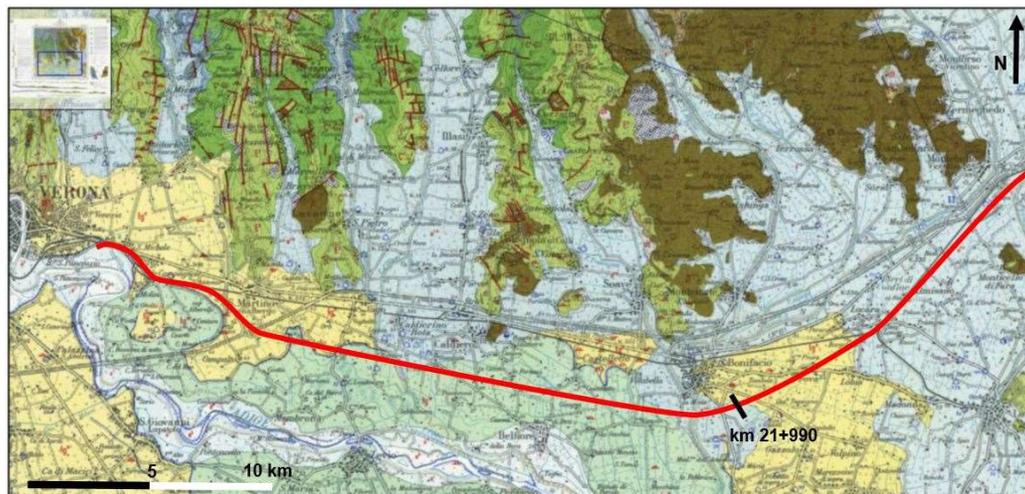


Figura 3 - Stralcio della Carta Geologica d'Italia, foglio n. 49 "Verona" con sovrapposizione del tracciato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE000001C	Foglio 13 di 104

E² – CALCARI NUMMULITICI: *Calcareniti di Castelgomberto, Calcari di Roncà e Soave a Nummulites brogniarti D'ARCH., calcari marnosi a Discocyclina; calcari compatti a N. mille caput BOUBEE, N. perforatus (MONTFORT) e nullipore: calcari pudding oidi e brecciodi a nullipore (Pietra Gallina di Avesa); calcari ad Harpactocarinus: calcari nulliporici e coralli geni di M. Postale. Ligniti (M. Pulli, Purga di Bolca, Valle del Chiampo; Pugnello di Arzignano). (Eocene medio). Spessore massimo di 120 m, non contando le intercalazioni vulcaniche*

Sono serie discontinue che si rinvencono entro le masse basaltiche dei Lessini medi. I rapporti stratigrafici derivano unicamente da considerazioni paleontologiche.

Oltre che nelle località classiche tipo del Luteziano veneto dei Lessini, l'Eocene medio è rappresentato anche nelle parti meridionali delle dorsali dei Lessini occidentali, ove poggia talora sui terreni dell'Eocene inferiore o del Paleocene, e talora direttamente sulla Scaglia maastrichtiana.

In eteropia con i suddetti calcari, moderatamente fossiliferi, si trovano dei calcari bianchi, spesso porosi o spugnosi, con madrepore e Molluschi, dei calcari puddingosi o breccie a Nullipore, dei calcari più o meno compatti contenenti talora *N. millecaput* Boubeé, *N. perforatus* Montf e Nullipore dei calcari marnosi tufacei a Discocicline, spesso ricchi in Echinidi (dintorni di Verona).

Nei Lessini medi e orientali, l'Eocene medio può essere rappresentato da marne e argille, da ligniti con *Crocodylus* e Cheloni, e da tufi con Palme e conchiglie d'acqua dolci e terrestri (varie località delle valli dell'Alpone, del Chiampo e dell'Agno).

Appartengono all'Eocene medio i celebri "marmi del Chiampo", calcari compatti a Nummuliti, Nullipore, Ranine e *Conoclypeus* con facies abbastanza diversificate nel contenuto organogeno e come colore e molto apprezzate quale materiale da rivestimento.

E³ – MARNE DI PRIABONA: *marne tenere fogliettate, marne a Briozoi e calcari marnosi giallastri con Orbitoidi. Chlamys biarrizensis (D'ARCH), Nummulites fabiani PREVER, Echinidi, etc; calcari marnosi a Nummuliti e Discocicline con lenti di calcare nulliporici di Priare (Berici). Conglomerato basaltico di Boro di Priabona con Cerithium trocleare diaboli BRONGN, Ostree e Anonie (Eocene sup - Priaboniano). Spessore complessivo 90 m circa.*

La località classica di affioramento di questa serie è a Priabona, nei Lessini Orientali, con una grande variabilità di facies.

Alla base si trova un conglomerato trasgressivo, con ciottoli basaltici ricco di fossili, con spessori variabili da 3 a 5 m. Nei Lessini orientali, sopra il conglomerato giacciono degli strati marnoso-sabbiosi della potenza complessiva di 6-7 metri con associazione macrofaunistica analoga ai livelli sottostanti. Vi sono associati piccoli Foraminiferi fra cui Miliolidi.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 14 di 104

Segue un complesso di calcareniti, calcari marnosi e marne giallastre e grigiastre più o meno compatte e argillose ricche di Nummuliti, con associati Gasteropodi, Lamellibranchi ed Echinidi.

La serie a Nummuliti, abbondante negli strati inferiori, va progressivamente diminuendo verso l'alto fino a scomparire negli strati più alti del complesso. Nei colli Berici verso la parte alta della serie si incontrano gli ammassi calcarei lenticolari biancastri, privi di stratificazione o in grosse bancate.

La forma lenticolare delle masse calcaree e le relazioni stratigrafiche con i sedimenti calcareo-marnosi circostanti in cui si trovano immerse fanno pensare a condizioni paleogeografiche in cui potevano formarsi piccoli biostromi o banchi sottomarini a intensa attività biologica algale. La potenza complessiva va dai 50 ai 60 metri.

La formazione termina con le marne a Briozoi associati a Discocycline e Lamellibranchi, ben rappresentati nei Colli Berici.

Nei Lessini orientali oltre che a Priabona la formazione affiora in piccoli lembi a Nord-Ovest di Montebello Vicentino, mentre nei Lessini Occidentali si riscontrano a Nord di Verona (Le Torricelle).

FORMAZIONI ERUTTIVE

B – Tufi e ialoclastiti stratificati e rimaneggiati; B_b^{T1} – Tufi e ialoclastiti basaltici; B^E Lave basaltiche; B^T Breccie d'esplosione dei diatremi (neks); **M¹-E²** – Argille bentonitiche derivanti da alterazioni di vulcaniti. (cretaceo sup. ? – Miocene inf. ?)

Nell'area in esame le manifestazioni vulcaniche sono tutte di tipo basico (basalti olivinici, basalti augitici, ecc.).

Nell'attività eruttiva lessinea si possono distinguere tre cicli vulcanici principali: il più antico di età paleocenica o infraoceanica, è seguito da quello eocenico medio, e infine quello più recente dell'Oligocene medio.

Il ciclo più antico si manifestò in ambiente sottomarino con ampie colate di lava, tufi subacquei e abbondanti ialoclastiti.

Il ciclo dell'Eocene medio iniziò in condizioni subacquee e terminò in condizioni subaeree. I prodotti vulcanici presentano colorazione diversa, grigia o gialla e rossiccia, a seconda del grado di ossidazione, in funzione dell'ambiente di formazione.

Non mancano entro i tufi bombe vulcaniche, proietti calcarei e banchi di scorie.

Il vulcanismo oligocenico medio fu nuovamente in gran parte sottomarino e diede luogo a vasti e frequenti depositi (tufi stratificati o caotici, colate basaltiche, ecc.).

Dove l'erosione ha asportato le vulcaniti ed i terreni sedimentari sovrastanti si possono talora osservare le vie di adduzione delle lave in forma di camini di lava (Lavagno, Brendola) oppure camini ripieni di breccie d'esplosione connessi al vulcanismo oligocenico.

Il vulcanismo dei Lessini ha subito uno spostamento da occidente verso oriente (G. Piccoli, 1958): sia nella Scaglia che nel Biancone sono stati difatti osservati filoni alimentatori di colate ed altri corpi subvulcanici, sia in giacitura discordante, sia come filoni di strato.

La distribuzione delle vulcaniti segue linee ben definite: immediatamente a Nord di Verona i centri eruttivi presentano un allineamento N-S così come quelli compresi tra le basse valli del torrente Squaranto e del Progno di Mezzane fino alla valle del torrente Illasi.

Nell'area compresa tra Monteforte Alpone, Arzignano e Montebello Vicentino la netta prevalenza di lave basaltiche sui tufi e ialoclastiti rende meno certa la delimitazione dei vari centri vulcanici.

la composizione petrografica delle rocce vulcaniche terziarie risulta esclusivamente basica, con termini che vanno dai basalti augitici ai basalti olivinici alle limburgiti

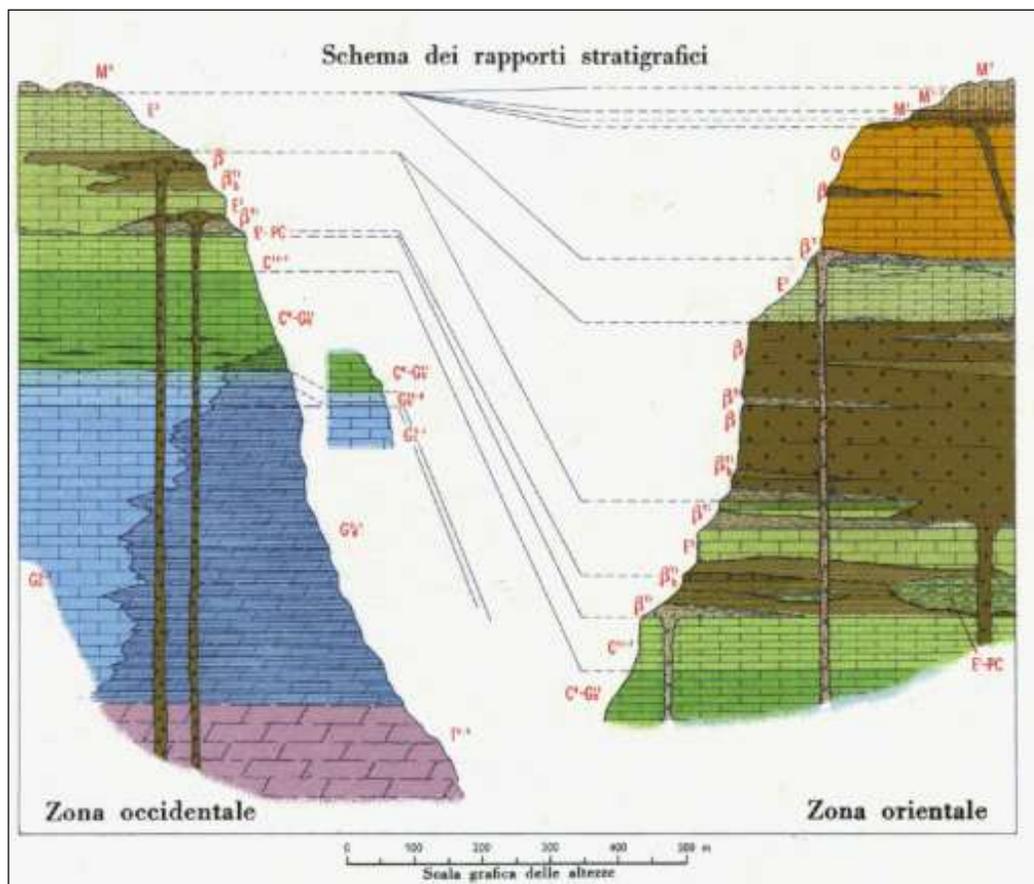


Figura 4 - Schema dei rapporti stratigrafici tra le Formazioni Lessinee e dei Colli Berici

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RHGE0000001C</p>	<p>Foglio 16 di 104</p>

FORMAZIONI CONTINENTALI QUATERNARIE

dt – Detriti di falda e coni detritici

a – ALLUVIUM RECENTE ED ATTUALE: alluvioni degli alvei abbandonati ed attivi (Olocene).

aa – ALLUVIUM ANTICO: alluvioni grossolane e minute dei corsi d'acqua sbarrati dall'antica conoide dell'Adige (Olocene).

ar – ALLUVIUM ANTICO: alluvioni terrazzate grossolane e minute dell'Adige ed alluvioni antiche terrazzate dell'Ilasi e del Chiampo-'Agnò (Olocene).

FgWt – DILUVIUM TARDIVO¹: alluvioni grossolane e minute terrazzate e non ferrettizzate dell'Adige, costituenti il livello principale della pianura (Pleistocene).

FgW – DILUVIUM RECENTE²: alluvioni terrazzate grossolane e minute dell'antica conoide dell'Adige, prevalentemente ferrettizzate e talora cementate (originariamente attribuite al Diluvium medio rissiano, questa unità morfostratigrafica è stata di recente).

Le formazioni quaternarie che si ritrovano nella zona dei Lessini sono rappresentate esclusivamente da depositi continentali.

Detriti di falda e coni detritici sono frequenti ai piedi dei versanti più ripidi costituiti dalle formazioni calcaree e specialmente dolomitiche.

Una parte rilevante della pianura in esame è costituita dalle alluvioni, generalmente grossolane e terrazzate, appartenenti all'antica conoide dell'Adige (**FgW**) e dalle alluvioni più recenti (**FgWt, aa e a**) del suddetto fiume.

Questi terreni sono stati distinti su basi litologico-mineralogiche dai depositi fluviali dei corsi d'acqua dei Lessini (**a_r**).

La morfologia di tutta la pianura veronese è influenzata fundamentalmente dalla conoide fluvioglaciale del Diluvium Recente (**FgW** - fluvioglaciale Wurm secondo S. Venzo) dell'Adige che, fiancheggiando i Lessini a Est di Verona, si spinge fino alle pendici meridionali dei Colli Berici. Tale conoide è formata per lo più da materiali grossolani, spesso stratificati, con stratificazione da parallela ad incrociata, e alternati a letti e lenti discontinue di sabbie. I ciottoli sono costituiti prevalentemente da calcari chiari, dolomie e porfidi atesini; seguono in ordine di abbondanza: porfiriti, gneiss granitici e granodioritici, gneiss pegmatitici e rocce anfibolitiche. Non si nota mai una cementazione spinta di questi terreni ma solo delle incrostazioni di calcite che interessano soprattutto i ciottoli maggiori; le rocce granitiche e gneissiche sono alterate e sfatte.

¹ Originariamente attribuita al Diluvium recente (Fluvioglaciale Wurm), questa unità morfostratigrafica è stata successivamente ricondotta al Diluvium tardivo (Fluvioglaciale Wurm tardivo).

² Originariamente attribuita al Diluvium medio (Fluvioglaciale Riss), questa unità morfostratigrafica è stata successivamente ricondotta al Diluvium recente (Fluvioglaciale Wurm).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 17 di 104

Sulla vecchia conoide dell'Adige, in parte smantellata, si depositarono successivamente le alluvioni più recenti del Diluvium Tardivo (**FgWt** – fluvioglaciale Wurm tardivo secondo S. Venzo) e le alluvioni Oloceniche antiche (aa) e attuali e (**a**) che mostrano le stesse particolarità litologiche, ma con un minor grado di alterazione rispetto alle alluvioni più antiche.

La distinzione di questi terreni è fondata essenzialmente su elementi morfologici e più precisamente sulla esistenza di una serie di terrazzi degradanti verso l'asse del fiume, tanto che, più che essere assimilate a unità litostratigrafiche o cronostatigrafiche esse sono riconducibili a unità morfostratigrafiche.

L'altezza di questi terrazzi, che nei pressi dell'abitato di Verona (S. Michele) può essere dell'ordine dei 10-15 m, va attenuandosi verso valle fino a scomparire nella parte più sud-orientale.

Sia nei depositi alluvionali antichi che in quelli più recenti si nota una notevole variazione di granulometria da monte verso valle e dall'asse della conoide alla periferia. Si passa cioè da depositi grossolani prevalentemente ghiaiosi ad alluvioni più minute, sabbiose o sabbiose-argillose. Non mancano sedimenti lacustri ricchi di torba, limitati però alle parti superficiali.

La grande conoide atesina deve aver sbarrato lo sbocco delle valli che scendono dai Lessini (Valpantena, Val Squaranto, Progno di Mezzane, Illasi, Chiampo e Guà), determinando la formazione di bacini lacustri successivamente colmati da depositi prevalentemente argilloso-torbosi. A questi depositi fini si sono sovrapposte le alluvioni grossolane dei corsi d'acqua attuali che in alcuni casi (Guà e D'Illasi) poterono dilagare ampiamente al di sopra dell'antica barriera costituita dalle alluvioni fluvioglaciali dell'Adige.

Dal punto di vista litologico le alluvioni dei Lessini si distinguono nettamente da quelle dell'Adige per l'assoluta mancanza di elementi tipici del bacino atesino (porfidi e metamorfiti).

Le alluvioni dei corsi d'acqua lessinei sono costituite da elementi calcareo-dolomiti del Trias; quelle dei torrenti del settore orientale (Chiampo e Guà) presentano inoltre una notevole abbondanza di materiali vulcanici (basalti e vulcaniti basiche in generale).

Oltre a questi depositi alluvionali lessinei recenti, si ritrovano nei tronchi superiori delle valli (Agnò, Chiampo e D'Illasi) lembi di terrazzi cementati riferibili a un ciclo nettamente più antico.

Analizzando la Carta Geologica del Veneto in scala 1:250.000 **[36]** si individuano dalla recente alla più antica le seguenti unità geologiche così descritte (Figura 5):

- unità 1: depositi alluvionali, fluvioglaciali, lacustri e palustri delle aree montane e collinari. Quaternario
- unità 4b: depositi alluvionali e fluvioglaciali distinti sino a 30 m di profondità: alternanze di ghiaie e sabbie con limi e argille. Quaternario
- unità 4c: depositi alluvionali e fluvioglaciali distinti sino a 30 m di profondità: limi e argille prevalenti.

- unità 7a/b: calcari nummulitici, calcareniti, calcari di scogliera, arenarie e marne (a); marne e calcari (b). Oligocene inf. – Eocene
- unità 8a/b: vulcaniti basaltiche dei Berici e Lessini: basalti di colata, filoni e camini di lava (a), ialoclastiti, tufi e brecce d'esplosione (b). Oligocene – Paleocene sup.

In base allo schema strutturale in scala 1:1.750.000 si osserva che a nord di Verona affiora il dominio delle Alpi Meridionali e Dinaridi caratterizzato da coperture permo-cenozoiche così classificate:

- unità 11: calcari, calcari argillosi e marne. Eocene inf. – Cretaceo sup.
- unità 13a: calcari e calcari argillosi selciferi con intercalazioni di calcareniti e brecce calcaree. Cretaceo - Malm.
- unità 14: calcari selciferi ed argilliti con intercalazioni di calcareniti e brecce calcaree. Malm – Dogger
- unità 17a: Dolomia Principale Triass sup.

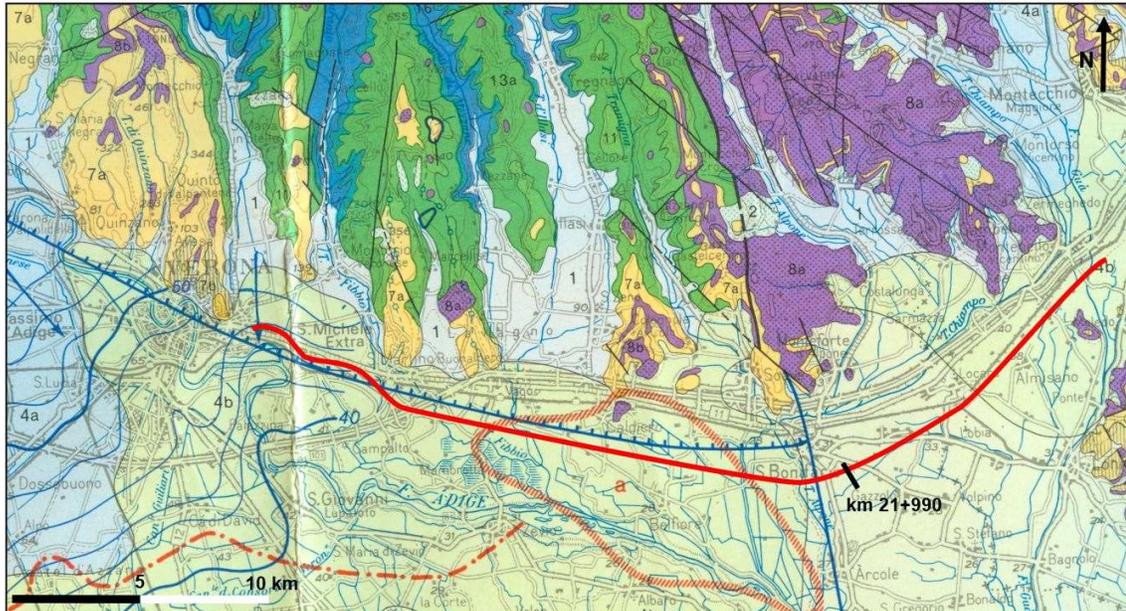


Figura 5 - Stralcio della Carta Geologica del Veneto in scala 1:250.000 con sovrapposizione del tracciato.

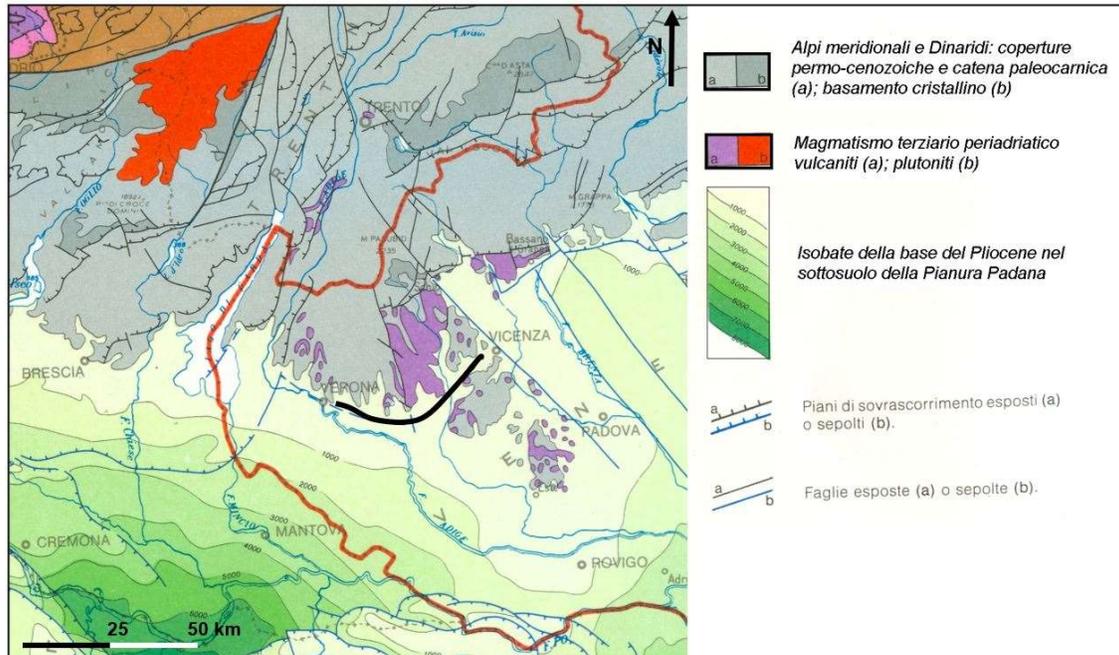


Figura 6 - Schema strutturale (Da carta Geologica del Veneto) con sovrapposizione del tracciato.

Per quanto concerne la litologia di superficie si riporta (Figura 7) la carta geolitologica estratta dal PAT del Comune di Verona (approvato con delibera giunta regionale n. 4148 del 18.12.2007) dalla quale si evidenzia la presenza di materiali alluvionali prevalenti come illustrato in legenda di Figura 8 estratta dalla stessa cartografia PAT.

In Figura 9 è riportata la carta litologica in scala 1:10.000 del P.A.T del comune di S. Martino Buon Albergo, approvato con LR 23 Aprile 2004 n. 11, con relativa legenda.

Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)

Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2RHGE0000001C

Foglio

20 di 104

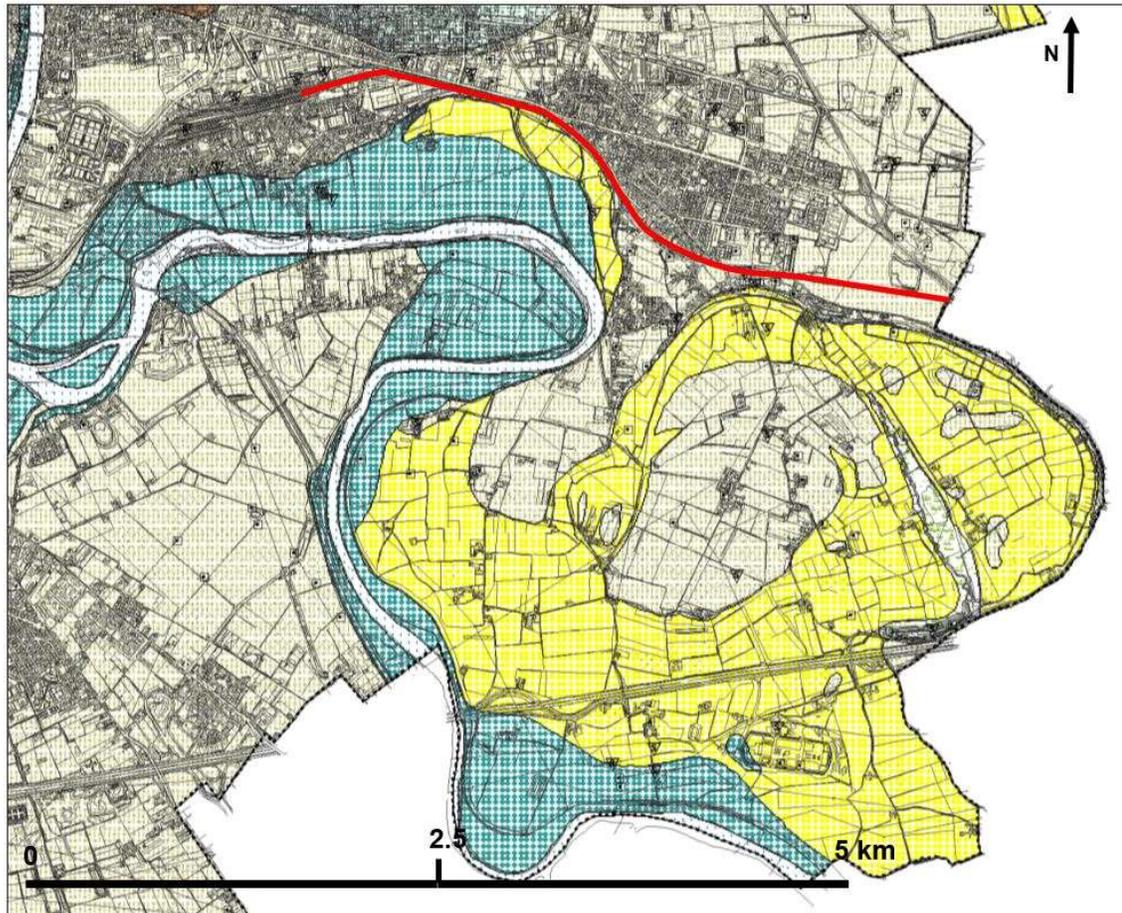


Figura 7 - Carta geolitologica del Comune di Verona in scala 1:15.000 (Da: PAT, 2007) con sovrapposizione del tracciato.

Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica
EI2RHGE000001C

Foglio
21 di 104

Legenda

 Confine comunale

Litologia del substrato

-  Rocce compatte stratificate
-  Rocce superficialmente alterate e con substrato compatto
-  Rocce compatte prevalenti alternate a strati o interposizioni tenere
-  Rocce tenere a prevalente coesione
-  Rocce tenere a prevalente attrito interno

Materiali della copertura detritica

-  Materiali della copertura detritica colluviale poco consolidati e costituiti da frazione limo-argillosa prevalente con subordinate inclusioni sabbioso-ghiaiose

Materiali degli accumuli di frana

-  Materiali di frana per scoscendimento in blocco in materiali coesivi stabilizzati

Materiali alluvionali

-  Materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali e/o fluvioglaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa
-  Materiali a tessitura eterogenea dei depositi di conoide di deiezione torrentizia
-  Materiali sciolti di alveo fluviale recente stabilizzati dalla vegetazione
-  Materiali sciolti di deposito recente ed attuale dell'alveo mobile e delle aree di esondazione recente
-  Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa
-  Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa
-  Materiali di deposito palustre a tessitura fine e torbiera

Punti di indagine geognostica

-  Sondaggio
-  Trincea
-  Pozzo con stratigrafia

Figura 8 -Legenda della Carta geolitologica del Comune di Verona in scala 1:15.000 (Da: PAT, 2007)

Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica
EI2RHGE000001C

Foglio
22 di 104

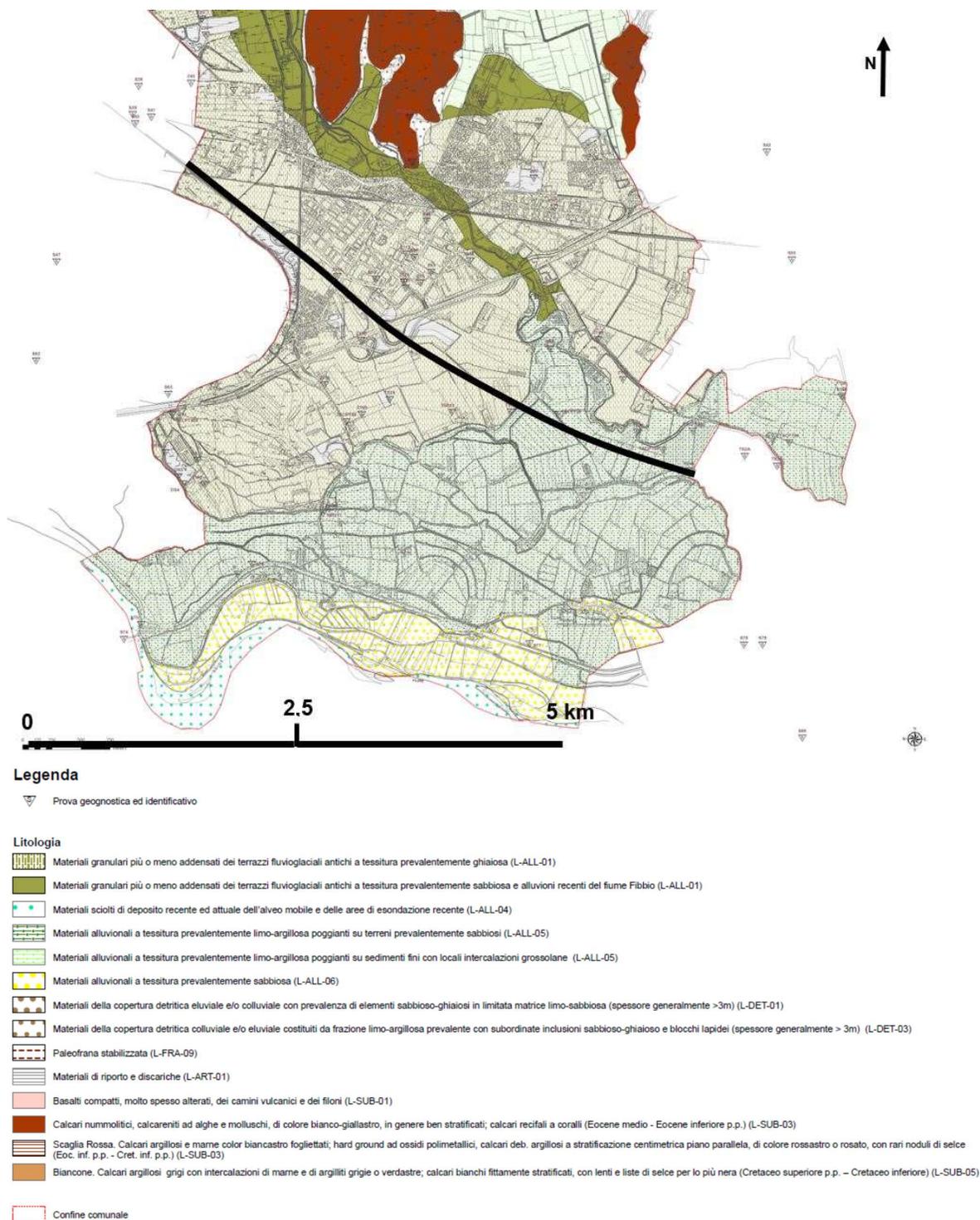


Figura 9 - Stralcio della Carta Litologica del Comune di S. Martino Buonalbergo in scala 1:10.000 e relativa legenda (Da: PAT, 2010) con sovrapposizione del tracciato.

Anche il Comune di S. Bonifacio dispone di una carta litologica in scala 1:10.000 nel P.A.T. approvato con LR 23 Aprile 2004 n. 11 dalla quale si osserva per la tratta di interesse che i materiali affioranti sono di origine alluvionale e fluvioglaciale come di seguito illustrato dalla relativa legenda (Figura 10).



Litologia del substrato

 Rocce tenere a prevalente attrito interno. Rocce poco permeabili per fessurazione; località "La Motta". (L-SUB-07)

Materiali alluvionali, fluvioglaciali e riporto artificiale

 Materiali granulari fluviali e/o fluvioglaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa più o meno addensati. Depositi mediamnente permeabili per porosità. (L-ALL-01)

 Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa. Depositi poco permeabili per porosità. (L-ALL-05)

 Materiali di deposito palustre a tessitura fine e torbiere. Depositi poco permeabili per porosità. (L-ALL-09)

 Materiali di riporto (L-ART-01)

Figura 10 - Legenda della Carta Litologica del Comune di S. Bonifacio in scala 1:10.000 (Da: PAT, 2013) con sovrapposizione del tracciato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 24 di 104

La provincia di Verona si è dotata di Piano Territoriale al Coordinamento Provinciale (PTCP) approvato con DGR n. 267 del 21/12/2006.

Il quadro conoscitivo comprende gli elaborati elencati:

Carta della litologia a scala 1:50.000 (Giugno 2008);

Carta geomorfologica a scala 1:50.000 (Giugno 2008)

Uno stralcio della Carta litologica è riportato in Figura 11. Le litologie attraversate dalla linea corrispondono alle unità L-ALL-01 materiali granulari addensati di deposito fluviale e/o fluvioglaciale a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa nel primo tratto, fino a San Martino Buonalbergo, e L-ALL-05 materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici, o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa nel tratto ad est di San Martino e fino alla progressiva 21+990.

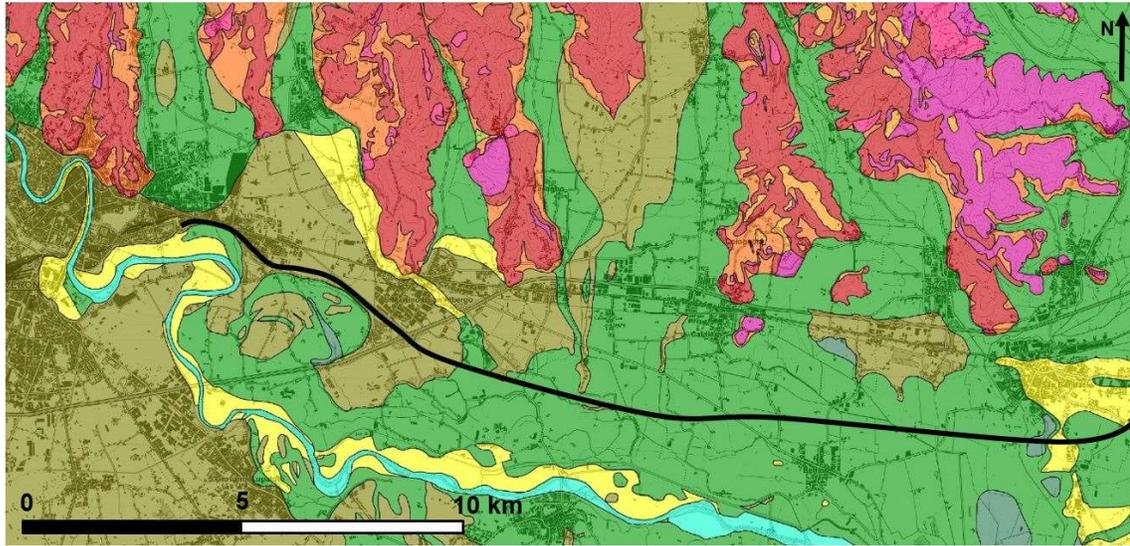
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica
EI2RHGE000001C

Foglio
25 di 104



C0501 LITOLOGIA

C050101 Litologia a scala provinciale

-  L-ALL-01 Materiali granulari addensati di deposito fluviale e/o fluvioglaciale a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa
-  L-ALL-02 Materiali a tessitura eterogenea dei depositi di conoide di deiezione torrentizia
-  L-ALL-04 Materiali sciolti di deposito recente ed attuale dell'alveo mobile e delle aree di esondazione recente
-  L-ALL-05 Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici, o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa
-  L-ALL-06 Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici, o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa
-  L-ALL-07 Materiali di accumulo fluvioglaciale o morenico grossolani in matrice fine sabbiosa
-  L-ALL-08 Materiali di deposito palustre a tessitura fine e torbiera
-  L-DET-01 Copertura detritica colluviale ed eluviale
-  L-FRA-01 Accumuli di frana
-  L-SUB-01 Rocce compatte massicce o a stratificazione indistinta
-  L-SUB-03 Rocce compatte stratificate
-  L-SUB-04 Rocce superficialmente alterate e con substrato compatto
-  L-SUB-05 Rocce costituite da alternanze di strati o interposizioni tenere e di strati o bancate resistenti
-  L-SUB-07 Rocce tenere a prevalente attrito interno

Figura 11 - Stralcio della Carta litologica (PTCP Verona) con sovrapposizione del tracciato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 26 di 104

5.2 ELEMENTI DI TETTONICA

La regione lessinea è costituita da un esteso tavolato leggermente arcuato, immergendosi sotto la coltre alluvionale della pianura padana, a occidente verso SSO e a oriente verso SSE.

La disposizione monoclinale risulta tettonicamente disturbata e complicata da numerose dislocazioni, sia per faglia che per piega e piega-faglia.

Nel quadro tettonico generale si rileva un complesso di fratture e faglie con disposizione a ventaglio, il cui vertice si trova a Nord della regione lessinea propriamente detta; verso occidente la direzione prevalente è NNE-SSO mentre a levante predominano i disturbi tettonici con direzione parallela a quella della "Linea Schio-Vicenza" NNO-SSE.

Nella parte Nord-occidentale del Foglio (Figura 12) gli effetti delle due grandi linee di dislocazione si sommano dando origine a fratture coniugate a componenti di moto sia orizzontale che verticale.

Queste azioni dinamiche si verificarono già durante l'Eocene, cioè quando si ebbero le grandi manifestazioni vulcaniche della regione lessinea testimoniate dall'allineamento dei centri eruttivi paralleli alla direzione delle maggiori linee di dislocazione recenti.

gran parte delle vulcaniti eoceniche mostrano inoltre gli effetti delle fasi tardive del corrugamento alpino essendo esse stesse più volte dislocate.

Nel dettaglio si descriveranno i lineamenti tettonici più vicini all'area di studio.

Un importante linea tettonica (Linea di Castelvero, n. 3 in Figura 12) a direzione NNW-SSE si estende da Montecchia di Crosara fin oltre Campofontana. Si tratta di una faglia di distensione che nella sua parte settentrionale raggiunge quasi la verticalità mentre a Sud è fortemente immersa a Est; essa limita la maggiore estensione delle vulcaniti, essendo la parte occidentale tettonicamente più elevata rispetto a quella orientale e quindi erosa a livelli inferiori rispetto a quelli delle formazioni eruttive.

Più a Ovest si nota la "Linea di Azzago" (n. 2 in Figura 12) che da Mizzole si estende fino a Rovere Veronese e si prolunga verso Nord con delle vicarianti.

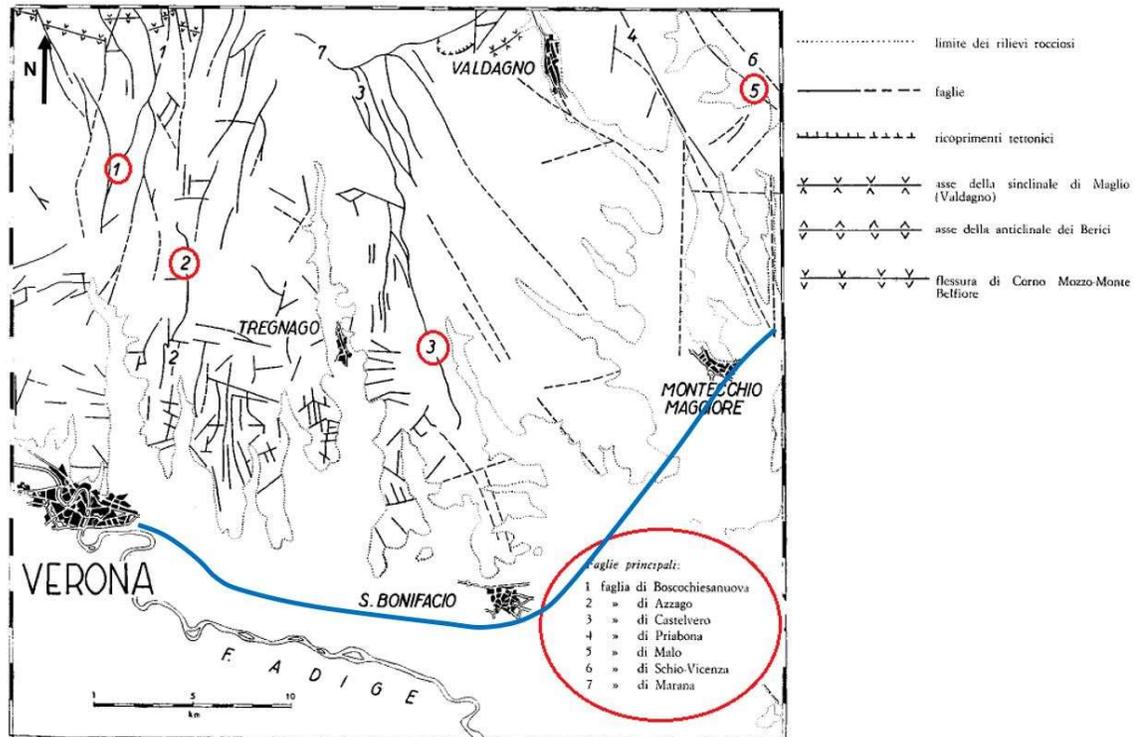


Figura 12 - Schema tettonico dei Monti Lessini e Berici con sovrapposizione del tracciato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 28 di 104

5.3 CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE

Come precedentemente accennato i caratteri morfologici e geomorfologici dell'area di interesse sono stati tratti da fonti bibliografiche e dai P.A.T. comunali della Provincia di Verona disponibili. In particolare, è stato fatto riferimento a:

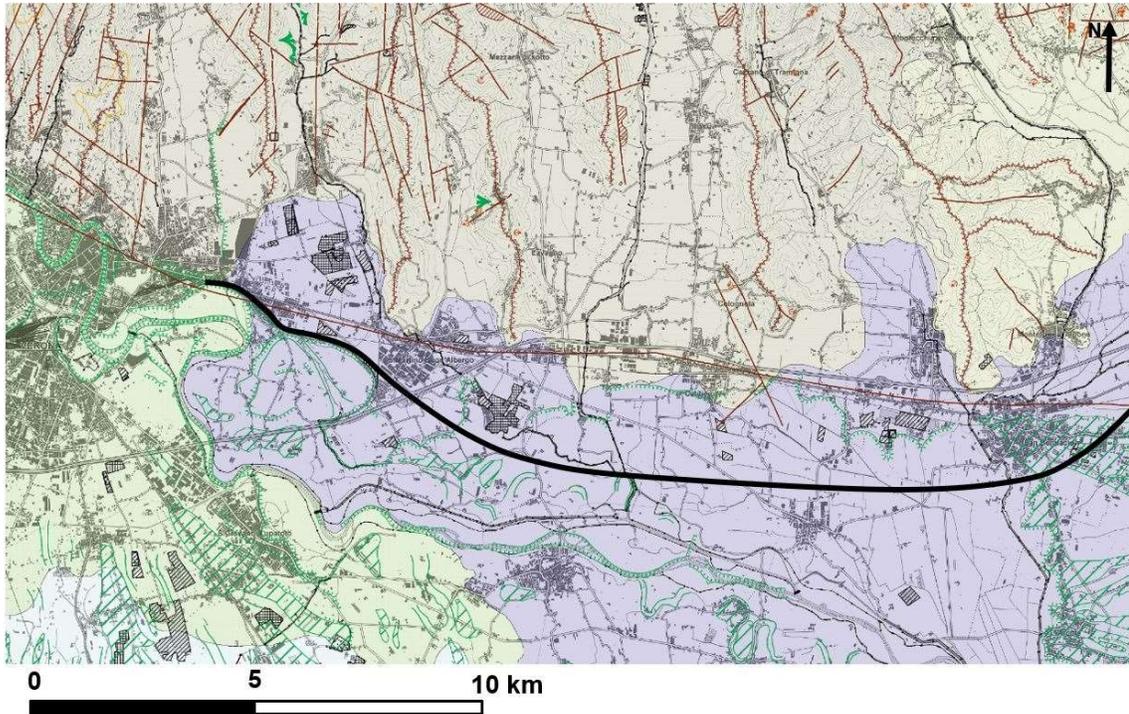
- 1) Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 – Foglio 49 Verona (1967) **[21]**;
- 2) Carta delle Unità geomorfologiche in scala 1:250.000 della Regione Veneto (1987) **[35]**;
- 2) Carta geomorfologica alla scala 1:25.000 **[45]** in allegato al documento Geologia e Geomorfologia di una porzione della pianura a Sud-Est di Verona (1984);
- 3) Carta geomorfologica in scala 1: 15.000 del P.A.T del Comune di Verona (Novembre 2007);
- 4) Carta geomorfologica in scala 1: 10.000 del P.A.T del Comune di S. Martino Buon Albergo (2010);

I principali caratteri morfologici sono rappresentati essenzialmente dagli orientamenti delle valli, analoghi a quelli delle direttrici principali tettoniche lessinee ossia NNW-SSE nella parte più orientale dell'area e NNE-SSW e N-S in quella occidentale.

M. Corsi e G. O. Gatto suddividono l'area del Foglio n. 49 Verona in tre regioni morfologicamente ben distinte:

- 1) Regione calcarea: a Ovest della linea di Castelvetro dove affiorano rocce calcaree, calcareo-dolomitiche e dolomie;
- 2) Regione vulcanica: a est della precedente a prevalenza di terreni prevalentemente basaltici e tufacei;
- 3) Regione alluvionale: nella porzione meridionale di territorio dove si sviluppano i numerosi terrazzamenti dovuti all'Adige e in misura ridotta ai Torrenti Fibbio, Progno d'Ilasi e Chiampo.

La Carta geomorfologica del PTCP di Verona approvato con DGR n. 267 del 21/12/2006 mostra il grande conoide terrazzato dell'Adige ed i territori dell'alta e media piana di divagazione con numerose scarpate erosive, dossi fluviali e paleoalvei talora con andamento meandriforme (Figura 13).



C0503 GEOMORFOLOGIA

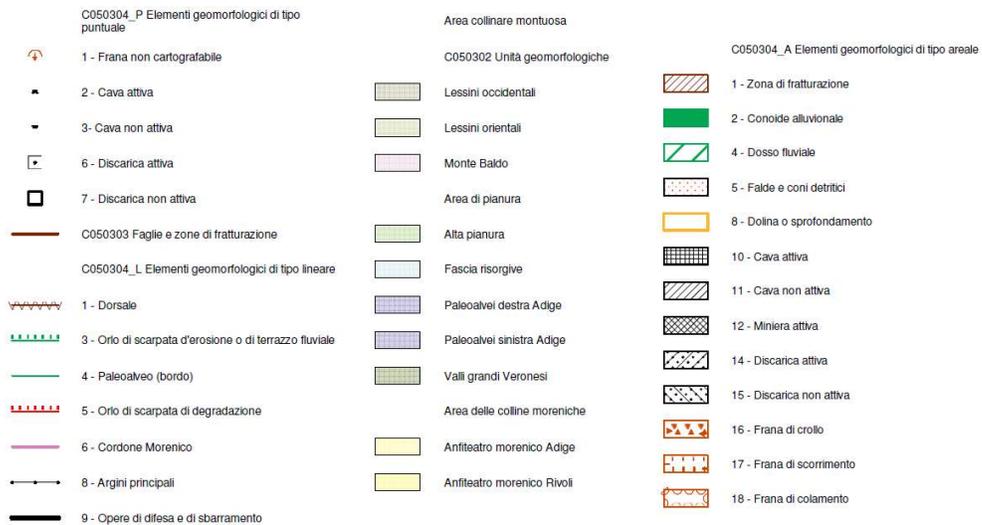


Figura 13 - Stralcio della Carta geomorfologica (PTCP Verona) con sovrapposizione del tracciato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 30 di 104

5.4 APPROFONDIMENTI GEOLOGICO-MORFOLOGICI SULLA STRUTTURA DELLA PIANURA VENETA

Come precedentemente accennato il tracciato ferroviario in progetto si svilupperà entro i depositi alluvionali della pianura veneta, costituiti da potenti sequenze di materiali alluvionali derivanti dall'erosione degli accumuli morenici e dei rilievi alpini e prealpini durante le glaciazioni quaternarie. L'origine della pianura veneta risale alla fine dell'era Terziaria quando l'orogenesi Alpina, esauriti i principali fenomeni intensi, ha proseguito la fase di sollevamento dei rilievi montuosi e lo sprofondamento dell'avampaese pedemontano; con l'inizio del Quaternario, quando la zona alpina e parte della fossa padana erano completamente emerse, iniziò il riempimento della vasta depressione di avampaese mediante un progressivo accumulo di depositi alluvionali appartenenti ai grandi sistemi fluviali, intervallati da sedimenti derivanti dalle varie fasi di trasgressione marina. Questa alternanza è stata principalmente guidata dall'avvicinarsi di fasi glaciali e interglaciali, correlate ai cicli glacio-eustatici planetari che si sono succeduti nel corso del Pleistocene e dell'Olocene.

La pianura alluvionale così originatasi è stata costantemente modellata dalle continue variazioni di percorso dei corsi d'acqua, come testimoniano i numerosi paleoalvei presenti in superficie e in profondità.

In particolare, a valle del loro sbocco montano i fiumi hanno ripetutamente cambiato percorso interessando aree molto ampie fino a coprire migliaia di km². Si sono così formati sistemi sedimentari che in pianta si presentano con una morfologia a ventaglio, cioè ampi e piatti conoidi alluvionali (megaconoidi o megafan alluvionali).

Da tutto ciò esposto, risulta che la pianura veneta rappresenta la conseguenza del graduale riempimento della depressione del basamento Terziario.

I materiali di riempimento sono rappresentati da depositi per lo più continentali, in gran parte del Pleistocene medio-superiore e dell'Olocene. Si tratta di materiali principalmente di origine fluviale, ma anche glaciale e fluvioglaciale in prossimità delle Prealpi e di origine deltizia lungo la linea di costa.

La pianura veneta può essere suddivisa in un bacino occidentale e uno orientale dalla presenza del complesso dei Monti Lessini, Monti Berici e Colli Euganei, nel quale il substrato roccioso viene a giorno riducendo a zero lo spessore delle alluvioni.

Nella pianura veneta occidentale i depositi quaternari appartengono in gran parte alla conoide fluviale atesina originata dal fiume Adige.

La grande conoide alluvionale atesina e quelle dei corsi d'acqua tributari sono state depositate in tempi differenti, quando il trasporto solido dei fiumi era superiore a quello attuale, in conseguenza dello scioglimento dei ghiacciai.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 31 di 104

I corsi d'acqua depositavano, allo sbocco in pianura, il loro trasporto solido, proveniente soprattutto dalla distruzione degli apparati morenici, per riduzione della loro capacità di trasporto.

I tratti di pianura costruiti dai vari fiumi sono morfologicamente ben distinguibili; ogni corso d'acqua ha originato una serie di conoidi sovrapposti tra loro e lateralmente compenetrati con i conoidi degli altri fiumi.

Le conoidi ghiaiose di ciascun corso d'acqua si sono spinte verso valle per distanze diverse, condizionati dalle differenti caratteristiche idrauliche e di regime dei rispettivi fiumi.

Le conoidi, interamente ghiaiose all'apice, procedendo verso valle, si sono arricchite sempre più di frazioni limoso argillose, dando origine a "megafan", fino a interdigitarsi con i depositi marini della bassa pianura, che sono il frutto di trasgressioni e regressioni marine succedutesi nel tempo.

Il sottosuolo della pianura veneta di ognuno dei due bacini può a sua volta essere suddiviso in tre zone che si succedono da monte verso valle nel seguente ordine.

Alta pianura

Formata da una serie di conoidi alluvionali prevalentemente ghiaiose, almeno nei primi 300 metri di spessore, interdigitate e parzialmente sovrapposte tra loro, che si estendono verso sud per una larghezza variabile dai 5 ai 15 km dalle Prealpi sino alla zona di media pianura.

Entro questi materiali si trovano percentuali di ghiaie dell'ordine del 10-30% e un'abbondante frazione di materiali maggiormente grossolani. In alcune aree possono essere incontrati anche livelli ghiaiosi più o meno cementati.

I depositi ghiaiosi hanno continuità laterale in senso E-W; ciò è anche dovuto al continuo mutamento degli alvei fluviali che hanno distribuito su di una vasta area i loro sedimenti.

Media pianura

Costituita da materiali progressivamente più fini rispetto all'alta pianura, ovvero rappresentati da ghiaie e sabbie con digitazioni limose ed argillose, che diventano sempre più frequenti da monte a valle; è situata a S-SE della fascia di Alta Pianura e possiede una larghezza variabile dai 5 ai 10 km. Nella sua porzione più meridionale si registra un progressivo e rapido esaurimento degli strati ghiaiosi meno profondi che vengono sostituiti da materiali fini. Solo alcuni orizzonti ghiaiosi più profondi (oltre i 300 m) tendono a persistere anche nella bassa pianura come testimoniano alcune informazioni stratigrafiche relative al bacino orientale.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 32 di 104

Bassa pianura

Questa zona, posta a S-SE della media pianura, ha una larghezza anche superiore a 20 km e si spinge fino alla costa adriatica e fino al fiume Po a Sud.

Il sottosuolo è costituito da un'alternanza di materiali a granulometria fine (limi, argille e frazioni intermedie) con sabbie a variabile percentuale di materiali più fini (sabbie limose, sabbie debolmente limose, limi sabbiosi, ecc.). Nel bacino orientale alcuni orizzonti ghiaiosi sono segnalati al di sotto dei 300 m,

Gli spessori aumentano da NE a SW, dalle Prealpi verso il mare Adriatico, con un massimo posto all'incirca al di sotto dell'area di Castel Franco Veneto. In area costiera gli spessori dei materiali sciolti si aggirano sui 1.000 metri.

A SE degli Euganei, in direzione del delta del Po lo spessore dei materiali plio-quadernari aumenta fino a superare i 3.000 metri.

Ulteriori indicazioni circa gli aspetti morfologici dell'area possono essere desunti dalla carta geomorfologica di L. Sorbini et Alii. Secondo quanto riportato dagli autori il tracciato si sviluppa su un'area caratterizzata dalla presenza delle seguenti tre unità geomorfologiche così definite (Figura 14):

- 1) Conoide terrazzato dell'Adige: presenta tracce di canali intrecciati di grandi dimensioni
- 2) Piano di divagazione dell'Adige incastrato nel conoide;
- 3) Conoidi dei torrenti provenienti dai Lessinei.

I sedimenti della conoide dell'Adige si trovano topograficamente più elevati, come terrazzi, rispetto ai sedimenti del piano di divagazione dell'Adige.

Tali depositi occupano la parte occidentale e meridionale dell'orlo del terrazzo che si prolunga con continuità da Verona a S. Giovanni Lupatoto, a Vallese, a Oppeano. L'altezza di tale scarpata, rispetto al piano di divagazione, varia decrescendo da 14 m a NW a 3 m circa a SE.

Altri depositi appartenenti alla stessa unità morfologia si trovano lungo una fascia addossata alle propaggini meridionali dei Lessini e sono delimitati a Sud da un orlo di terrazzo, alto circa 10 m, che si estende da Verona Porta Vescovo a S. Michele, Case Nuove, Campalto, Cà dell'Aglio, Busolo, Leppia.

Il limite con i depositi dei torrenti dei lessini è invece poco evidente dal punto di vista morfologico.

In dettaglio sono stati rilevati una serie di gradini che per la maggior parte individuano una rete di alvei:

- abbandonati che non ospitano corsi d'acqua di una qualche importanza
- sovradimensionati rispetto ai corsi d'acqua che attualmente vi scorrono

- sede di corsi d'acqua con adeguate capacità idrauliche, capaci di aver inciso gli alvei stessi o modificato la loro morfologia per erosione laterale e per deposizione di potenti coltri alluvionali.

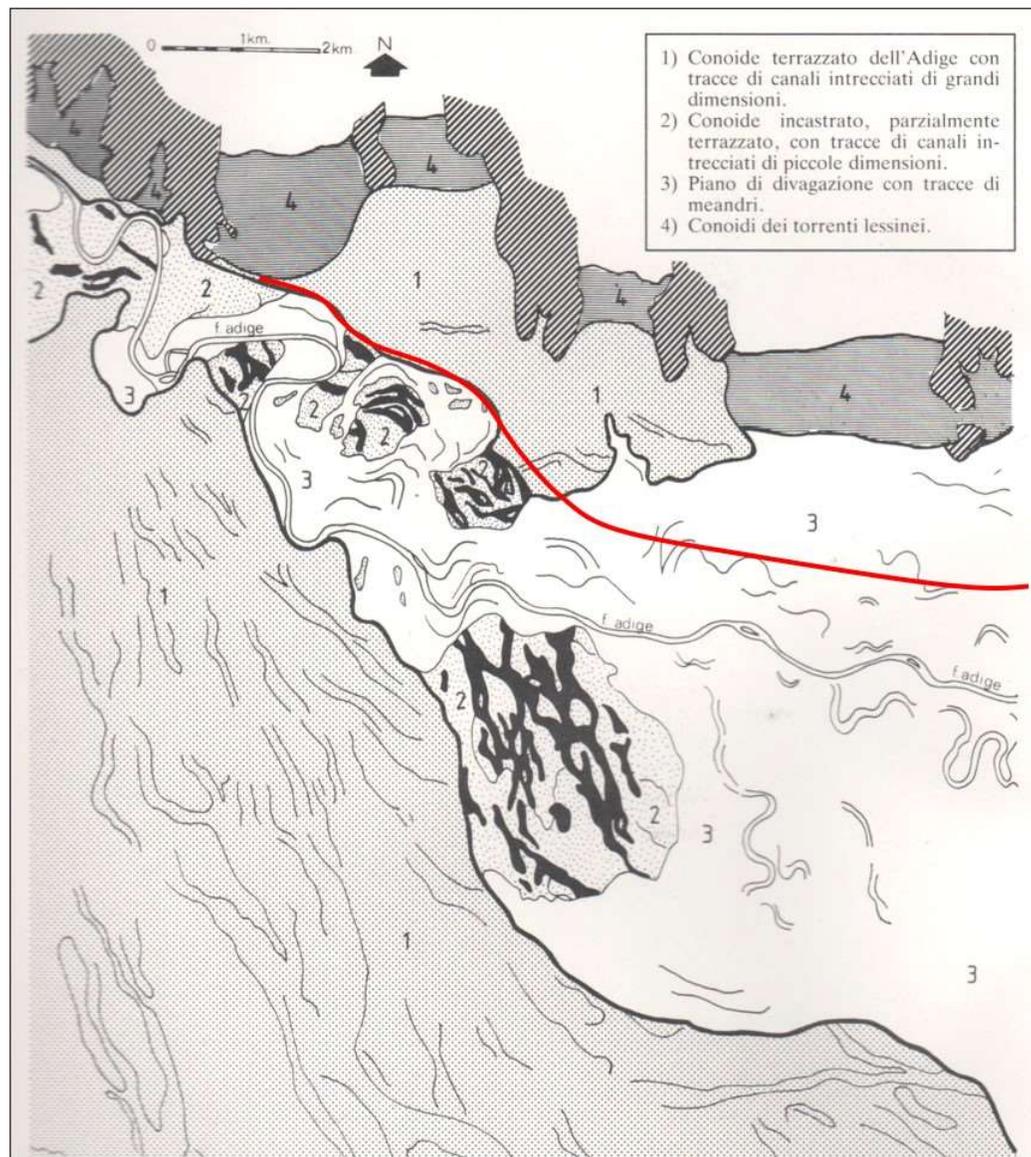


Figura 14 – Schema geomorfologico della porzione di pianura a SE di Verona da L. Sorbini & Alii (1984) con sovrapposizione del tracciato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 34 di 104

Il “piano di divagazione dell’Adige” comprende l’area fra le scarpate principali del conoide dell’Adige. In corrispondenza di Verona le opposte scarpate si fronteggiano alla distanza minima di circa un chilometro per poi allargarsi a ventaglio verso SE assumendo un’ampiezza di circa 11 chilometri tra Caldiero e Opeano. Al suo interno sono stati riconosciuti:

- 1) *aree a canali intrecciati* (a Porto S. Pancrazio, i Molini, Castiglione, Acquagrossa e a SE di ponticello sino a Torre del Sasso);
- 2) *aree a canali meandri formi*;
- 3) *aree palustri bonificate*.

Le prime forme morfologiche sono aree tra loro separate che generalmente si presentano terrazzate rispetto al resto del piano di divagazione e incise da una rete di canali intrecciati aventi direzione prevalente NW-SE.

I canali, larghi circa 100-150 m, si anastomizzano a intervalli massimi di circa un chilometro, individuando dossi allungati o a losanga; la loro profondità si attenua da NW a SE da un massimo di 2-3 m circa a un minimo di poche decine di centimetri.

Le aree a canali meandri formi interessano la maggior parte del piano di divagazione. Oltre ai meandri attuali, che l’Adige descrive intorno a Verona sino al Lazzaretto, grande evidenza hanno anche quelli abbandonati (come quelli che, ad esempio, circondano il lembo terrazzato di Castiglione) alcuni fra i quali riconoscibili da elementi topografici quali tracciati di fossati e orli di terrazzi.

In sinistra idrografica del F. Adige i meandri sono evidenziati da tratti di canali, dossi isolati con pianta a mezzaluna, in destra idrografica anche se meno numerosi, i meandri si presentano conservati per lunghi tratti (Es. a Zevio).

Le aree palustri sono state nel corso dei secoli bonificate mediante canali drenanti o per colmata; esse occupano zone depresse del piano di divagazione, le più vaste delle quali sono poste ai piedi delle opposte scarpate del conoide, alla massima distanza dall’asta dell’Adige, mentre le minori coincidono in prevalenza con tratti di alvei fluviali abbandonati.

Le aree palustri sono state identificate in base alla presenza di depositi torbosi e limoso-torbosi, o di un significativo tenore di sostanza organica di colore nerastro nei terreni che per il loro contenuto di umidità risultano abbastanza evidenti anche nelle foto aeree.

I conoidi formati dai torrenti provenienti dai Lessini e dalle loro propaggini collinari sono limitati a E e W dai versanti dei rilievi stessi, mentre nella porzione meridionale il loro contatto con le alluvioni dell’Adige non ha evidenza morfologica.

Procedendo da W verso E, si hanno dapprima i conoidi di Quinzano e Avesa (Nord di Verona), coalescenti a Sud. Sono percorsi da torrenti con grande variabilità di portata, spesso asciutti, talora

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 35 di 104

rilevati nel tratto a monte e infossati nel proprio conoide e successivamente nelle alluvioni dell'Adige nel tratto distale del conoide stesso e fino alla confluenza nell'Adige.

Più a est c'è il conoide del Progno di Valpantena, le cui alluvioni arrivano poco oltre lo sbocco della valle. Tale elemento morfologico appare piuttosto piatto, con cordoni rilevati in direzione N-S che testimoniano vecchi corsi arginati del torrente. Uno di questi corrisponde alla strada S. Felice-Balestra che separa una parte del conoide più depressa a E da una più rilevata a W.

Adiacente a E, ma separato dal precedente dalle alluvioni del conoide dell'Adige, è la parte meridionale del conoide del Torrente di Squaranto le cui alluvioni pur essendo confinate all'interno della valle, sono state in parte riprese e portate a valle dal fiume Fibbio, che le ha frammiste a quelle dell'Adige.

Nettamente confinate all'interno della valle sono le alluvioni del torrente della valle di Marcellise a N dell'abitato di S. Martino Buonalbergo.

Più complessa appare la situazione del conoide formato dai Progni di Mezzane e di Illasi, ma prevalentemente da quest'ultimo. Il conoide si presenta con la tipica forma convessa a N degli abitati di Caldierino e Rota di Caldiero e appare a S nettamente troncato da una scarpata che corrisponde alla prosecuzione verso W dell'orlo del terrazzo che limita a Nord il piano di divagazione dell'Adige. In corrispondenza della stazione di Caldiero il conoide è inciso da due solchi quasi paralleli; si presume che essi siano il risultato di azioni erosive del Progno di Illasi quando esso scorreva in un alveo più orientale dell'attuale.

Una conferma di tale ipotesi è costituita dalla presenza di un rilievo allungato, su cui ora ha sede la strada Bambare-Gombion, formato da sedimenti ghiaiosi del Progno di Illasi e che sembra perciò dovuto ad un alveo probabilmente arginato in epoca storica.

Sedimenti dei Progni d'Illasi e Mezzane, che si trovano sparsi, spesso con debole potenza, su parte del piano di divagazione dell'Adige in un'area a meridione di Caldierino Rota e Caldiero, sono da attribuire a episodi di esondazione dei torrenti.

Ulteriori indicazioni possono essere tratte dalle carte geomorfologiche riportate nei PAT dei comuni di Verona, S. Martino Buon Albergo e S. Bonifacio (Figura 15÷Figura 18).

Evidenti sono gli orli di terrazzo che separano a Verona la piana di divagazione dell'Adige dalle conoidi terrazzate del fiume stesso (Figura 15). Tali orli si mantengono di altezza superiore a 5 m sino a S. Martino Buon albergo dove la conformazione del territorio evidenzia anche la presenza di aree depresse, cave (attive e/o abbandonate) spesso con falda affiorante (Figura 16)

Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica
EI2RHGE0000001C

Foglio
36 di 104

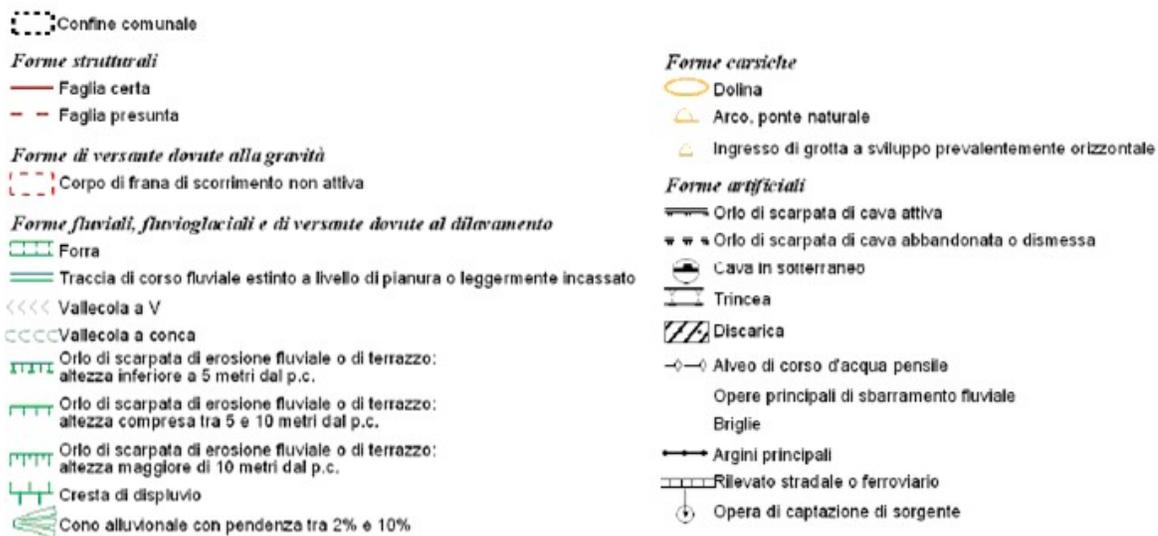
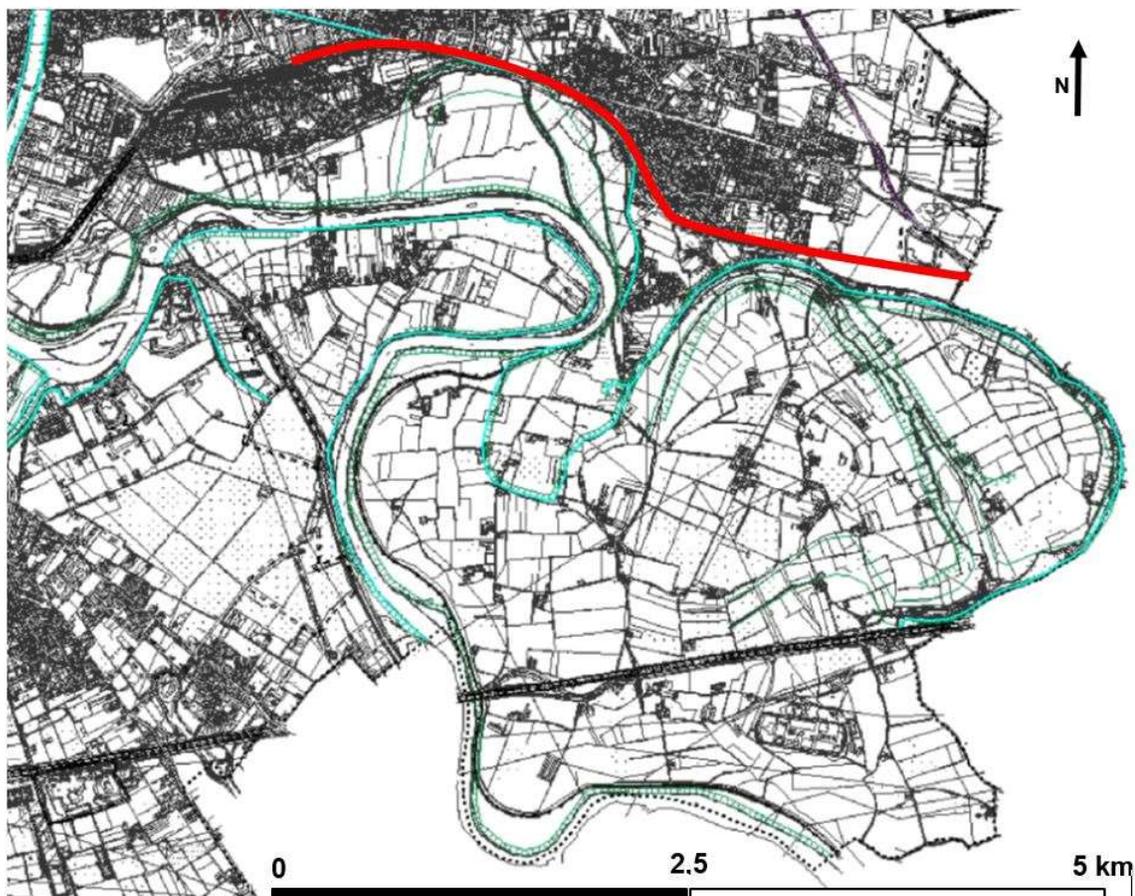


Figura 15 - Carta geomorfologica in scala 1:15.000 (Da: P.A.T. Comune di Verona) con sovrapposizione del tracciato.

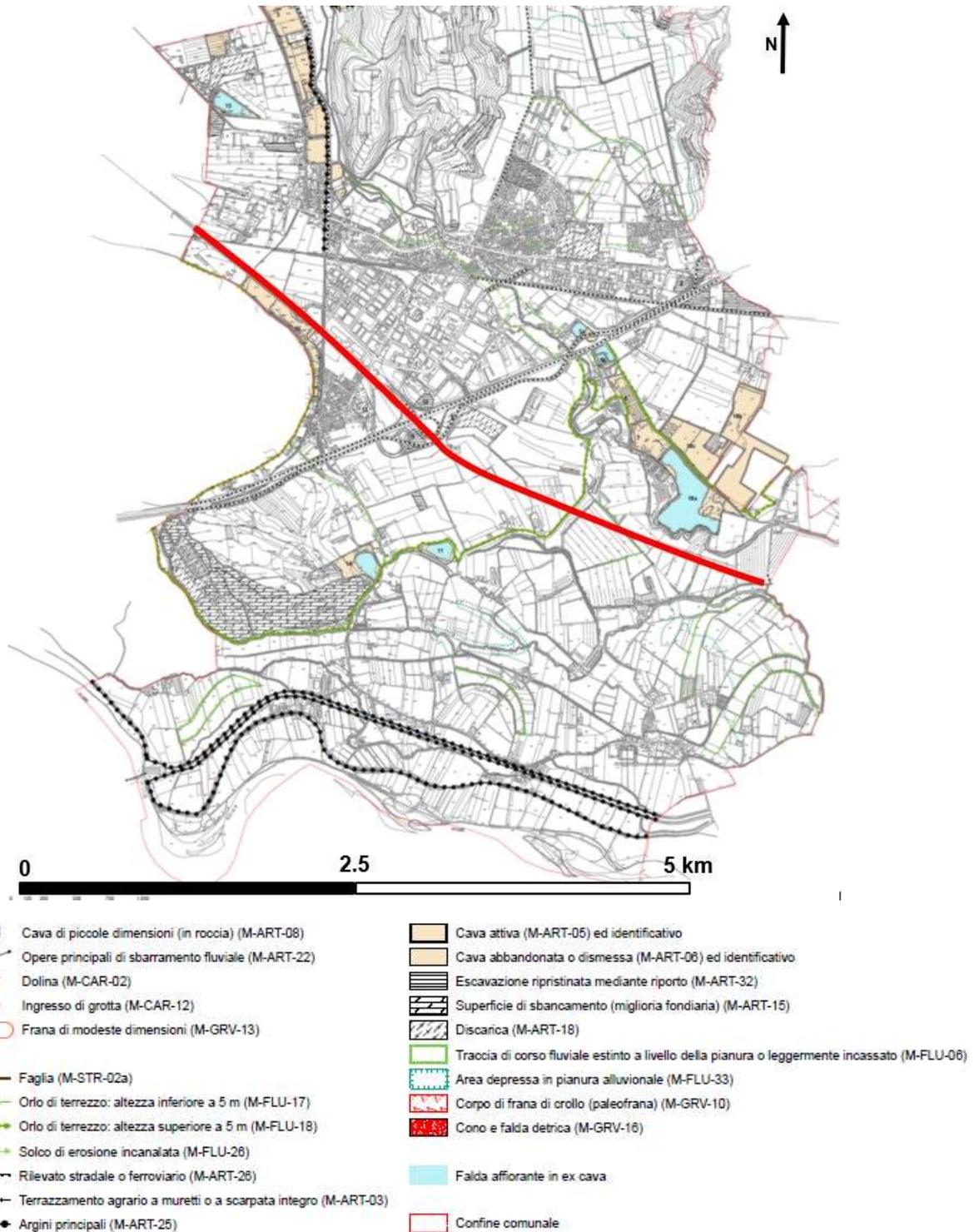


Figura 16 - Carta geomorfologica in scala 1:10.000 (Da: P.A.T. Comune di S. Martino Buon Albergo) con sovrapposizione del tracciato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE000001C	Foglio 38 di 104

Per quanto attiene i comuni di Caldiero e Belfiore è stato fatto riferimento al Piano di Assetto del Territorio Intercomunale (P.A.T.I.), strumento di pianificazione che delinea le scelte strategiche di assetto e di sviluppo per il governo del territorio dei quattro comuni di Belfiore, Caldiero, Colognola ai Colli e Lavagno. Il piano individua le specifiche vocazioni e le invarianti di natura geologica, geomorfologica, idrogeologica, paesaggistica, ambientale, storico-monumentale e architettonica, in conformità agli obiettivi ed indirizzi espressi nella pianificazione territoriale di livello superiore ed alle esigenze della comunità locale, redatto ai sensi dell'art. 16 della L.R. Veneto n. 11/2004.

La cartografia geomorfologica del P.A.T.I., adottato dal Consiglio Comunale il 22.03.2007 con deliberazione n. 5, approvato con Conferenza di Servizi in data 06.12.2007, è riportata in Figura 17. Procedendo verso Est nel comune di S. Bonifacio si osservano orli di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo di altezza inferiore a 5 m, difficilmente ricostruibili in ragione della forte antropizzazione dell'area e delle bonifiche agrarie e idrauliche che ne hanno intaccato e snaturato i caratteri originari. In carta bordano in modo discontinuo a nord e a est la piana depressa di divagazione del fiume.

Le forme di altezza superiore e comprese tra 5 e 10 m sono individuabili con caratteri apprezzabili solo nel settore ovest del territorio comunale (area delle cave di Villabella) a ridosso dell'abitato. Negli altri casi, l'orlo di scarpata si trova modificato per opera di scavi o spianamenti antropici (Figura 18).

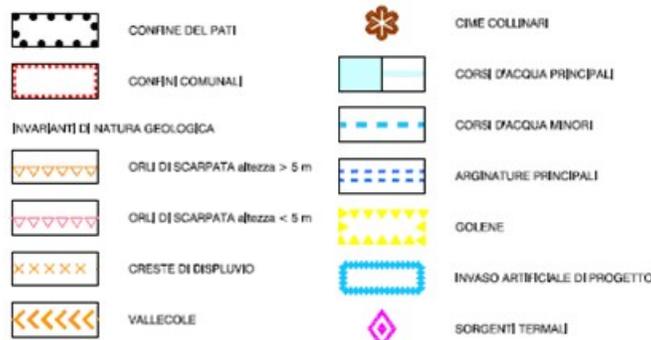
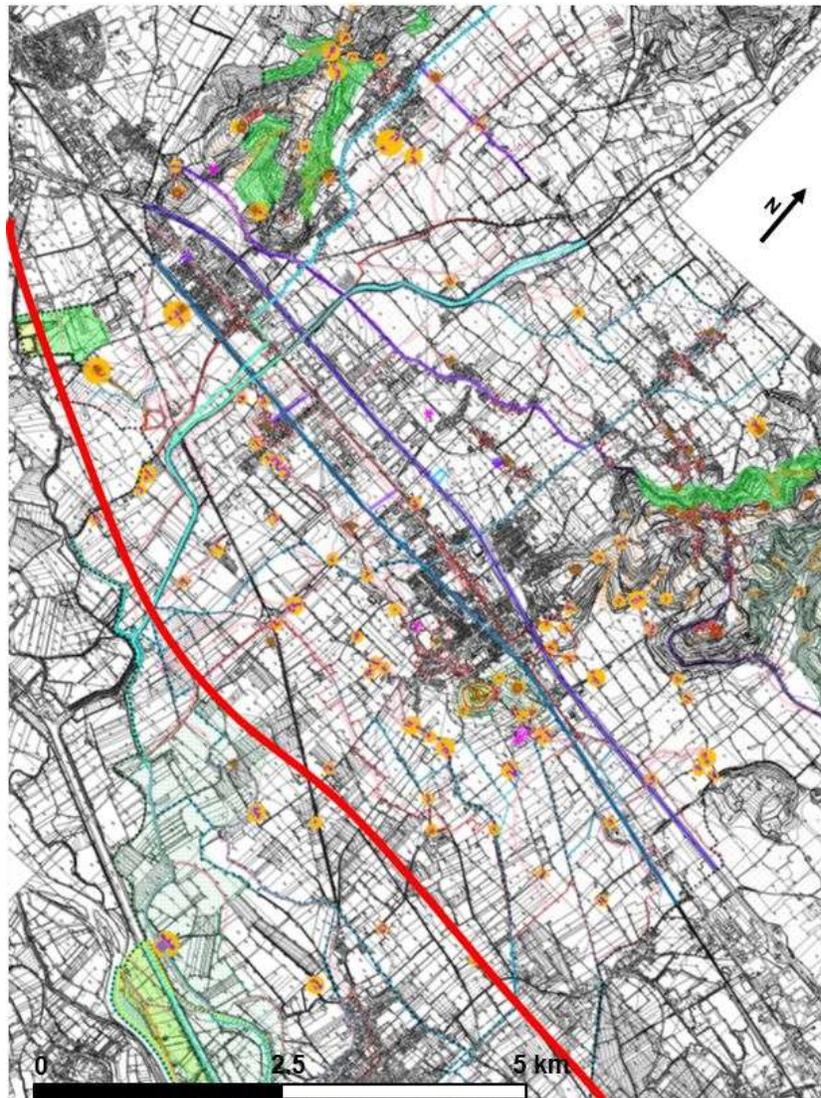
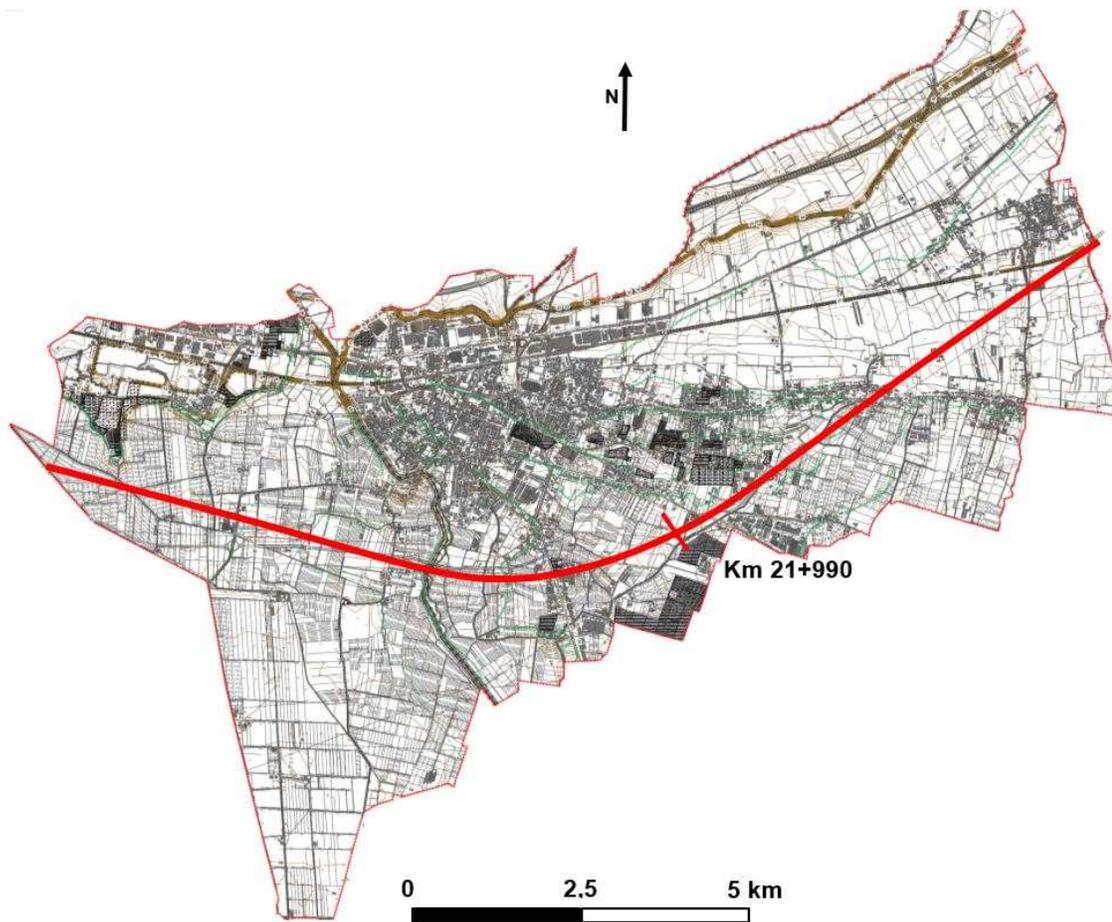


Figura 17 – Estratto della Tavola 2 Carta delle invarianti in scala 1:10.000 del P.A.T.I. dei Comuni di Belfiore, Caldiero, Colognola ai Colli e Lavagno



Forme strutturali

 Isolpe del microrelievo con indicazione della quota (equidistanza 1 m) (M-STR-18)

Forme fluviali, fluvio-glaciali e di versante dovute al dilavamento

 Traccia di corso fluviale estinto, al livello di planura o leggermente incassato (M-FLU-06)

 Antica direzione di scorrimento (M-FLU-11)

 Nicchia di sorgente, testata di incisione di risorgiva (M-FLU-16)

 Orlo di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo: altezza inferiore a 5 metri (M-FLU-17)

 Orlo di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo: altezza tra 5 e 10 metri (M-FLU-18)

 Area depressa in planura alluvionale; conca di decantazione (M-FLU-33)

Forme artificiali

 Orlo di scarpata di cava abbandonata o dismessa (M-ART-06)

 Superficie di sbancamento (M-ART-15)

 Scarpata di sbancamento (M-ART-16)

 Discarica (M-ART-18)

 Alveo di corso d'acqua pensile (M-ART-21)

 Rilevato stradale o ferroviario (M-ART-26)

 Escavazione ripristinata mediante riporto (M-ART-32)

Figura 18 – Carta geomorfologica in scala 1:10.000 (Da: P.A.T. Comune di S. Bonifacio)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 41 di 104

5.5 SISMICITÀ

Sino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità. Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del presidente del Consiglio dei Ministri n. 3247 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003.

Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.

Zona 1 - E' la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti

Zona 2 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti

Zona 3 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari

Zona 4 - E' la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari

I Comuni nella Provincia di Verona e Vicenza, interessati dal tracciato in progetto, sono classificati nel seguente modo:

Provincia di Verona

BELFIORE 3
BUTTAPIETRA 3
CALDIERO 3
LAVAGNO 3
SAN BONIFACIO 3
S. MARTINO BUON ALBERGO 3
SAN GIOVANNI LUPATOTO 3
SOAVE 3
VERONA 3
ZEVIO 3

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 42 di 104

Le novità introdotte con l'ordinanza sono state pienamente recepite e ulteriormente affinate, grazie anche agli studi svolti dai centri di competenza (Ingv, Reluis, Eucentre). Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall'opcm 3274/03, è stato adottato con l'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28/4/06.

Il nuovo studio di pericolosità, allegato all'Opcm n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche (Tabella 1).

Tabella 1 - Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06).

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)
1	ag > 0.25
2	0.15 < ag ≤ 0.25
3	0.05 < ag ≤ 0.15
4	ag ≤ 0.05

La pericolosità sismica, intesa in senso probabilistico, è lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito con una certa probabilità di eccedenza in un dato intervallo di tempo, ovvero la probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un dato intervallo di tempo.

Con l'Ordinanza PCM 3274/2003 (GU n.108 dell'8 maggio 2003) si è avviato in Italia un processo per la stima della pericolosità sismica che ha portato alla realizzazione della Mappa di Pericolosità Sismica 2004 (MPS04) che descrive la pericolosità sismica attraverso il parametro dell'accelerazione massima attesa con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni su suolo rigido e pianeggiante. Relativamente all'area in esame il parametro dello scuotimento a(g), per un periodo di ritorno di 475 anni, ha un valore compreso tra 0.225 e 0.250, come è possibile osservare nella mappa di Figura 19. Per periodi di ritorno superiori, quali quelli da considerare per l'opera in esame, il dato di pericolosità sismica di base aumenterà, come descritto nelle Relazioni sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base (Elabb. per il tratto in esame IN1710EI2RHGE0000005B, oltre alle tavole IN1710EI2P5GE0000001B-11B).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RHGE000001C</p>	<p>Foglio 43 di 104</p>

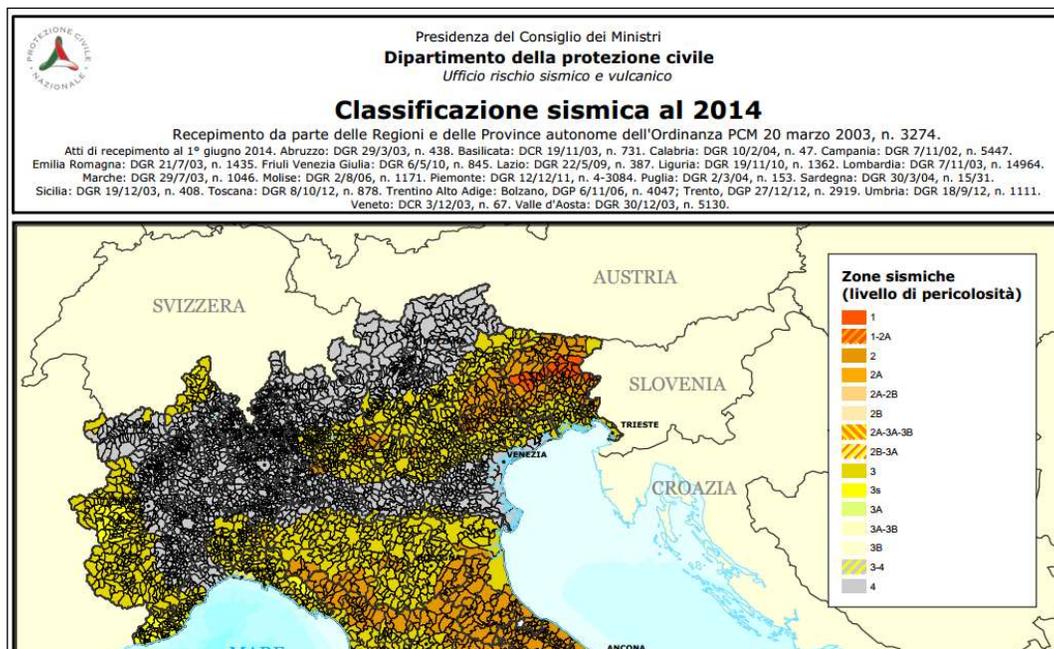


Figura 19 – Mappa di classificazione sismica 2014 – dettaglio Regione Veneto

La O.P.C.M. 3519/06 stabilisce direttive generali innovative in materia di classificazione sismica a livello nazionale, proponendo per i calcoli il riferimento ai valori di fascia individuati sulla base delle accelerazioni massime al suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

La Regione del Veneto, con D.G.R. 71 del 22/01/2008, pur confermando per gli aspetti amministrativi la classificazione dei Comuni del Veneto di cui all'allegato I della D.C.R. 67/03, recepisce quanto stabilito dalla O.P.C.M. 3519/06 riguardo i calcoli, riferiti alle Norme Tecniche previgenti all'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008. Va ricordato che la classificazione nazionale e la mappa di rischio di cui all'Ordinanza 3519 e alla D.G.R. 71 del 22/01/08 esprime la sismicità di un'area sulla base dei terremoti avvenuti in epoca storica e della distanza dalle potenziali sorgenti sismogenetiche, senza considerare le caratteristiche locali del territorio che possono modificare il moto sismico atteso. Infatti, alcuni terreni e alcune caratteristiche geomorfiche, possono aumentare gli effetti dei terremoti amplificando il moto sismico o favorendo fenomeni di instabilità (Figura 20).

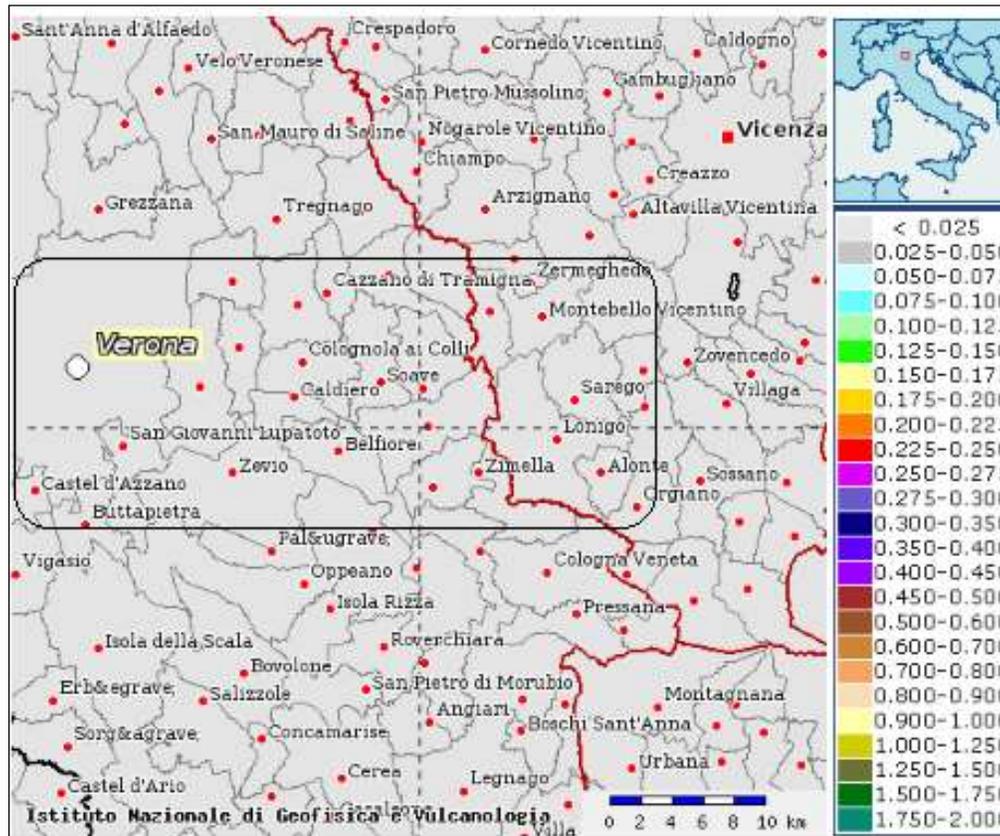


Figura 20 – Mappa di pericolosità sismica (da INGV - Ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006, All.1b Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale) – Dettaglio a scala comunale

E' per questo motivo che l'Eurocodice 8, la stessa OPCM 3274/2003, e le previgenti Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/9/2005) e il D.M. 14/01/2008 richiedono che per la valutazione dell'azione sismica siano adeguatamente considerate le condizioni geologiche e morfologiche attraverso dettagliati studi di microzonazione sismica che consistono nella suddivisione dettagliata del territorio in sottozone a diversa pericolosità sismica locale, tenendo conto, sia della sismicità di base (distanza dalle sorgenti sismogenetiche, energia, frequenza e tipo dei terremoti attesi), sia delle caratteristiche geologiche e morfologiche locali. La microzonazione sismica, individuando le aree a diversa pericolosità sismica, consente, in particolare, di indirizzare le scelte di pianificazione verso gli ambiti a minore rischio.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE000001C	Foglio 45 di 104

6 CARATTERI GEOLOGICI E MORFOLOGICI DI DETTAGLIO DEL TRATTO DI INTERESSE

Il tracciato ferroviario in oggetto si sviluppa per la totalità al di sopra di depositi alluvionali inseriti nell'ambito dei bacini idrogeologici dell'alta e media pianura.

Nella sua parte iniziale, compresa tra Verona e Zevio, il tracciato si sviluppa nel bacino idrogeologico dell'alta pianura e interessa l'unità formata dai sedimenti fluvioglaciali antichi attribuibili al Diluvium Recente (FgW - Fluvioglaciale Wurm).

Nella sua parte centrale e orientale, compresa tra Zevio e San Bonifacio, il tracciato interessa un settore convenzionalmente compreso nel bacino idrogeologico della media pianura e si sviluppa al di sopra dei sedimenti del Diluvium Tardivo (FgWt – Fluvioglaciale Wurm Tardivo).

In questi settori la litologia del sottosuolo è prevalentemente grossolana e contraddistinta da un incremento della componente sabbiosa passando dal bacino idrogeologico dell'alta a quello della bassa pianura. All'interno di questi depositi fluvioglaciali a prevalenza ghiaioso-sabbiosa, si rinvencono sedimenti limoso-argillosi disposti in forme lenticolari perlopiù di scarso spessore ed estensione areale.

Per la valutazione di dettaglio delle caratteristiche geologiche delle aree interessate dal tracciato ferroviario, di seguito saranno sintetizzate:

- l'elenco delle indagini geognostiche sinora effettuate nel 2002, per il progetto preliminare dell'opera e nel 2014 per il progetto definitivo;
- le principali caratteristiche morfologiche;
- la geologia e la litologia di superficie e del sottosuolo sino alla massima profondità investigata dalle indagini di campo;

Per maggiore praticità d'esposizione l'analisi delle diverse componenti geologiche sarà effettuata distintamente per i tre lotti costruttivi i quali hanno le seguenti caratteristiche:

- **Tratto 1** - compreso tra i Km 0+000 e 10+045, tra i Comuni di Verona, S. Martino Buon Albergo e Zevio. In questa tratta, e precisamente tra i km 4+941 e 6+541 è prevista la realizzazione della galleria artificiale di S. Martino Buon Albergo.
- **Tratto 2** - compreso tra i Km 10+045 e 19+159, tra i Comuni di Zevio, Caldiero, Belfiore e S. Bonifacio. In questa tratta è prevista la realizzazione di viadotti in corrispondenza dei Torrenti Fibbio e d'Ilasi-Prognolo.
- **Tratto 3** - compreso tra i Km 19+159 e 21+990, nel Comune di S. Bonifacio. In questa tratta è prevista la realizzazione di viadotti in corrispondenza del Torrente Alpone.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 46 di 104

6.1 TRATTO TRA pk 0+000 E pk 10+045

6.1.1 INDAGINI E PROVE ESEGUITE

Un insieme significativo per i fini del presente inquadramento delle indagini effettuate lungo il tracciato o nelle immediate vicinanze è il seguente:

- SP1, SP1BIS, BH-CH-PE-10, BH-CH-PE-11, SP6, BH-CH-PE-13, BH-CH-PE-14, SP11, SP14, SP14BIS: sondaggi a carotaggio continuo attrezzati con tubo cieco per prove Cross Hole, eseguiti nel 2014-2015 e 2020;
- BH-DH-PE-06: sondaggio a carotaggio continuo attrezzato con tubo cieco per prove Down Hole, eseguito nel 2020;
- BH-PE-01, BH-PE-02, BH-PE-04, BH-PE-05, BH-PE-07, BH-PE-08, SA203R003, BH-PE-09, BH-PE-12, SA203B006, BH-PE-15, BH-PE-16, BH-PE-16 bis, BH-PE-17, BH-PE-18 bis, BH-PE-20, BH-PE-20 bis: sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti nel 2002 e 2020-2021
- SPA2, SPA5, SPA8, SPA9, SPA9BIS, SPCA10, SPA12BIS, SPAA13, SPA13BIS: sondaggi a carotaggio continuo (SP) con installazione di piezometro Casagrande (C), piezometro a Tubo Aperto (A), piezometro a doppio tubo aperto (AA) eseguiti nel 2014-2015;
- BH-PZ-PE-03, XA203B004, XA203B005, BH-PZ-PE-18, XA203P008, BH-PZ-PE-19, XA203P009: sondaggi geognostici a carotaggio continuo con installazione di piezometro a tubo aperto, eseguiti nel 2002 e 2020-2021;
- SDC7, SDA12, SDA15: fori a distruzione di nucleo per installazione di Piezometro Casagrande (C) o Piezometro a Tubo Aperto (A) eseguiti nel 2014-2015.

Le principali caratteristiche costruttive dei succitati sondaggi, nonché le misure e le indagini in sito eseguite in loro corrispondenza sono di seguito descritte:

Sondaggi a carotaggio continuo attrezzati con tubo cieco per prove Cross Hole

identificativo: **SP1**

anno di perforazione: 2015

ubicazione approssimativa: km 1+050

quota piano campagna: 46.51 m s.l.m.

profondità: 20 m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 47 di 104

identificativo: **SP1BIS**

anno di perforazione: 2015

ubicazione approssimativa: 1+070

quota piano campagna: n.d.

profondità: 15 m

identificativo: **BH-CH-PE-10**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: 5+320

quota piano campagna: 47.42

profondità: 40 m

soggiacenza misurata durante le prove: 9.0 m da pc

prova Lefranc 1: eseguita tra 5.50 e 6.00 m da pc

litologia del tratto di prova: ghiaia con sabbia addensata /molto addensata

coefficiente di permeabilità calcolato: $2.34 \cdot 10^{-4}$ m/s

prova Lefranc 2: eseguita tra 9.50 e 10.00 m da pc

litologia del tratto di prova: ghiaie e sabbie addensate/molto addensate

coefficiente di permeabilità calcolato: $1.81 \cdot 10^{-4}$ m/s

prova Lefranc 3: eseguita tra 13.50 e 14.00 m da pc

litologia del tratto di prova: limo sabbioso/sabbia limosa

coefficiente di permeabilità calcolato: $9.44 \cdot 10^{-5}$ m/s

prova Lefranc 4: eseguita tra 16.50 e 17.00 m da pc

litologia del tratto di prova: sabbia fine

coefficiente di permeabilità calcolato: $3.11 \cdot 10^{-5}$ m/s

prova Lefranc 5: eseguita tra 19.50 e 20.00 m da pc

litologia del tratto di prova: sabbia fine

coefficiente di permeabilità calcolato: $3.10 \cdot 10^{-5}$ m/s

prova Lefranc 6: eseguita tra 33.00 e 33.50 m da pc

litologia del tratto di prova: argilla debolmente limosa

coefficiente di permeabilità calcolato: $7.61 \cdot 10^{-6}$ m/s

identificativo: **BH-CH-PE-11**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: 5+625

quota piano campagna: 46.00

profondità: 50 m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 48 di 104

soggiacenza misurata durante le prove: 7.8 m da pc
prova Lefranc 1: eseguita tra 12.00 e 12.50 m da pc
litologia del tratto di prova: ghiaia sabbiosa
coefficiente di permeabilità calcolato: $4.81 \cdot 10^{-5}$ m/s
prova Lefranc 2: eseguita tra 15.00 e 15.50 m da pc
litologia del tratto di prova: sabbia limosa
coefficiente di permeabilità calcolato: $6.19 \cdot 10^{-6}$ m/s
prova Lefranc 3: eseguita tra 18.00 e 18.50 m da pc
litologia del tratto di prova: sabbia limosa
coefficiente di permeabilità calcolato: $6.87 \cdot 10^{-6}$ m/s
prova Lefranc 4: eseguita tra 25.00 e 25.50 m da pc
litologia del tratto di prova: sabbia debolmente limosa
coefficiente di permeabilità calcolato: $9.93 \cdot 10^{-6}$ m/s
prova Lefranc 5: eseguita tra 31.50 e 32.00 m da pc
litologia del tratto di prova: argilla limosa/limo sabbioso
coefficiente di permeabilità calcolato: $6.15 \cdot 10^{-7}$ m/s

identificativo: **SP6**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: km 5+630

quota bocca foro: 46.13 m s.l.m.

quota piano campagna: 45.81 m s.l.m.

profondità: 40 m

tubo pvc \varnothing 3" per Cross Hole fino a 35 m da p.c.

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 4.5 m da p.c. (dato acquisito in fase di perforazione il 28.10.2014)

massima quota piezometrica rilevata: 41.63 m s.l.m.

identificativo: **BH-CH-PE-13**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: 6+300

quota piano campagna: 45.140

profondità: 40 m

soggiacenza misurata durante le prove: 6.7 m da pc
prova Lefranc 1: eseguita tra 11.8 e 12.00 m da pc
litologia del tratto di prova: ghiaia debolmente sabbiosa

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 49 di 104

coefficiente di permeabilità calcolato: $4.64 \cdot 10^{-5}$ m/s
prova Lefranc 2: eseguita tra 14.80 e 15.00 m da pc
litologia del tratto di prova: ghiaia debolmente sabbiosa
coefficiente di permeabilità calcolato: $5.63 \cdot 10^{-5}$ m/s
prova Lefranc 3: eseguita tra 18.00 e 19.00 m da pc
litologia del tratto di prova: sabbia limosa
coefficiente di permeabilità calcolato: $3.39 \cdot 10^{-6}$ m/s
prova Lefranc 4: eseguita tra 21.00 e 22.00 m da pc
litologia del tratto di prova: sabbia debolmente limosa
coefficiente di permeabilità calcolato: $3.90 \cdot 10^{-6}$ m/s
prova Lefranc 5: eseguita tra 31.50 e 32.00 m da pc
litologia del tratto di prova: argilla limosa/limo sabbioso
coefficiente di permeabilità calcolato: $6.25 \cdot 10^{-7}$ m/s

identificativo: **BH-CH-PE-14**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: 6+820

quota piano campagna: 44.56

profondità: 40 m

soggiacenza misurata durante le prove: 9.0 m da pc
prova Lefranc 1: eseguita tra 11.70 e 12.00 m da pc
litologia del tratto di prova: ghiaia con ciottoli

coefficiente di permeabilità calcolato: $1.16 \cdot 10^{-2}$ m/s

prova Lefranc 2: eseguita tra 14.70 e 15.00 m da pc
litologia del tratto di prova: sabbia debolmente limosa

coefficiente di permeabilità calcolato: $5.75 \cdot 10^{-3}$ m/s

prova Lefranc 3: eseguita tra 19.70 e 20.00 m da pc
litologia del tratto di prova: sabbia limosa

coefficiente di permeabilità calcolato: $6.18 \cdot 10^{-3}$ m/s

prova Lefranc 4: eseguita tra 32.70 e 33.00 m da pc
litologia del tratto di prova: sabbia fine

coefficiente di permeabilità calcolato: $9.12 \cdot 10^{-3}$ m/s

identificativo: **SP11**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: km 8+450

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 50 di 104

quota piano campagna: 31.30 m s.l.m.

profondità: 50 m

tubo pvc ø 3" per Cross Hole fino a 35 m da p.c.

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 0.80 m da p.c. (dato acquisito in fase di perforazione il 28.10.2014)

massima quota piezometrica rilevata: 30.40 m s.l.m.

identificativo: **SP14**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: km 10+050

quota piano campagna: 29.70 m s.l.m.

profondità: 50 m

tubo pvc ø 3" per Cross Hole fino a 20 m da p.c.

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 1.70 m da p.c. (26.11.2014)

massima quota piezometrica rilevata: 28.0 m s.l.m.

identificativo: **SP14BIS**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: km 10+050

quota piano campagna: 29.00 m s.l.m.

profondità: 25 m

Sondaggi a carotaggio continuo attrezzati con tubo cieco per prove Down Hole

identificativo: **BH-DH-PE-06**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: 3+100

quota piano campagna: 53.24

profondità: 27 m

soggiacenza misurata durante le prove: 10.90 m da pc

Sondaggi a carotaggio continuo

identificativo: **BH-PE-01**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 0+175

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)

Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2RHGE0000001C

Foglio

51 di 104

quota bocca foro: 56.77 m s.l.m.
profondità: 30 m
soggiacenza misurata durante le prove: nd

identificativo: **BH-PE-02**
anno di perforazione: 2020
ubicazione approssimativa: km 1+150
quota bocca foro: 46.12 m s.l.m.
profondità: 20 m
soggiacenza misurata durante le prove: 2.50 m da pc

identificativo: **BH-PE-04**
anno di perforazione: 2020
ubicazione approssimativa: km 1+875
quota bocca foro: 53.87 m s.l.m.
profondità: 20 m
soggiacenza misurata durante le prove: 9.50 m da pc

identificativo: **BH-PE-05**
anno di perforazione: 2021
ubicazione approssimativa: km 2+370
quota bocca foro: 48.73 m s.l.m.
profondità: 20 m
soggiacenza misurata durante le prove: 8.00 m da pc

identificativo: **BH-PE-07**
anno di perforazione: 2020
ubicazione approssimativa: km 3+500
quota bocca foro: 51.97 m s.l.m.
profondità: 20 m
soggiacenza misurata durante le prove: 10.20 m da pc

identificativo: **BH-PE-08**
anno di perforazione: 2020
ubicazione approssimativa: km 3+800
quota bocca foro: 48.75 m s.l.m.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 52 di 104

profondità: 19.50 m
soggiacenza misurata durante le prove: 8.30 m da pc

identificativo: **SA203R003**
anno di perforazione: 2002
ubicazione approssimativa: km 4+030
quota bocca foro: 51.5 m s.l.m.
profondità: 30 m
minima soggiacenza rilevata (data della misura): 6.8 m da p.c. (dato acquisito in fase di perforazione il 06.03.2002)
massima quota piezometrica rilevata: 44.7 m s.l.m.

identificativo: **BH-PE-09**
anno di perforazione: 2020
ubicazione approssimativa: km 4+880
quota bocca foro: 48.78 m s.l.m.
profondità: 25 m
soggiacenza misurata durante le prove: 8.60 m da pc

identificativo: **BH-PE-12**
anno di perforazione: 2020
ubicazione approssimativa: km 6+200
quota bocca foro: 46.60 m s.l.m.
profondità: 25 m
soggiacenza misurata durante le prove: 10.10 m da pc

identificativo: **SA203B006**
anno di perforazione: 2002
ubicazione approssimativa: km 6+830
quota piano campagna: 44.6 m s.l.m.
profondità: 40 m
minima soggiacenza rilevata (data della misura): 8.4 m da pc (dato acquisito in fase di perforazione il 23.05.2002)
massima quota piezometrica rilevata: 36.2 m s.l.m.

identificativo: **BH-PE-15**

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)

Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2RHGE0000001C

Foglio

53 di 104

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 7+480

quota bocca foro: 42.40 m s.l.m.

profondità: 30 m

soggiacenza misurata durante le prove: 8.70 m da pc

identificativo: **BH-PE-16**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 7+900

quota bocca foro: 32.58 m s.l.m.

profondità: 55 m

soggiacenza misurata durante le prove: 0.70 m da pc

identificativo: **BH-PE-16 bis**

anno di perforazione: 2021

ubicazione approssimativa: km 7+900

quota bocca foro: 32.58 m s.l.m.

profondità: 50 m

soggiacenza misurata durante le prove: 1.00 m da pc

identificativo: **BH-PE-17**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 8+250

quota bocca foro: 31.39 m s.l.m.

profondità: 50 m

soggiacenza misurata durante le prove: 0.90 m da pc

eseguite n.3 prove Lefranc

identificativo: **BH-PE-18 bis**

anno di perforazione: 2021

ubicazione approssimativa: km 8+800

quota bocca foro: 31.44 m s.l.m.

profondità: 50 m

soggiacenza misurata durante le prove: 1.30 m da pc

identificativo: **BH-PE-20**

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE000001C	Foglio 54 di 104

anno di perforazione: 2020
ubicazione approssimativa: km 9+900
quota bocca foro: 28.89 m s.l.m.
profondità: 55 m
soggiacenza misurata durante le prove: 0.50 m da pc

identificativo: **BH-PE-20 bis**
anno di perforazione: 2021
ubicazione approssimativa: km 9+900
quota bocca foro: 28.89 m s.l.m.
profondità: 5 m
soggiacenza misurata durante le prove: 0.95 m da pc

Sondaggi a carotaggio continuo attrezzati con piezometro a tubo aperto

identificativo: **BH-PZ-PE-03**
anno di perforazione: 2021
ubicazione approssimativa: km 1+270
quota bocca foro: 47.41 m s.l.m.
profondità: 50 m
tratto filtrante: tra 5 e 22 m da bf
minima soggiacenza rilevata (data della misura): 0. m da bf (2021)

identificativo: **XA203B004**
anno di perforazione: 2002
ubicazione approssimativa: km 5+175
quota bocca foro: 40.5 m s.l.m.
profondità: 30 m
tratto filtrante: tra 3 e 30 m da bf
minima soggiacenza rilevata (data della misura): 0.55 m da bf (non riportata - probabile 2002)
massima quota piezometrica rilevata: 39.95 m s.l.m.
prova Lefranc: eseguita tra 13.75 e 14.55 m da pc
litologia del tratto di prova: sabbia medio fine limosa
coefficiente di permeabilità calcolato: $1.03 \cdot 10^{-5}$ m/s

identificativo: **XA203B005**

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 55 di 104

anno di perforazione: 2002
ubicazione approssimativa: km 6+300
quota bocca foro: 45.4 m s.l.m.
profondità: 40 m
tratto filtrante: tra 3 e 40 m da bf
minima soggiacenza rilevata (data della misura): 7.80 m da bf (non riportata - probabile 2002)
massima quota piezometrica rilevata: 37.6 m s.l.m.
prova Lefranc: eseguita tra 19.50 e 20.00 m da pc
litologia del tratto di prova: sabbia limosa ghiaiosa
coefficiente di permeabilità calcolato: $1.13 \cdot 10^{-5}$ m/s

identificativo: **BH-PZ-PE-18**

anno di perforazione: 2020
ubicazione approssimativa: km 8+800
quota bocca foro: 30.90 m s.l.m.
profondità: 15 m
tratto filtrante: tra 3 e 12 m da bf
minima soggiacenza rilevata (data della misura): 1.35 m da bf (2021)
prova Lefranc 1: eseguita tra 2.30 e 2.50 m da pc
litologia del tratto di prova: ghiaia sabbiosa
coefficiente di permeabilità calcolato: $6.35 \cdot 10^{-5}$ m/s
prova Lefranc 2: eseguita tra 4.30 e 4.50 m da pc
litologia del tratto di prova: ghiaia sabbiosa
coefficiente di permeabilità calcolato: $1.42 \cdot 10^{-4}$ m/s
prova Lefranc 3: eseguita tra 7.30 e 7.60 m da pc
litologia del tratto di prova: ghiaia sabbiosa
coefficiente di permeabilità calcolato: $1.52 \cdot 10^{-4}$ m/s

identificativo: **XA203P008**

anno di perforazione: 2002
ubicazione approssimativa: km 9+000
quota bocca foro: 30.5 m s.l.m.
profondità: 40 m
tratto filtrante: tra 3 e 40 m da bf
minima soggiacenza rilevata (data della misura): 0.6 m da b.f. (2002)
massima quota piezometrica rilevata: 29.9 m s.l.m.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 56 di 104

prova Lefranc 1: eseguita tra 10.5 e 11.5 m da pc
litologia del tratto di prova: sabbia medio fine deb. limosa
coefficiente di permeabilità calcolato: $9.92 \cdot 10^{-6}$ m/s

identificativo: **BH-PZ-PE-19**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 9+580

quota bocca foro: 29.57 m s.l.m.

profondità: 55 m

tratto filtrante: tra 2 e 40 m da bf

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 1.00 m da bf (2021)

identificativo: **XA203P009**

anno di perforazione: 2002

ubicazione approssimativa: km 10+000

quota bocca foro: 30.2 m s.l.m.

profondità: 50 m

tratto filtrante: tra 3 e 47 m da bf

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 0.37 m da b.f. (2002)

massima quota piezometrica rilevata: 29.83 m s.l.m.

prova Lefranc 1: eseguita tra 9.5 e 10.0 m da pc

litologia del tratto di prova: sabbia medio fine

coefficiente di permeabilità calcolato: $1.17 \cdot 10^{-5}$ m/s

identificativo: **SPA2**

anno di perforazione: 2015

ubicazione approssimativa: km 1+570

quota piano campagna: n.d.

profondità: 20 m

tratto filtrante: tra 3 e 20 m da bf

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 1.22 m da bf (rilevata in fase di perforazione il 31.05.2018)

massima quota piezometrica rilevata: 45.28

identificativo: **SPA5**

anno di perforazione: 2014

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RHGE0000001C</p>	<p>Foglio 57 di 104</p>

ubicazione approssimativa: km 5+150
 quota piano campagna: 47.12 m s.l.m.
 profondità: 30 m
 tratto filtrante: tra 3 e 30 m da bf
 minima soggiacenza rilevata (data della misura): 6.81 m da bf (30.06.2018)
 massima quota piezometrica rilevata: 40.31 m s.l.m.
 prova Lefranc n.1: eseguita tra 10.5 e 11.0 m da pc
 litologia del tratto di prova: ghiaia sabbiosa
 coefficiente di permeabilità calcolato: $4.26 \cdot 10^{-5}$ m/s
 prova Lefranc n.2: eseguita tra 18.0 e 18.7 m da pc
 litologia del tratto di prova: ghiaia sabbiosa
 coefficiente di permeabilità calcolato: $2.81 \cdot 10^{-5}$ m/s

identificativo: **SPA8**

anno di perforazione: 2014
 ubicazione approssimativa: km 6+470
 quota piano campagna: 43.87 m s.l.m.
 profondità: 30 m
 tratto filtrante: tra 3 e 20 m da b.f.
 minima soggiacenza rilevata (data della misura): 5.84 m da pc (dato acquisito in fase di perforazione il 11.08.2016)
 massima quota piezometrica rilevata: 38.03 m s.l.m.
 prova Lefranc n.1: eseguita tra 7.5 e 8.0 m da pc
 litologia del tratto di prova: ghiaia sabbiosa
 coefficiente di permeabilità calcolato: $1.15 \cdot 10^{-4}$ m/s
 prova Lefranc n.2: eseguita tra 13.5 e 14.0 m da pc
 litologia del tratto di prova: sabbia ghiaiosa
 coefficiente di permeabilità calcolato: $6.73 \cdot 10^{-5}$ m/s

identificativo: **SPA9**

anno di perforazione: 2014
 ubicazione approssimativa: km 7+613
 quota piano campagna: 42.35 m s.l.m.
 profondità: 35 m
 tratto filtrante: tra 8 e 20 m da b.f.
 minima soggiacenza rilevata (data della misura): 8.14 m da pc (27.07.2018)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 58 di 104

massima quota piezometrica rilevata: 34.21 m s.l.m.

identificativo: **SPA9bis**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: km 8+050

quota piano campagna: 31.90 m s.l.m.

profondità: 40 m

tratto filtrante: tra 11 e 20 m da b.f.

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 0.18 m da pc (20.10.2016)

massima quota piezometrica rilevata: 31.68 m s.l.m.

identificativo: **SPCA10 (SPA10)**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: km 7+651

quota piano campagna: 32.62 m s.l.m.

profondità: 40 m

tratto filtrante: tra 20 e 35 m da b.f.

minima soggiacenza rilevata (data della misura): +1 m (saliente sul p.c.)

massima quota piezometrica rilevata: 33.62 m s.l.m.

identificativo: **SPA12bis**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: 8+850

quota piano campagna: 30.80 m s.l.m.

profondità: 40 m

tratto filtrante: tra 3 e 20 m da b.f.

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 0.90 m da pc (17.12.2014)

massima quota piezometrica rilevata: 29.83 m s.l.m.

identificativo: **SPAA13**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: km 9+250

quota piano campagna: 29.40 m s.l.m.

profondità sondaggio: 50 m

profondità piezometro superficiale: 13.8 m

profondità piezometro profondo: 35.6 m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 59 di 104

tratto filtrante piezometro superficiale: da 7.8 a 13.8 m da b.f.

tratto filtrante piezometro profondo: da 29.6 a 35.6 m da b.f.

minima soggiacenza rilevata nel piezometro superficiale (data della misura): 0.54 m da pc (17.12.2014)

minima soggiacenza rilevata nel piezometro profondo (data della misura): 0.22 m da pc (17.12.2014)

massima quota piezometrica rilevata nel piezometro superficiale: 28.77 m s.l.m.

massima quota piezometrica rilevata nel piezometro superficiale: 29.09 m s.l.m.

identificativo: **SPA13BIS**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: 9+675

quota piano campagna: 29.40 m s.l.m.

profondità: 40 m

tratto filtrante: da 3 a 20 m da b.f.

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 0.13 m da pc (19.01.2015)

massima quota piezometrica rilevata: 29.22 m s.l.m.

Sondaggi a distruzione di nucleo attrezzati con piezometro a tubo aperto

identificativo: **SDC7**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: km 5+625

quota piano campagna: 45.83 m s.l.m.

quota bocca foro: 46.08 m s.l.m.

profondità: 20 m

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 6.40 m da pc (30.06.2018)

massima quota piezometrica rilevata: 39.43 m s.l.m.

prova Lefranc n.1: eseguita tra 8.0 e 8.5 m da pc

litologia del tratto di prova: ghiaia sabbiosa

coefficiente di permeabilità calcolato: 7.64·10⁻⁵ m/s

prova Lefranc n.2: eseguita tra 10.0 e 10.5 m da pc

litologia del tratto di prova: ghiaia sabbiosa

coefficiente di permeabilità calcolato: 8.26·10⁻⁵ m/s

prova Lefranc n.3: eseguita tra 12.0 e 12.5 m da pc

litologia del tratto di prova: sabbia debolmente limosa

coefficiente di permeabilità calcolato: 5.36·10⁻⁶ m/s

prova Lefranc n.4: eseguita tra 15.0 e 15.5 m da pc

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 60 di 104

litologia del tratto di prova: sabbia debolmente limosa
coefficiente di permeabilità calcolato: $1.02 \cdot 10^{-5}$ m/s

identificativo: **SDA12**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: km 8+860

quota piano campagna: 31.144 m s.l.m.

profondità: 20 m

tratto filtrante: da 6 a 18 m da b.f.

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 0.40 m da pc (13.11.2014)

massima quota piezometrica rilevata: 30.74 m s.l.m.

identificativo: **SDA15**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: km 10+025

quota piano campagna: 29.104 m s.l.m.

profondità: 20 m

tratto filtrante: tra 3 e 20 m da b.f.

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 0.74 m da pc (29.10.2020)

massima quota piezometrica rilevata: 28.30 m s.l.m.

6.1.2 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

La porzione di linea oggetto del tratto 1 si sviluppa per una lunghezza di circa 10 km a partire della località Borgo Venezia del Comune di Verona, attraverso il Comune di S. Martino Buon Albergo, terminando nel territorio comunale di Zevio (Figura 21).

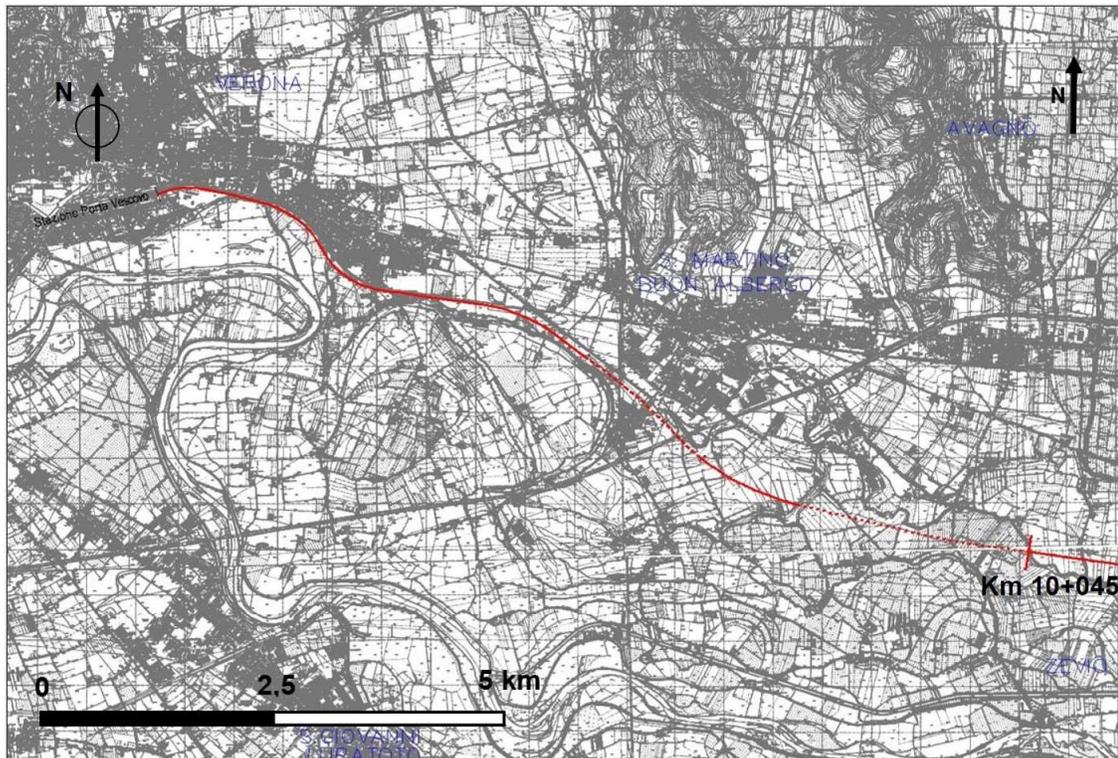


Figura 21 - Inquadramento territoriale del tratto 1 (km 0+000 – 10+045).

La morfologia della tratta interessata dall'opera è sub-pianeggiante, leggermente degradante verso Sud-Est, con pendenza media dello 0.25%, tipica della pianura alluvionale di cui fa parte; nella tratta di interesse le quote altimetriche sono all'incirca variabili tra circa 57 e 29 m s.l.m..

Lungo la tratta possono essere riconosciute, tra le forme di denudazione e le forme di accumulo, le seguenti principali unità geomorfologiche (Figura 22).

Forme di denudazione

- (a) terrazzo morfologico della conoide atesina – (FgW) Diluvium recente;
- (b) bordo di scarpata di erosione glaciale/postglaciale - scarpata di delimitazione tra il terrazzo della conoide antica e il terrazzo del Diluvium tardivo (FgWt) e delle alluvioni antiche e attuali del Fiume Adige

Forme di accumulo

- (c) unità di depositi mobili dell'alveo fluviale dell'Adige (terrazzo delle alluvioni antiche e attuali del F. Adige);
- (d) unità del Diluvium tardivo (FgWt) - fascia fluviale depressa e zone a deflusso difficoltoso.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RHGE000001C</p>	<p>Foglio 62 di 104</p>

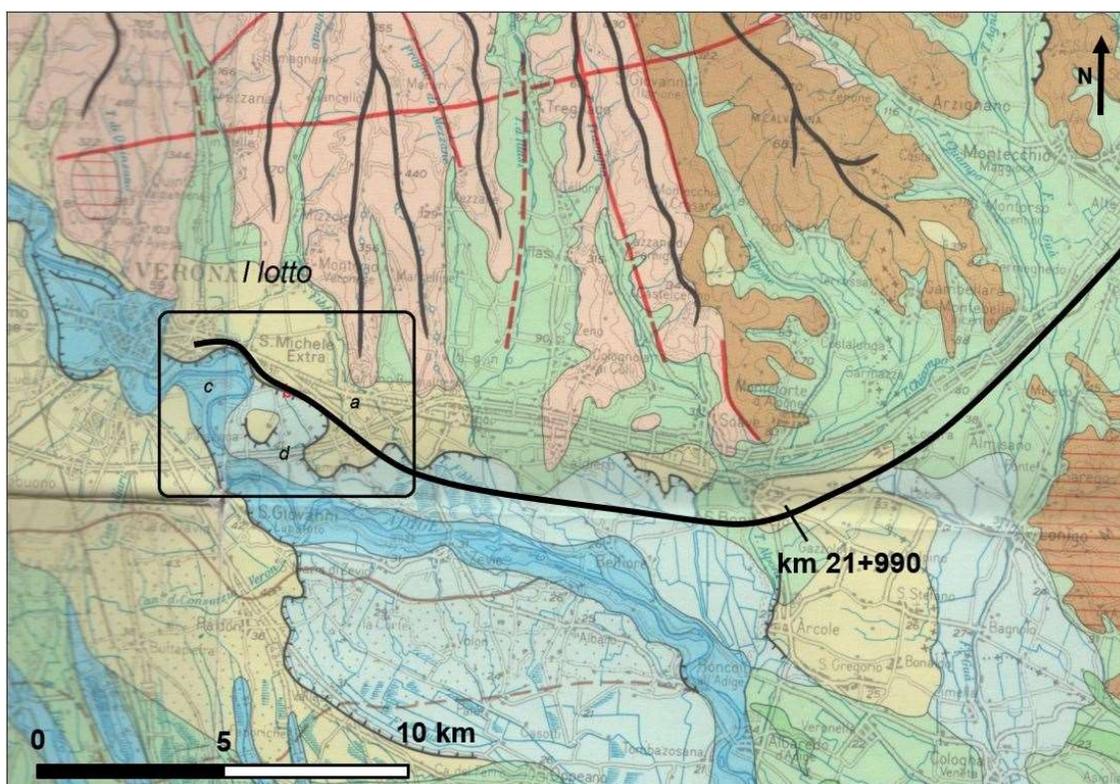


Figura 22 - Carta delle Unità Geomorfolologiche (Da Regione Veneto) con sovrapposizione del tracciato. Per le sigle (a), (b), (c), (d) si veda il testo.

Le scarpate di delimitazione tra il terrazzo della conoide wurmiana e quelle del Diluvium tardivo e delle alluvioni attuali del F. Adige, si sviluppano in vicinanza del primo tratto ferroviario che dovrà essere realizzato proprio a ridosso delle scarpate. Tali elementi morfologici hanno riflessi sull'idrogeologia e l'idrografia del settore.

Da un punto di vista altimetrico i terrazzo delle alluvioni attuali e del Diluvium tardivo del F. Adige sono ribassati di circa 10 m rispetto al terrazzo della conoide antica (Diluvium recente) e interessati dalla presenza di evidenti tracce di paleovalvei dell'Adige attualmente occupati da idrografia secondaria, perlopiù connessa al reticolo irriguo del settore, anche alimentata da sorgenti di terrazzo (come in vicinanza della località la Sorgente) che determinano lo sfioro delle acque di prima falda alla base della scarpata morfologica che separa le diverse unità morfostratigrafiche.

Per quanto attiene gli aspetti idrografici, oltre al fitto reticolo idrografico che si sviluppa intensamente in buona parte del settore circostante, i principali corsi d'acqua che attraversano il tratto interessato dall'opera sono rappresentati dal T. Rosella che viene intersecato all'incirca all'altezza del km 5+300, un corso d'acqua minore intersecato al km 6+250, e il T. Fibbio, che sarà attraversato all'incirca al km 10+00 mediante un viadotto da realizzare a partire dal km 7+655 in corrispondenza dell'orlo di scarpata tra il Diluvium recente (FgW) e quello tardivo (FgWt).

Dalla carta geomorfologica in scala 1:25.000 di L. Sorbini & Alii (1984) si osservano con maggior dettaglio le forme precedentemente descritte in particolare la presenza degli orli di terrazzo e il piano di divagazione dell'Adige nonché gli orli di terrazzo e i limiti di dosso (Figura 23).

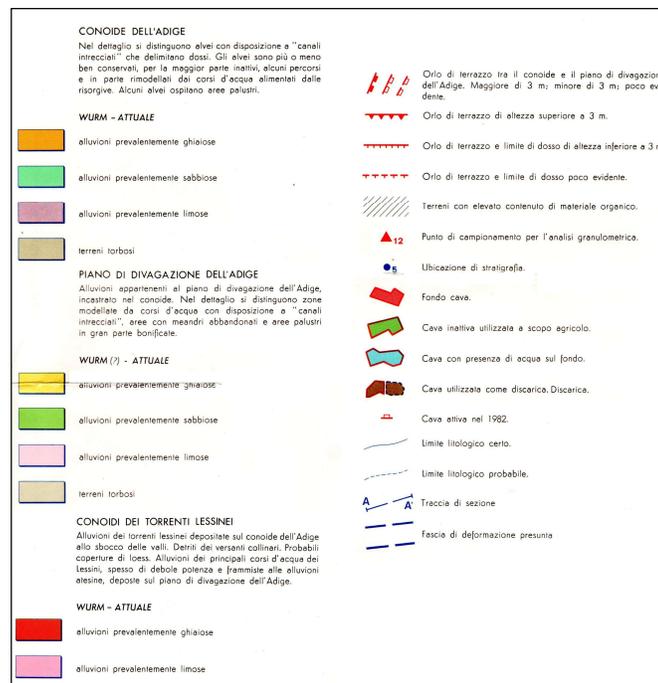
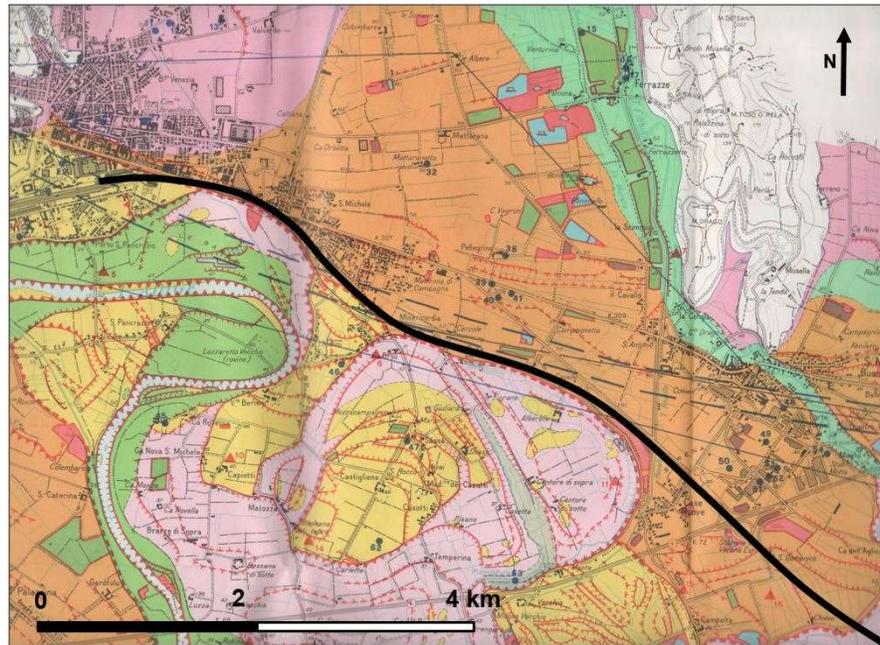


Figura 23 – Geomorfologia dell'area compresa nel I tratto 1 con relativa legenda (Da L. Sorbini & Alii, 1984).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 64 di 104

6.1.3 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E LITOLOGICHE

Dalla carta geomorfologica precedentemente descritta si osserva, per il tratto in oggetto, che i terreni attraversati appartengono prevalentemente al conoide e alla piana di divagazione dell'Adige.

I depositi ghiaiosi della conoide dell'Adige bordano il limite settentrionale dell'area in oggetto estendendosi dalla stazione di Verona all'altezza di Borgo Venezia a W, sino alla località Vaghetto a Est di S. Martino Buon Albergo.

Alluvioni prevalentemente sabbiose bordano il corso d'acqua del T. Fibbio a Nord della fascia precedentemente descritta mentre a sud della stessa bordano il corso dell'Adige.

Le alluvioni limose occupano una porzione di territorio a SE di Verona, fra le località Ca Nova S. Michele, C. Spezzapietra, Centignano e Mambrotta.

I dossi di castigliane e Acquagrossa sono caratterizzati da litologie ghiaiose appartenenti alla piana di divagazione dell'Adige.

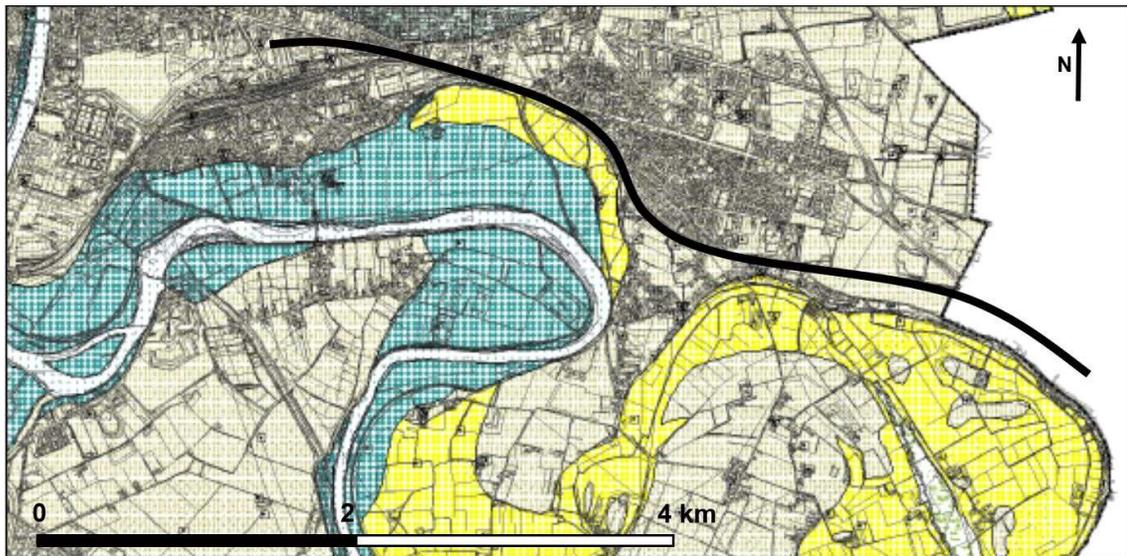
Alcune informazioni di dettaglio circa la litologia di superficie per la tratta di interesse possono essere desunte anche dalle carte litologiche dei Comuni di Verona e S. Martino Buon Albergo riportate nei relativi P.A.T.

In Figura 24 si riporta uno stralcio della carta litologica del Comune di Verona dalla quale si osserva che in prossimità del letto dell'Adige i depositi superficiali sono classificati come "materiali sciolti di alveo fluviale recente stabilizzato da vegetazione".

Nelle piane più distali i materiali sono classificati come "fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa" e "materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali e/o fluvioglaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa".

In prossimità di S. Martino Buon Albergo (Figura 25) affiorano "materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluvioglaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa" mentre nel tratto prossimale all'alveo del torrente Fibbio i sedimenti hanno una tessitura più fine e prevalentemente sabbiosa.

Il Monte Toso o Pela con le sue propaggini è invece costituito da un substrato calcareo; nel dettaglio si tratta di "calcarei nummulitici, calcareniti ad alghe e molluschi di colore bianco-giallastro ben stratificati" dell'Eocene.



Confine comunale

Litologia del substrato

- Rocce compatte stratificate
- Rocce superficialmente alterate e con substrato compatto
- Rocce compatte prevalenti alternate a strati o interposizioni tenere
- Rocce tenere a prevalente coesione
- Rocce tenere a prevalente attrito interno

Materiali della copertura detritica

- Materiali della copertura detritica colluviale poco consolidati e costituiti da frazione limo-argillosa prevalente con subordinate inclusioni sabbioso-gliaiose

Materiali degli accumuli di frana

- Materiali di frana per scoscendimento in blocco in materiali coesivi stabilizzati

Materiali alluvionali

- Materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali e/o fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa
- Materiali a tessitura eterogenea dei depositi di conolde di deiezione torrentizia
- Materiali sciolti di alveo fluviale recente stabilizzati dalla vegetazione
- Materiali sciolti di deposito recente ed attuale dell'alveo mobile e delle aree di esondazione recente
- Materiali alluvionali, fluvio-glaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa
- Materiali alluvionali, fluvio-glaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa
- Materiali di deposito palustre a tessitura fine e torbiera

Figura 24 - Carta geolitologica del Comune di Verona in scala 1:15.000 (Da: PAT, 2007) con sovrapposizione del tracciato.

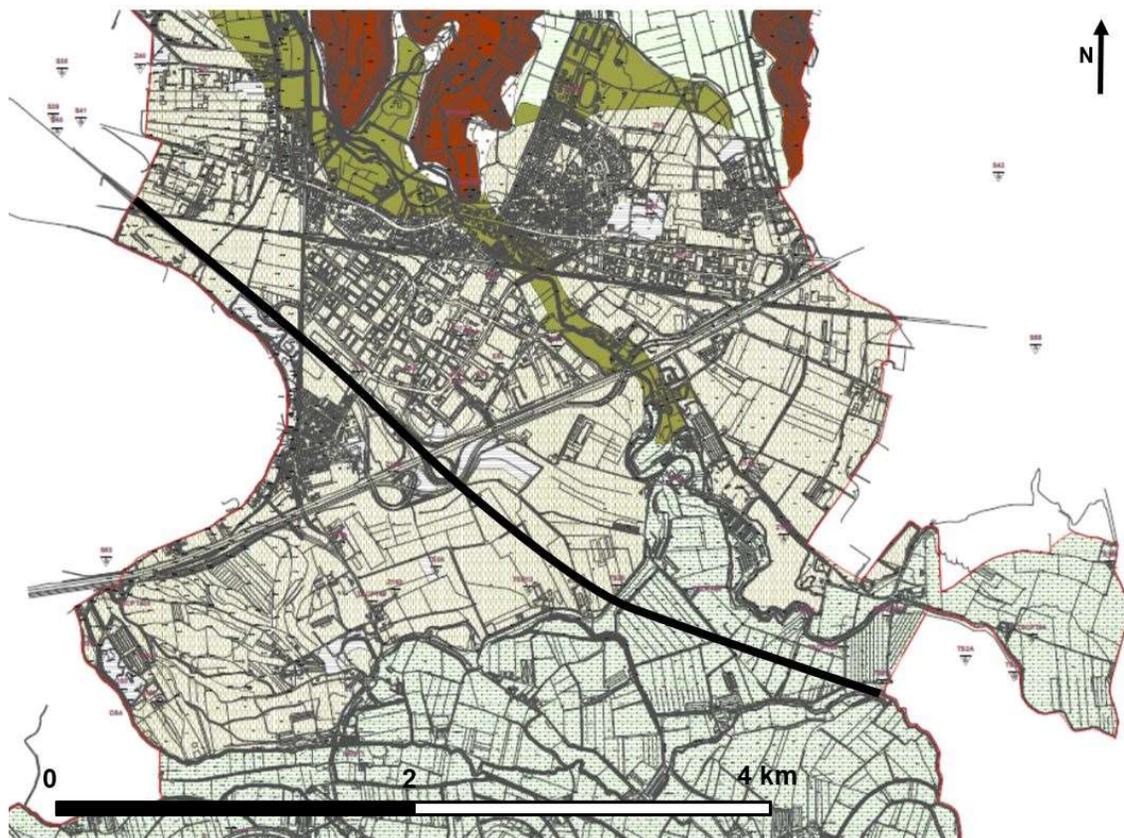
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica
EI2RHGE000001C

Foglio
66 di 104



Litologia

-  Materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa (L-ALL-01)
-  Materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente sabbiosa e alluvioni recenti del fiume Fibbio (L-ALL-01)
-  Materiali sciolti di deposito recente ed attuale dell'alveo mobile e delle aree di esondazione recente (L-ALL-04)
-  Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente limo-argillosa poggianti su terreni prevalentemente sabbiosi (L-ALL-05)
-  Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente limo-argillosa poggianti su sedimenti fini con locali intercalazioni grossolane (L-ALL-05)
-  Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente sabbiosa (L-ALL-06)
-  Materiali della copertura detritica eluviale e/o colluviale con prevalenza di elementi sabbioso-ghiaiosi in limitata matrice limo-sabbiosa (spessore generalmente >3m) (L-DET-01)
-  Materiali della copertura detritica colluviale e/o eluviale costituiti da frazione limo-argillosa prevalente con subordinate inclusioni sabbioso-ghiaiose e blocchi lapidei (spessore generalmente > 3m) (L-DET-03)
-  Paleofrana stabilizzata (L-FRA-09)
-  Materiali di riporto e discariche (L-ART-01)
-  Basalti compatti, molto spesso alterati, dei camini vulcanici e dei filoni (L-SUB-01)
-  Calcarei nummulitici, calcareniti ad alghe e molluschi, di colore bianco-giallastro, in genere ben stratificati; calcari recifali a coralli (Eocene medio - Eocene inferiore p.p.) (L-SUB-03)
-  Scaglia Rossa. Calcari argillosi e marne color biancastro fogliettati; hard ground ad ossidi polimetallici; calcari deb. argillosi a stratificazione centimetrica piano parallela, di colore rossastro o rosato, con rari noduli di selce (Eoc. inf. p.p. - Cret. inf. p.p.) (L-SUB-03)
-  Biancone. Calcari argillosi grigi con intercalazioni di marne e di argilliti grigie o verdastre; calcari bianchi fittamente stratificati, con lenti e liste di selce per lo più nera (Cretaceo superiore p.p. - Cretaceo inferiore) (L-SUB-05)

Figura 25 - Carta geolitologica del Comune di San Martino Buon Albergo (Da: PAT Comune di San Martino Buon Albergo) con sovrapposizione del tracciato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 67 di 104

Il tratto interessato si sviluppa per la maggior parte al di sopra dei terreni alluvionali della conoide wurmiana atesina (indicati con la sigla FgW nelle tavole geologiche) e, solo nel tratto terminale, al di sopra del terrazzo più recente del T. Fibbio (sigla FgWt nelle tavole geologiche), che risulta altimetricamente ribassato di circa 10 m, rispetto al precedente.

In entrambi i casi si tratta di depositi quaternari di origine fluvioglaciale, attribuiti alle due successive fasi della glaciazione wurmiana.

Sotto l'aspetto litologico sono costituiti principalmente da ciottoli, ghiaie e sabbie debolmente limose, con spessori complessivi che possono superare il centinaio di metri.

Il complesso ghiaioso sabbioso e sabbioso è localmente intercalato da livelli limoso-argillosi generalmente contraddistinti da modesto spessore ed estensione areale. Entro questo complesso ghiaioso-sabbioso dovrà essere realizzata la galleria artificiale di San Martino Buonalbergo.

Questa unità è quella affiorante lungo tutto il tratto interessato dall'opera e nel sottosuolo fino a profondità superiori a quelle massime investigate dai sondaggi appositamente realizzati.

Come evidenziato negli elaborati IN1710EI2G5GE0000012C-IN1710EI2F5GE0000022C e IN1710EI2LZGE0000001C-IN1710EI2F5GE0000011C, nel tratto all'incirca compreso tra i km 5+000 e 7+600, dove il tracciato si sviluppa al di sopra del fluvioglaciale wurmiano, le caratteristiche litologiche del sottosuolo sono contraddistinte da una prima litozona, costituita da alluvioni a prevalenza ghiaioso-sabbiosa, avente spessore variabile tra 8 e 10 m da p.c., che in profondità passa a una seconda litozona prevalentemente sabbiosa (sabbie, da medie a fini, talora ghiaiose in matrice da debolmente limosa a limosa) che si rinviene sino a una profondità variabile tra circa 25 e 33 m da p.c..

Al di sotto di questa litozona compare il primo significativo livello a litologia limoso argillosa, contraddistinto da uno spessore variabile tra circa 3 e 9 m, a cui fanno seguito ulteriori alluvioni a litologia prevalentemente sabbioso-ghiaiosa.

Nel tratto successivo, sino al km 10+450 (cfr. medesimi elaborati citati più sopra per il tratto afferente), dove il tracciato si sviluppa al di sopra del terrazzo wurmiano tardivo formato dalla piana alluvionale del T. Fibbio, si rileva una situazione che nel complesso è sostanzialmente analoga a quella precedente, ma contraddistinta da una minore presenza di sedimenti coesivi e dalla netta predominanza di materiali a prevalenza sabbiosa che formano la maggior parte del sottosuolo fino alla massima profondità investigata dai sondaggi.

In questo tratto lo strato più superficiale, avente spessore medio di circa 2 m, è formato da sedimenti limosi argillosi, sovrapposti a una litozona ghiaioso-sabbiosa che si estende fino a una profondità variabile tra circa 5 e 10 m.

Ulteriori livelli limoso argillosi, che si rinvencono a partire da profondità medie superiori a circa 20 m, risultano suddivise in più corpi lenticolari di spessore piuttosto esiguo e di minore estensione areale, inglobate, al pari di sporadiche lenti ghiaiose, nei prevalenti sedimenti sabbiosi.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 68 di 104

6.1.4 ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ E DEI RISCHI GELOGICI E GEOMORFOLOGICI

Il tracciato di progetto attraversa un territorio essenzialmente pianeggiante che, tra le progressive 0+00 e 7+600, presenta una modestissima pendenza verso sud connessa con la superficie deposizionale sommitale della conoide terrazzata del Fiume Adige. Il territorio non ha caratteristiche morfologiche tali da essere soggetto a fenomeni connessi con la gravità e pertanto non sono presenti fenomeni connessi con tale fattore morfogenetico (frane, soliflussi), né con processi di ruscellamento superficiale delle acque di corrivazione tale da indurre erosioni accelerate.

Gli unici elementi sui quali possono intervenire fenomeni di instabilità sono rappresentati dalle scarpate della conoide terrazzata che interferiscono con il tracciato di progetto essenzialmente tra il km 0+700 ed il km 2+000 laddove quest'ultimo corre in adiacenza con l'orlo del terrazzo stesso.

Detta scarpata presenta un'altezza di circa 15 metri con pendenza media di 20° ed è costituita da materiale alluvionale e fluvio-glaciale con caratteristiche tessiturali di ghiaia con matrice sabbiosa.

Non sono noti fenomeni di instabilità che interessino la scarpata e le condizioni generali che si possono osservare in sito non indicano tendenze allo sviluppo di fenomeni franosi. La gestione della stabilità della scarpata andrà pertanto valutata solo in relazione alle modificazioni morfologiche previste per l'imposta dei manufatti legati all'infrastruttura.

La Regione del Veneto, nell'ambito dell'attività commissariale OCDPC 558/2018, in data 11/07/2019, ha stipulato un accordo di collaborazione con il Centro per la Protezione Civile dell'Università degli Studi di Firenze per effettuare il monitoraggio radar satellitare continuo delle deformazioni del terreno della Regione Veneto, ai sensi degli artt. 4 e 21 del D. Lgs 2 gennaio 2018, n. 1 e ai sensi dell'art.15 legge 7 agosto 1990 n. 241.

L'obiettivo principale di quest'attività è di fornire un quadro generale delle deformazioni del terreno presenti su tutto il territorio regionale con l'utilizzo di dati radar interferometrici satellitari acquisiti dalla costellazione Sentinel-1 dell'ESA (Agenzia Spaziale Europea).

Tali elaborazioni sono disponibili sul Geoportale dei dati Territoriali della Regione Veneto (<https://idt2.regione.veneto.it/idt/webgis/viewer?webgisId=185>) e da questi è possibile ricavare informazioni sui movimenti del terreno con caratteristiche tali da poter essere evidenziati da detta tecnica di monitoraggio.

In Figura 26 è mostrata l'elaborazione riguardante le velocità di deformazione dei Permanent Scatterer basata sui dati Sentinel-1. È evidente l'assenza di movimenti sensibili lungo l'intero tratto di interesse.

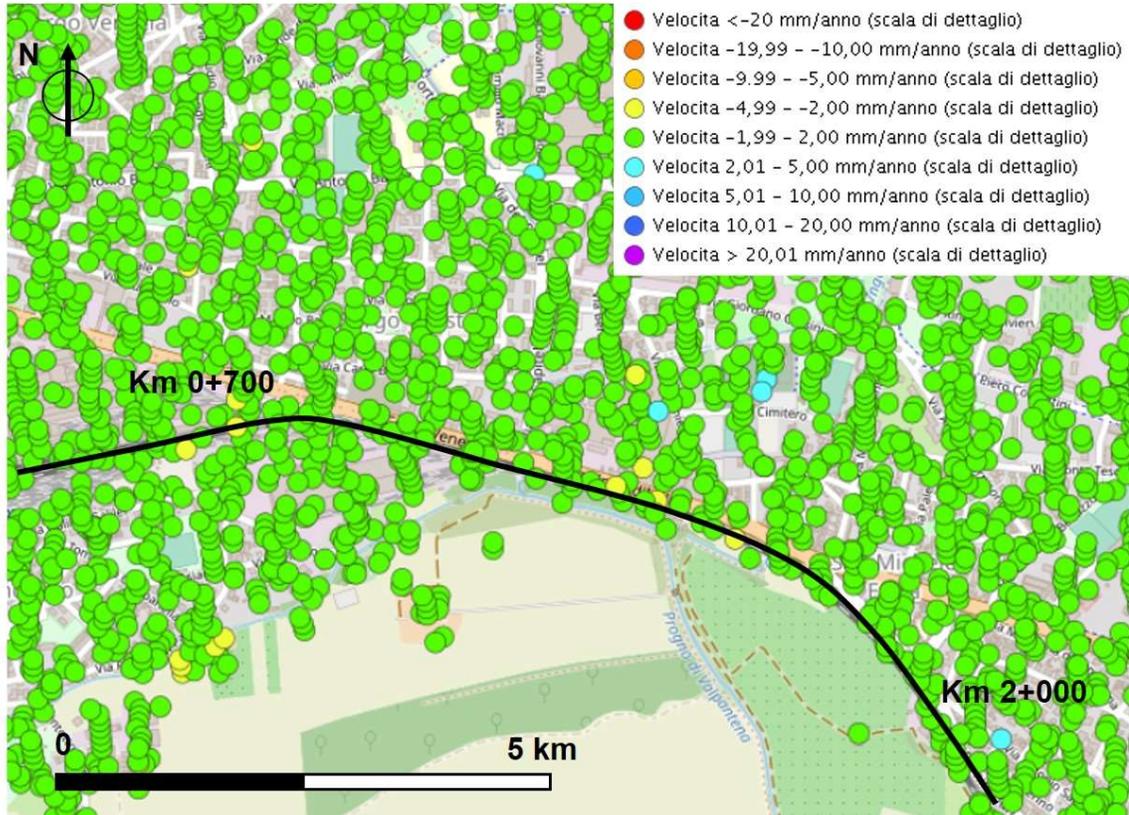


Figura 26 - Dati di interferometria satellitare per il tratto di ferrovia in adiacenza all'orlo della scarpata di terrazzo. I dati sono tratti da <https://idt2.regione.veneto.it/idt/webgis/viewer?webgisId=185>.

La stessa scarpata di terrazzo viene intercettata nuovamente alla progressiva 7+650 circa laddove inizia il viadotto Fibbio. Anche in questo caso, come mostrato in Figura 27, i dati interferometrici non forniscono evidenze di movimento.

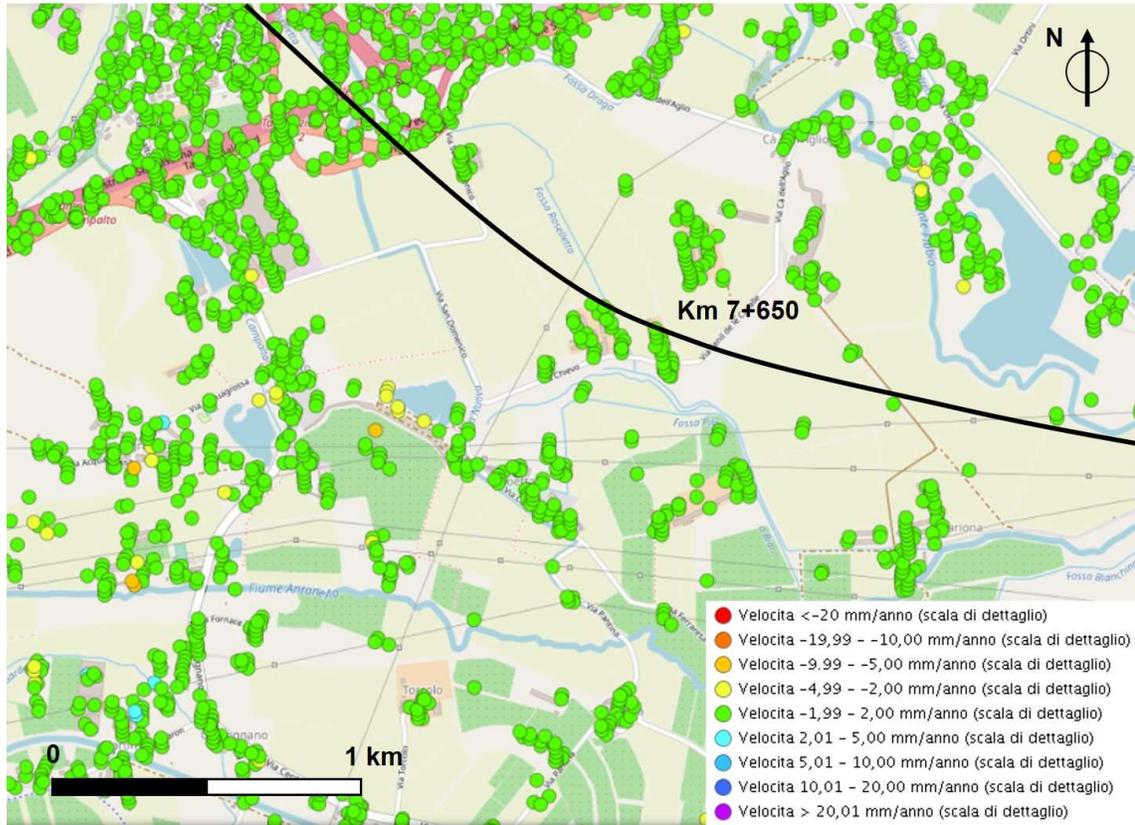


Figura 27 - Dati di interferometria satellitare per il tratto di ferrovia in corrispondenza dell'inizio del viadotto Fibbio. I dati sono tratti da <https://idt2.regione.veneto.it/idt/webgis/viewer?webgisId=185>.

In relazione a quanto sopra detto si verifica che non esistono mappe di pericolosità geologica elaborate dall'Autorità di Bacino del Fiume Adige – Distretto Idrografico delle Alpi Orientali per la tratta di interesse, non sussistendo le condizioni di pericolosità per lo sviluppo di fenomeni franosi.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RHGE000001C</p>	<p>Foglio 71 di 104</p>

6.2 TRATTO TRA pk 10+045 E pk 19+159

6.2.1 INDAGINI E PROVE ESEGUITE

Il secondo tratto è individuato tra le progressive chilometriche 10+045 e 19+159.

Nel corso della progettazione, a seguito della cosiddetta variante S. Bonifacio (tra le progressive 12+600 e 28+877) buona parte del tracciato del secondo tratto è stato modificato, soprattutto nel tratto finale compreso tra le progressive 15+800 e 19+159.

Pertanto, si dispone sia delle indagini eseguite lungo l'originario tracciato che attraversava l'abitato di San Bonifacio, sia di quelle effettuate lungo il nuovo tracciato che scorre a Sud dell'abitato.

Un insieme significativo per i fini del presente inquadramento delle indagini effettuate lungo il tracciato o nelle immediate vicinanze è il seguente:

- SP17, SP22, BH3V, BH6V: sondaggi a carotaggio continuo attrezzati con tubo cieco per prove Cross Hole eseguiti nel 2014-2015
- BH-DH-PE-23: sondaggio a carotaggio continuo attrezzato con tubo cieco per prove Down Hole, eseguito nel 2020
- BH-PE-21, BH-PE-22, BH-PE-24, BH-PE-25, BH-PE-25 bis, BH-PE-27, BH-PE-29, BH-PE-30, BH-PE-32, BH-PE-32 bis, BH-PE-33, BH-PE-34, SP24BIS, BH-PE-36, SP24TER, BH-PE-37, BH-PE-38 bis, BH5V, BH-PE-39: sondaggi a carotaggio continuo, eseguiti nel 2014-2015 e 2020-2021;
- BH-PZ-PE-26, BH-PZ-PE-28, BH-PZ-PE-31, SPA16, SPAA19, SPA20, SPA20BIS, SPA21, SPA23, SPA24, BH1V, BH2V, BH-PZ-PE-35, BH4V, BH-PZ-PE-38: sondaggi a carotaggio continuo (SP) con installazione di piezometro Casagrande (C e BH), piezometro a Tubo Aperto (A e BH), piezometro a doppio tubo aperto (AA) eseguiti nel 2014-2015 e 2020;
- XA203P010, XA203C011: sondaggi geognostici a carotaggio continuo con installazione di piezometro a tubo aperto, eseguiti nel 2002;
- SDA18: foro a distruzione di nucleo per installazione di Piezometro a Tubo Aperto (A).

Le indagini eseguite lungo il percorso originario, ma che possono essere indicative soprattutto per quanto attiene le misure del livello di falda e le caratteristiche del sottosuolo, sono le seguenti:

- SPA25, SPA27, SPC28: sondaggi a carotaggio continuo (SP) con installazione di piezometro Casagrande (C), piezometro a Tubo Aperto (A), eseguiti nel 2014-2015.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 72 di 104

Le principali caratteristiche costruttive dei succitati sondaggi, nonché le misure e le indagini in sito eseguite in loro corrispondenza sono di seguito descritte:

Sondaggi a carotaggio continuo attrezzato con tubo cieco per prove Cross Hole

identificativo: **SP17**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: km 11+500

quota bocca: 29.80 m s.l.m.

profondità: 35 m

tubo pvc ø 3" per Cross Hole fino a 35 m da p.c.

identificativo: **SP22**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: km 14+870

quota piano campagna: 24.207 m s.l.m.

profondità: 35 m

tubo pvc ø 3" per Cross Hole fino a 35 m da p.c.

identificativo: **BH3V**

anno di perforazione: 2015

ubicazione approssimativa: km 17+000

quota piano campagna: 20.847 m s.l.m.

profondità: 30 m

tubo pvc ø 3" per Cross Hole fino a 30 m da p.c.

identificativo: **BH6V**

anno di perforazione: 2015

ubicazione approssimativa: km 18+890

quota piano campagna: 21.298 m s.l.m.

profondità: 50 m

tubo pvc ø 3" per Cross Hole fino a 50 m da p.c.

Sondaggi a carotaggio continuo attrezzati con tubo cieco per prove Down Hole

identificativo: **BH-DH-PE-23**

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 73 di 104

anno di perforazione: 2020
ubicazione approssimativa: 11+400
quota piano campagna: 30.45
profondità: 45 m
soggiacenza misurata durante le prove: 2.60 m da pc
prova Lefranc 1: eseguita tra 4.00 e 4.20 m da pc
litologia del tratto di prova: ghiaia sabbiosa
coefficiente di permeabilità calcolato: $8.62 \cdot 10^{-5}$ m/s
prova Lefranc 2: eseguita tra 5.50 e 5.70 m da pc
litologia del tratto di prova: ghiaia sabbiosa
coefficiente di permeabilità calcolato: $1.29 \cdot 10^{-4}$ m/s
prova Lefranc 3: eseguita tra 8.80 e 9.00 m da pc
litologia del tratto di prova: ghiaia sabbiosa
coefficiente di permeabilità calcolato: $7.57 \cdot 10^{-5}$ m/s

Sondaggi a carotaggio continuo

identificativo: **BH-PE-21**

anno di perforazione: 2020
ubicazione approssimativa: km 10+500
quota bocca foro: 31.62 m s.l.m.
profondità: 45 m
soggiacenza misurata durante le prove: 4.00 m da pc
eseguite n.3 prove Lefranc

identificativo: **BH-PE-22**

anno di perforazione: 2020
ubicazione approssimativa: km 10+525
quota bocca foro: 29.73 m s.l.m.
profondità: 45 m
soggiacenza misurata durante le prove: 0.20 m da pc

identificativo: **BH-PE-24**

anno di perforazione: 2020
ubicazione approssimativa: km 11+600
quota bocca foro: 28.03 m s.l.m.
profondità: 12 m

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)

Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2RHGE0000001C

Foglio

74 di 104

soggiacenza misurata durante le prove: 2.30 m da pc

identificativo: **BH-PE-25**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 11+700

quota bocca foro: 28.07 m s.l.m.

profondità: 12 m

soggiacenza misurata durante le prove: 1.70 m da pc

identificativo: **BH-PE-25 bis**

anno di perforazione: 2021

ubicazione approssimativa: km 11+700

quota bocca foro: 28.07 m s.l.m.

profondità: 50 m

soggiacenza misurata durante le prove: 10.00 m da pc

identificativo: **BH-PE-27**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 12+300

quota bocca foro: 26.49 m s.l.m.

profondità: 50 m

soggiacenza misurata durante le prove: 2.50 m da pc

eseguite n.3 prove Lefranc

identificativo: **BH-PE-29**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 13+300

quota bocca foro: 25.89 m s.l.m.

profondità: 45 m

soggiacenza misurata durante le prove: 1.50 m da pc

identificativo: **BH-PE-30**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 13+740

quota bocca foro: 25.75 m s.l.m.

profondità: 30 m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 75 di 104

soggiacenza misurata durante le prove: 1.70 m da pc

identificativo: **BH-PE-32**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 14+700

quota bocca foro: 24.89 m s.l.m.

profondità: 45 m

soggiacenza misurata durante le prove: 3.70 m da pc

identificativo: **BH-PE-32 bis**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 14+700

quota bocca foro: 24.89 m s.l.m.

profondità: 7 m

soggiacenza misurata durante le prove: nd

identificativo: **BH-PE-33**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 15+860

quota bocca foro: 23.15 m s.l.m.

profondità: 8 m

soggiacenza misurata durante le prove: 4.00 m da pc

identificativo: **BH-PE-34**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 16+490

quota bocca foro: 22.58 m s.l.m.

profondità: 45 m

soggiacenza misurata durante le prove: 1.30 m da pc

identificativo: **SP24BIS**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: km 16+500

quota piano campagna: 23.00 m s.l.m.

profondità: 35 m

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)

Progetto

IN17

Lotto

10

Codifica

EI2RHGE0000001C

Foglio

76 di 104

identificativo: **BH-PE-36**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 16+760

quota bocca foro: 21.74 m s.l.m.

profondità: 30 m

soggiacenza misurata durante le prove: 0.60 m da pc

identificativo: **SP24TER**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: km 16+850

quota piano campagna: 21.67 m s.l.m.

profondità: 35 m

identificativo: **BH-PE-37**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 18+400

quota bocca foro: 22.14 m s.l.m.

profondità: 12 m

soggiacenza misurata durante le prove: 1.35 m da pc

identificativo: **BH-PE-38 bis**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 14+700

quota bocca foro: 22.06 m s.l.m.

profondità: 5 m

soggiacenza misurata durante le prove: nd

identificativo: **BH5V**

anno di perforazione: 2015

ubicazione approssimativa: km 18+720

quota piano campagna: 22.038 m s.l.m.

profondità: 25 m

identificativo: **BH-PE-39**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 20+000

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 77 di 104

quota bocca foro: 21.50 m s.l.m.
profondità: 15 m
soggiacenza misurata durante le prove: 2.40 m da pc

Sondaggi a carotaggio continuo attrezzati con piezometro a tubo aperto o Casagrande

identificativo: **XA203P010**

anno di perforazione: 2002

ubicazione approssimativa: km 11+450

quota bocca foro: 29.5 m s.l.m.

profondità: 50 m

tratto filtrante: tra 6 e 47 m da bf

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 2.5 m da b.f. (2002)

massima quota piezometrica rilevata: 27.0 m s.l.m.

prova Lefranc 1: eseguita tra 7.0 e 8.0 m da pc

litologia del tratto di prova: ghiaia eterometrica poligenica

coefficiente di permeabilità calcolato: $1.27 \cdot 10^{-5}$ m/s

prova Lefranc 2: eseguita tra 19.0 e 20.0 m da pc

litologia del tratto di prova: sabbia medio fine debolmente limosa

coefficiente di permeabilità calcolato: $2.49 \cdot 10^{-6}$ m/s

identificativo: **BH-PZ-PE-26**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 11+820

identificativo: **BH-PZ-PE-28**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 13+150

quota bocca foro: nd

profondità: 45 m

tratto filtrante: tra 3 e 12 m da bf

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 1.20 m da bf (2020)

identificativo: **BH-PZ-PE-31**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 14+650

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 78 di 104

quota bocca foro: 24.53
profondità: 45 m
tratto filtrante: tra 3 e 15 m da bf
minima soggiacenza rilevata (data della misura): 14.0 da bf (2020)

identificativo: **XA203C011**
anno di perforazione: 2002
ubicazione approssimativa: km 15+150
quota bocca foro: 24.3 m s.l.m.
profondità: 40 m
tratto filtrante: tra 6 e 40 m da bf
minima soggiacenza rilevata (data della misura): 1.48 m da bf (2002)
massima quota piezometrica rilevata: 22.82 m s.l.m.
prova Lefranc 1: eseguita tra 9.20 e 10.20 m da pc
litologia del tratto di prova: ghiaia eterometrica poligenica
coefficiente di permeabilità calcolato: $1.36 \cdot 10^{-5}$ m/s

identificativo: **SPA16**
anno di perforazione: 2015
ubicazione approssimativa: km 10+550
quota piano campagna: 29.844 m s.l.m.
profondità: 50 m
tratto filtrante: tra 6 e 20 m da bf
minima soggiacenza rilevata (data della misura): 1.80 m da pc (29.10.2020)
massima quota piezometrica: 27.98 m s.l.m.

identificativo: **SPAA19**
anno di perforazione: 2014
ubicazione approssimativa: km 11+712
quota piano campagna: 28.082 m s.l.m.
profondità: 50 m
tratto filtrante piezometro superficiale: tra 3 e 15 m da bf
tratto filtrante piezometro profondo: tra 20 e 50 m da bf
minima soggiacenza rilevata nel piezometro superficiale (data della misura): 1.05 m da pc (17.12.2014)
massima quota piezometrica rilevata nel piezometro superficiale: 27.03 m s.l.m.
minima soggiacenza rilevata nel piezometro profondo (data della misura): 1.10 m da pc (17.12.2014)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 79 di 104

massima quota piezometrica rilevata nel piezometro superficiale: 26.98 m s.l.m.

identificativo: **SPA20**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: km 12+031

quota piano campagna: 28.674 m s.l.m.

profondità: 20 m

tratto filtrante: tra 8 e 20 m da bf

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 1.80 m da pc (13.11.2014)

massima quota piezometrica: 26.87 m s.l.m.

identificativo: **SPA20bis**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: 12+320

quota piano campagna: 26.44 m s.l.m.

profondità: 30 m

tratto filtrante: tra 3 e 20 m da pc

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 0.25 m da pc (17.12.2014)

massima quota piezometrica rilevata: 26.19 m s.l.m.

prova Lefranc 1: eseguita tra 6.0 e 6.5 m da pc

litologia del tratto di prova: ghiaia eterometrica sabbiosa

coefficiente di permeabilità calcolato: n.d.

identificativo: **SPA21**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: km 12+500

quota piano campagna: 26.354 m s.l.m.

profondità: 35 m

tratto filtrante: tra 8 e 20 m da pc

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 0.30 m da pc (17.12.2014)

massima quota piezometrica rilevata: 26.05 m s.l.m.

identificativo: **SPA23**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: km 14+870

quota piano campagna: 24.142 m s.l.m.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 80 di 104

quota bocca foro: 24.472 m s.l.m.
profondità: 20 m
tratto filtrante: tra 6 e 20 m da pc
minima soggiacenza rilevata (data della misura): 1.13 m da pc (17.12.2014)
massima quota piezometrica rilevata: 23.01 m s.l.m.

identificativo: **SPA24**
anno di perforazione: 2015
ubicazione approssimativa: km 16+195
quota piano campagna: 23.377 m s.l.m.
profondità: 20 m
tratto filtrante: tra 6 e 20 m da pc
minima soggiacenza rilevata (data della misura): 0.95 m da pc (05.03.2016)
massima quota piezometrica: 22.36 m s.l.m.

identificativo: **BH1V**
anno di perforazione: 2015
ubicazione approssimativa: km 16+205
quota piano campagna: 22.465 m s.l.m.
profondità: 30 m
tratto filtrante: tra n.d. e 30 m da pc
minima soggiacenza rilevata (data della misura): 0.90 m da pc (05.03.2016)
massima quota piezometrica: 21.57 m s.l.m.

identificativo: **BH2V**
anno di perforazione: 2015
ubicazione approssimativa: km 16+500
quota piano campagna: 22.25 m s.l.m.
profondità: 30 m
tratto di posa della cella Casagrande: tra 28 e 30 m da p.c.
minima soggiacenza rilevata (data della misura): 1.16 m da pc (05.03.2016)
massima quota piezometrica: 21.09 m s.l.m.

identificativo: **BH-PZ-PE-35**
anno di perforazione: 2020
ubicazione approssimativa: km 16+520

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 81 di 104

quota bocca foro: 22.60
profondità: 45 m
tratto filtrante: tra 2 e 15 m da bf
minima soggiacenza rilevata (data della misura): 2.50 da bf (2020)

identificativo: **SPA25**
anno di perforazione: 2014
ubicazione approssimativa: piezometro fuori asse di 265 m all'altezza del km 17+400
quota piano campagna: 21.759 m s.l.m.
quota bocca foro: 21.873 m s.l.m.
profondità: 20 m
tratto filtrante: tra 3 e 20 m da pc
minima soggiacenza rilevata (data della misura): 0.30 m da pc (17.12.2014)
massima quota piezometrica rilevata: 21.46 m s.l.m.

identificativo: **BH4V**
anno di perforazione: 2015
ubicazione approssimativa: km 17+650
quota piano campagna: 21.586 m s.l.m.
profondità: 25 m
tratto di posa della cella Casagrande: tra 22.5 e 25 m da p.c.
minima soggiacenza rilevata (data della misura): 0.82 m da pc (05.03.2016)
massima quota piezometrica: 20.77 m s.l.m.

identificativo: **SPA27**
anno di perforazione: 2014
ubicazione approssimativa: piezometro fuori asse di 430 m all'altezza del km 17+800
quota piano campagna: 21.96 m s.l.m.
profondità: 20 m
tratto filtrante: tra 6 e 20 m da pc
minima soggiacenza rilevata (data della misura): 0.56 m da pc (17.12.2014)
massima quota piezometrica rilevata: 21.40 m s.l.m.

identificativo: **SPC28**
anno di perforazione: 2014

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 82 di 104

ubicazione approssimativa: piezometro fuori asse di 440 m all'altezza del km 18+000

quota piano campagna: 21.752 m s.l.m.

profondità: 25 m

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 0.20 m da pc (rilevato il 12.11.2014 in fase di perforazione)

massima quota piezometrica rilevata: 21.55 m s.l.m.

identificativo: **BH-PZ-PE-38**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 18+850

quota bocca foro: 22.06

profondità: 50 m

tratto filtrante: tra 0 e 15 m da bf

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 0.8 da bf (2020)

Sondaggio a distruzione di nucleo per installazione di Piezometro a Tubo Aperto

identificativo: **SDA18**

anno di perforazione: 2015

ubicazione approssimativa: km 11+474

quota piano campagna: 29.803 m s.l.m.

profondità: 20 m

tratto filtrante: tra 6 e 18 m da p.c.

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 2.48 m da pc (05.03.2016)

massima quota piezometrica: 27.25 m s.l.m.

6.2.2 CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E IDROGRAFICHE

Nel tratto in esame, l'opera ha una lunghezza di circa 10 km e interessa i territori comunali di Zevio, Caldiero, Belfiore e S. Bonifacio (Figura 28).

La morfologia della tratta interessata dall'opera è sub-pianeggiante, leggermente degradante verso Sud, con pendenza media dello 0.08%; nella tratta di interesse le quote altimetriche sono all'incirca variabili tra 30 e 22 m s.l.m..

Nel territorio interessato e circostante la tratta in oggetto si possono identificare le seguenti unità geomorfologiche (Figura 29):

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE000001C	Foglio 83 di 104

Forme di denudazione

- (a) terrazzo morfologico della conoide antica atesina – (FgW) Diluvium recente;
- (b) bordo di scarpata di erosione glaciale/postglaciale - scarpata di delimitazione tra il terrazzo della conoide antica e il terrazzo del Diluvium tardivo (FgWt) e delle alluvioni antiche e attuali del Fiume Adige
- (g) rilievi collinari prealpini modellati su intrusioni ed effusioni paleo vulcaniche terziarie (Colli Berici, Colli Euganei, Lessini Orientali);
- (f) rilievi e altipiani prealpini della piattaforma strutturale carbonatica mesozoica modellati su rocce resistenti a prevalente morfologia glaciale e carsica (Lessini).

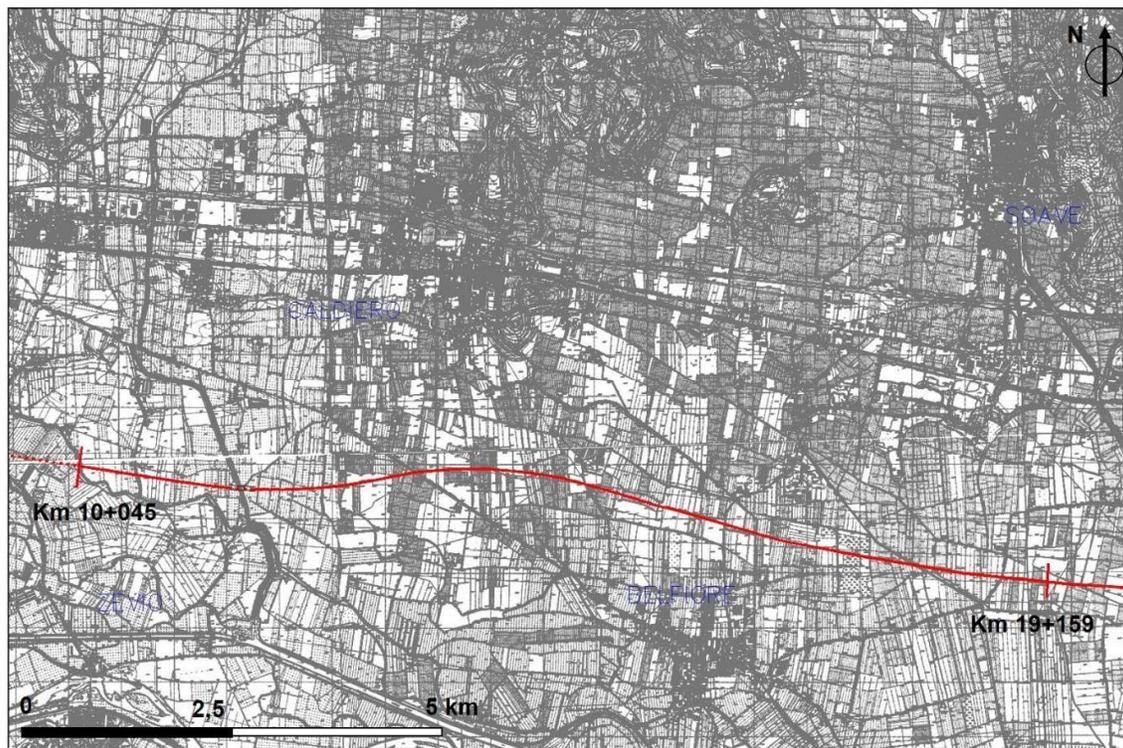


Figura 28 - Inquadramento territoriale del tratto 2 (km 10+045 – 19+159).

Forme di accumulo

- (c) unità di depositi mobili dell'alveo fluviale dell'Adige (terrazzo delle alluvioni antiche e attuali del F. Adige);
 - (d) unità del Diluvium tardivo (FgWt) - fascia fluviale depressa e zone a deflusso difficoltoso;
 - (e) unità dei depositi fluviali della pianura alluvionale dei Torrenti minori;
- Il tracciato si sviluppa quasi esclusivamente al di sopra del terrazzo morfologico del Diluvium tardivo (FgWt).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE000001C	Foglio 84 di 104

Il reticolo idrografico principale intersecato dal tracciato è rappresentato dal T. D'Illesi-Prognolo, dove è prevista la realizzazione di un ponte tra le progressive 11+502 e 11+715.

Ulteriori corsi d'acqua interferenti con il tracciato, che saranno attraversati con ponti, sono rappresentati dal Canale Dugale (progressiva Km 12+314) e dal ramo del Deviatore Dugale (Km 16+500).

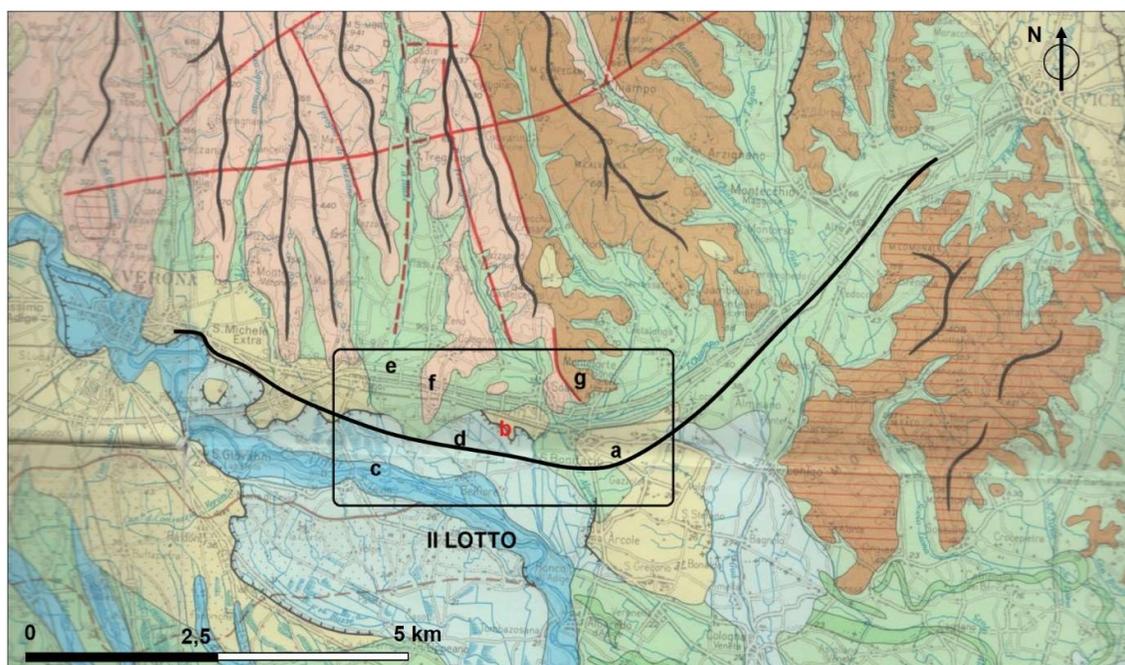


Figura 29 - Carta delle Unità Geomorfologiche (Da Regione Veneto) con sovrapposizione del tracciato. Per le sigle (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g) si veda il testo.

Dalla carta geomorfologica di dettaglio 1:25.000 (Figura 30) si osserva che in corrispondenza di Vago, Caldierino e Rota di Caldiero il dominio geomorfologico di appartenenza è quello delle conoidi dei torrenti lessinei caratterizzati dalla presenza dell'orlo di terrazzo alto più di 3 m fra la conoide e la piana di divagazione dell'Adige. Ordini di terrazzi minori occupano la piana poco più a sud caratterizzata da sedimenti fini prevalentemente limosi.

Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica
EI2RHGE000001C

Foglio
85 di 104

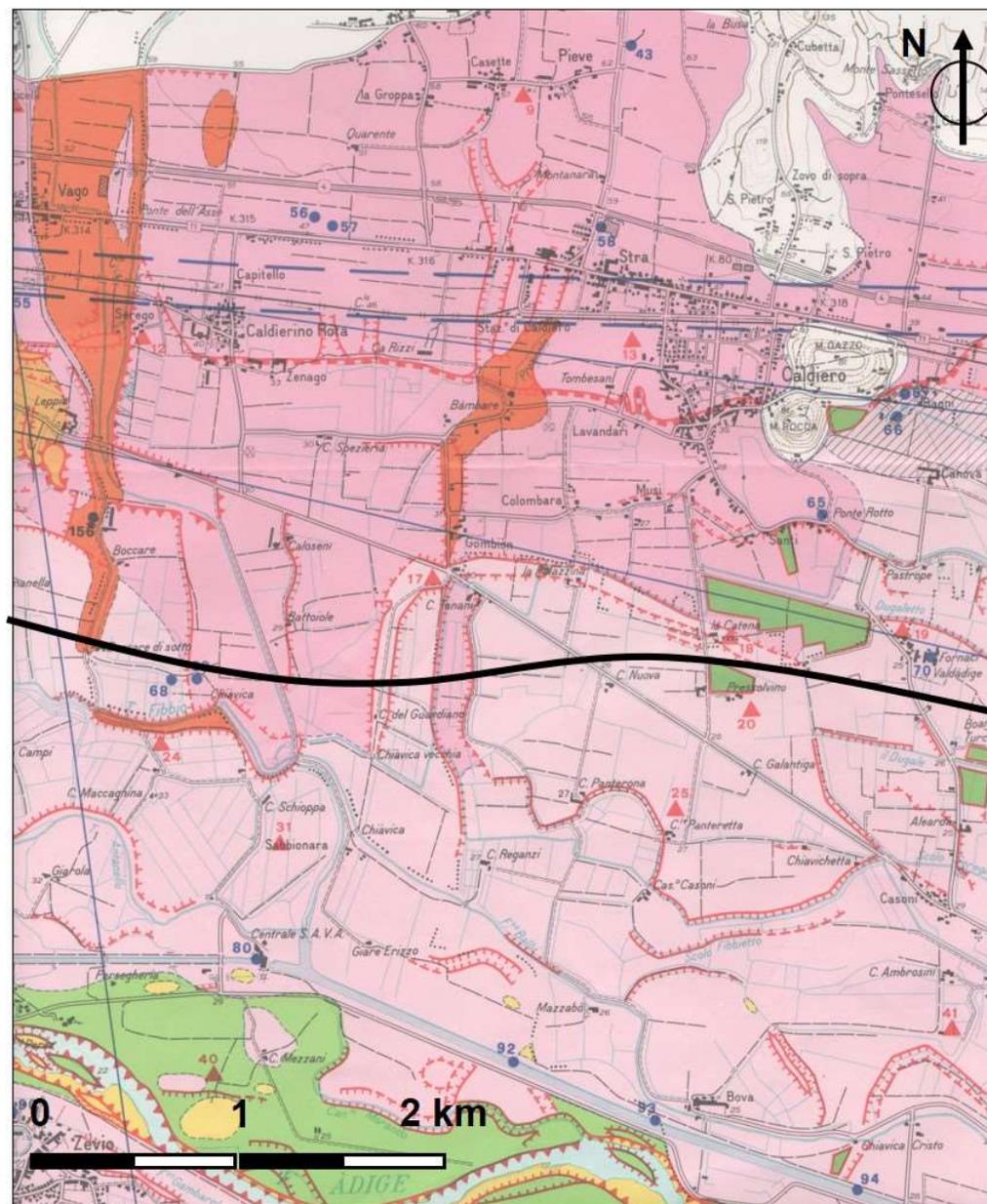


Figura 30 - Geomorfologia dell'area compresa nel II tratto (Da L. Sorbini & Altri, 1984)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RHGE000001C</p>	<p>Foglio 86 di 104</p>

6.2.3 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E LITOLOGICHE

Il tratto interessato dal tratto 2 si sviluppa esclusivamente al di sopra dei terreni fluvioglaciali appartenenti all'unità del Diluvium tardivo wurmiano (indicato con la sigla FgWt nelle tavole geologiche), riconducibili ai terrazzi morfologici dell'Adige e dei T. Fibbio e d'Illasi, altimetricamente ribassati di circa 10 m, rispetto al terrazzo del Diluvium recente (FgW).

Sotto l'aspetto litologico sono costituiti prevalentemente da sabbie e ghiaie debolmente limose, con spessori complessivi che possono superare il centinaio di metri. Il complesso ghiaioso sabbioso e sabbioso è localmente intercalato da livelli limoso-argillosi contraddistinti da modesto spessore ed estensione areale.

Questa unità è quella affiorante lungo tutto il tratto interessato dall'opera e nel sottosuolo fino a profondità superiori a quelle massime investigate dai sondaggi appositamente realizzati.

Come evidenziato dalle sezioni geologiche (elaborati IN1710EI2P5GE0000014C-, IN1710EI2P5GE0000015C), lungo tutta il tratto 2 le caratteristiche litologiche del sottosuolo sono contraddistinte da una prima coltre superficiale, dello spessore medio di circa 5 m, costituita da sedimenti limoso argillosi.

Ciò è ben illustrato nella carta geomorfologica di L. Sorbini & Alti che riporta anche elementi di litologia superficiale.

Si osserva infatti che le alluvioni dei torrenti lessinei depositate sul conoide dell'Adige, allo sbocco delle valli, sono in questo settore prevalentemente limose, mentre nelle valli dell'Illasi e Prognolo i depositi sono per lo più ghiaiosi.

I materiali fini superficiali sovrastano un livello continuo di alluvioni grossolane a litologia ghiaioso-sabbiosa avente spessore variabile tra 5 e 15.

Al di sotto di questa litozona prevalgono, fino alla massima profondità indagata con i sondaggi, sedimenti a granulometria prevalentemente sabbiosa (sabbie da grossolane a fini talora ghiaiose in matrice da debolmente limosa a limosa).

Nell'ambito di quest'ultima litozona si rinvengono, a differenti profondità, lenti limoso-argillose, che generalmente presentano spessori medi di 1-2 m e modesta estensione areale.

6.2.4 ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ E DEI RISCHI GELOGICI E GEOMORFOLOGICI

Lungo il percorso del tratto compreso tra le progressive 10+045 e 19+159 il terreno si presenta totalmente pianeggiante ed il tracciato rientra per intero nell'area di piana alluvionale. In queste condizioni morfologiche non sussistono i presupposti per lo sviluppo di pericolosità geologiche e geomorfologiche.

L'analisi interferometrica disponibile per i Permanent scatterer non evidenzia deformazioni del suolo o fenomeni di subsidenza.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 87 di 104

In relazione a quanto sopra detto si verifica che non esistono mappe di pericolosità geologica elaborate dall'Autorità di Bacino del Fiume Adige – Distretto Idrografico delle Alpi Orientali per la tratta di interesse, non sussistendo le condizioni di pericolosità per lo sviluppo di fenomeni franosi.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RHGE0000001C</p>	<p>Foglio 88 di 104</p>

6.3 TRATTO TRA pk 19+159 E pk 21+990

6.3.1 INDAGINI E PROVE ESEGUITE

Il tratto 3 comprende la tratta compresa tra le progressive 19+159 e 32+460.

Nel corso della progettazione, a seguito della cosiddetta variante S. Bonifacio (tra le progressive 12+600 e 28+877) buona parte del tracciato del terzo tratto è stato modificato, soprattutto nel tratto all'incirca fino alla progressiva 28+877.

Pertanto, si dispone sia delle indagini eseguite lungo l'originario tracciato che attraversava l'abitato di San Bonifacio, sia di quelle effettuate lungo il nuovo tracciato che scorre a Sud dell'abitato.

Un insieme significativo per i fini del presente inquadramento delle indagini effettuate lungo il tracciato o nelle immediate vicinanze è il seguente:

- BH8V, BH-PZ-PE-40, BH10V, BH12V, BH15V: sondaggi a carotaggio continuo (SP) con installazione di piezometro Casagrande (C), piezometro a Tubo Aperto (A), piezometro a doppio tubo aperto (AA) eseguiti nel 2014-2015 e nel 2020;
- BH7V, BH9V, BH11V, BH-PE-42, BH13V, BH-PE-43: sondaggi a carotaggio continuo, eseguiti nel 2015 e nel 2020;
- BH14V: sondaggi a carotaggio continuo attrezzati per esecuzione di prove cross-hole, eseguiti nel 2014;
- BH-DH-PE-41: sondaggio a carotaggio continuo attrezzato con tubo cieco per prove Down Hole, eseguito nel 2020

Mentre quelle effettuate lungo la prima ipotesi di tracciato sono le seguenti:

- SPAA29, SPAA31: sondaggi a carotaggio continuo (SP) con installazione di piezometro a Tubo Aperto (A), piezometro a doppio tubo aperto (AA) eseguiti nel 2014;
- CH7: sondaggio a distruzione di nucleo per esecuzione di prove cross-hole, eseguito nel 2014;
- XA203PO12: sondaggio geognostico a carotaggio continuo con installazione di piezometro a tubo aperto, eseguito nel 2002;
- SP28BIS, SP32: sondaggi a carotaggio continuo attrezzati per esecuzione di prove cross-hole, eseguiti nel 2014;
- SDA30, SDA33: sondaggio a distruzione di nucleo per installazione di Piezometro a Tubo Aperto, eseguito nel 2014.

Le principali caratteristiche costruttive dei succitati sondaggi, nonché le misure e le indagini in sito eseguite in loro corrispondenza sono di seguito descritte.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 89 di 104

Sondaggio a distruzione di nucleo attrezzato con tubo cieco per prove Cross Hole

identificativo: **CH7**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: piezometro fuori asse di 1850 m all'altezza del km 21+500

quota piano campagna: 31.9 m s.l.m.

profondità: 35 m

tubo pvc ø 3" per Cross Hole fino a 35 m da p.c.

Sondaggi a carotaggio continuo attrezzati con tubo cieco per prove Down Hole

identificativo: **BH-DH-PE-41**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: 20+620

quota piano campagna: 30.15

profondità: 50 m

soggiacenza misurata durante le prove: 9.00 m da pc

Sondaggi a distruzione di nucleo attrezzati con piezometro a tubo aperto

identificativo: **SDA30**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: piezometro fuori asse di 1300 m all'altezza del km 19+400

quota piano campagna: 27.078 m s.l.m.

quota bocca foro: 27.136 m s.l.m.

profondità: 20 m

tratto filtrante: tra 6 e 18 m da b.f.

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 3.56 m da p.c. (17.12.2014)

massima quota piezometrica rilevata: 23.52 m s.l.m.

identificativo: **SDA33**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: piezometro fuori asse di 1850 m all'altezza del km 21+500

quota piano campagna: 30.597 m s.l.m.

profondità: 20 m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 90 di 104

tratto filtrante: tra 8 e 18 m da b.f.

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 3.21 m da p.c. (17.12.2014)

massima quota piezometrica rilevata: 27.39 m s.l.m.

Sondaggio a carotaggio continuo attrezzato con tubo cieco per prove Cross Hole

identificativo: **SP28BIS**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: piezometro fuori asse di 1300 m all'altezza del km 19+400

quota bocca foro: 27.05 m s.l.m.

profondità: 50 m

identificativo: **BH14V**

anno di perforazione: 2015

ubicazione approssimativa: km 21+430

quota piano campagna: 25.963 m s.l.m.

profondità: 50 m

tubo pvc ø 3" per Cross Hole fino a 50 m da p.c.

identificativo: **SP32**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: piezometro fuori asse di 1850 m all'altezza del km 21+600

quota bocca foro: 30.67 m s.l.m.

profondità: 20 m

Sondaggi a carotaggio continuo

identificativo: **BH7V**

anno di perforazione: 2015

ubicazione approssimativa: km 19+390

quota piano campagna: 21.244 m s.l.m.

profondità: 30 m

identificativo: **BH9V**

anno di perforazione: 2015

ubicazione approssimativa: km 20+150

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE000001C	Foglio 91 di 104

quota piano campagna: 21.936 m s.l.m.

profondità: 50 m

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 1.80 m da p.c. (in fase di perforazione il 10.03.2015)

massima quota piezometrica rilevata: 20.14 m s.l.m.

identificativo: **BH11V**

anno di perforazione: 2015

ubicazione approssimativa: km 20+680

quota piano campagna: 27.069 m s.l.m.

profondità: 50 m

identificativo: **BH-PE-42**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 21+110

quota bocca foro: 24.64 m s.l.m.

profondità: 50 m

soggiacenza misurata durante le prove: 2.90 m da pc

identificativo: **BH13V**

anno di perforazione: 2015

ubicazione approssimativa: km 21+260

quota piano campagna: 26.121 m s.l.m.

profondità: 50 m

identificativo: **BH-PE-43**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 21+600

quota bocca foro: 26.35 m s.l.m.

profondità: 50 m

soggiacenza misurata durante le prove: 3.20 m da pc

Sondaggi a carotaggio continuo attrezzati con piezometro a tubo aperto o Casagrande

identificativo: **SPAA29**

anno di perforazione: 2014

ubicazione approssimativa: piezometro fuori asse di 890 m all'altezza del km 19+000

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 92 di 104

quota piano campagna: 22.727 m s.l.m.
quota bocca foro: 22.797 m s.l.m.
profondità sondaggio: 50 m
tratto filtrante piezometro superficiale: tra 6 e 24 m da bf
tratto filtrante piezometro profondo: tra 27 e 47 m da bf
minima soggiacenza rilevata nel piezometro superficiale (data della misura): 1.12 m da pc (17.12.2014)
massima quota piezometrica rilevata nel piezometro superficiale: 21.61 m s.l.m.
minima soggiacenza rilevata nel piezometro profondo (data della misura): 1.15 m da pc (17.12.2014)
massima quota piezometrica rilevata nel piezometro superficiale: 21.58 m s.l.m.

identificativo: **XA203P012**

anno di perforazione: 2002
ubicazione approssimativa: piezometro fuori asse di 1330 m all'altezza del km 19+700
quota bocca foro: 25.1 m s.l.m.
profondità: 50 m
tratto filtrante: tra 6 e 50 m da b.f.
minima soggiacenza rilevata (data della misura): 2.25 da p.c. (2002)
massima quota piezometrica rilevata: 22.85 m s.l.m.
prova Lefranc 1: eseguita tra 9.0 e 10.0 m da p.c.
litologia del tratto di prova: sabbia da fine a grossa
coefficiente di permeabilità calcolato: n.d.

identificativo: **BH8V**

anno di perforazione: 2015
ubicazione approssimativa: km 19+865
quota piano campagna: 21.652 m s.l.m.
profondità sondaggio: 50 m
tratto filtrante: tra 32.0 e 50.0 m da p.c.
minima soggiacenza rilevata nel piezometro (data della misura): 1.17 m da p.c. (07.04.2015)
massima quota piezometrica rilevata nel piezometro: 20.48 m s.l.m.

identificativo: **SPAA31**

anno di perforazione: 2014
ubicazione approssimativa: piezometro fuori asse di 1520 m all'altezza del km 19+900
quota piano campagna: 28.339 m s.l.m.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 93 di 104

quota bocca foro: 28.428 m s.l.m.

profondità: 50 m

tratto filtrante piezometro superficiale: tra 12 e 27 m da bf

tratto filtrante piezometro profondo: tra 32 e 50 m da bf

minima soggiacenza rilevata nel piezometro superficiale (data della misura): 2.2 m da pc (27.03.2015)

massima quota piezometrica rilevata nel piezometro superficiale: 26.14 m s.l.m.

minima soggiacenza rilevata nel piezometro profondo (data della misura): 5.96 m da pc (17.12.2014)

massima quota piezometrica rilevata nel piezometro profondo: 22.38 m s.l.m.

identificativo: **BH-PZ-PE-40**

anno di perforazione: 2020

ubicazione approssimativa: km 20+400

quota bocca foro: 23.00

profondità: 50 m

tratto filtrante: tra 9 e 18 m da bf

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 2.45 da bf (2020)

identificativo: **BH10V**

anno di perforazione: 2015

ubicazione approssimativa: km 20+570

quota piano campagna: 26.498 m s.l.m.

profondità sondaggio: 50 m

tratto di posa della cella Casagrande: tra 48.0 e 50.0 m da p.c.

minima soggiacenza rilevata nel piezometro (data della misura): 6.0 m da pc (28.03.2015)

massima quota piezometrica rilevata nel piezometro: 20.50 m s.l.m.

identificativo: **BH12V**

anno di perforazione: 2015

ubicazione approssimativa: km 20+940

quota piano campagna: 25.203 m s.l.m.

profondità: 50 m

tratto filtrante: tra 11 e 50 m da pc

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 4.70 m da p.c. (28.03.2015)

massima quota piezometrica: 20.50 m s.l.m.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE000001C	Foglio 94 di 104

identificativo: **BH15V**

anno di perforazione: 2015

ubicazione approssimativa: km 21+860

quota piano campagna: 26.296 m s.l.m.

profondità: 50 m

tratto di posa della cella Casagrande: tra 22 e 24.5 m da p.c.

minima soggiacenza rilevata (data della misura): 5.74 m da p.c. (07.04.2015)

massima quota piezometrica: 20.56 m s.l.m.

6.3.2 CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E IDROGRAFICHE

Nel tratto in esame, l'opera ha una lunghezza di poco inferiore a 3 km e interessa il territorio comunale di S. Bonifacio (Figura 31).

La morfologia della tratta in oggetto è contraddistinta dalla larga valle che separa i rilievi del margine prealpino lessineo a Nord da quelli del Colli Berici a Sud-Est; le quote altimetriche topografiche variano infatti da circa 21 m s.l.m. a valori di circa 45 m s.l.m. con pendenza media verso Sud-Est dello 0.15% circa.

Nel territorio interessato e circostante la tratta in oggetto si individuano i seguenti principali elementi geomorfologiche (Figura 32).

Forme di denudazione

(a) terrazzo morfologico della conoide antica atesina – (FgW) Diluvium recente;

(b) bordo di scarpata di erosione glaciale/postglaciale - scarpata di delimitazione tra il terrazzo della conoide wurmiana (FgW) e il terrazzo del Diluvium tardivo (FgWt) e delle alluvioni antiche e attuali del Fiume Adige

(g-m) rilievi collinari prealpini modellati su intrusioni ed effusioni paleo vulcaniche terziarie (Colli Berici, Colli Euganei, Lessini Orientali);

(f) rilievi e altopiani prealpini della piattaforma strutturale carbonatica mesozoica modellati su rocce resistenti a prevalente morfologia glaciale e carsica (Lessini).

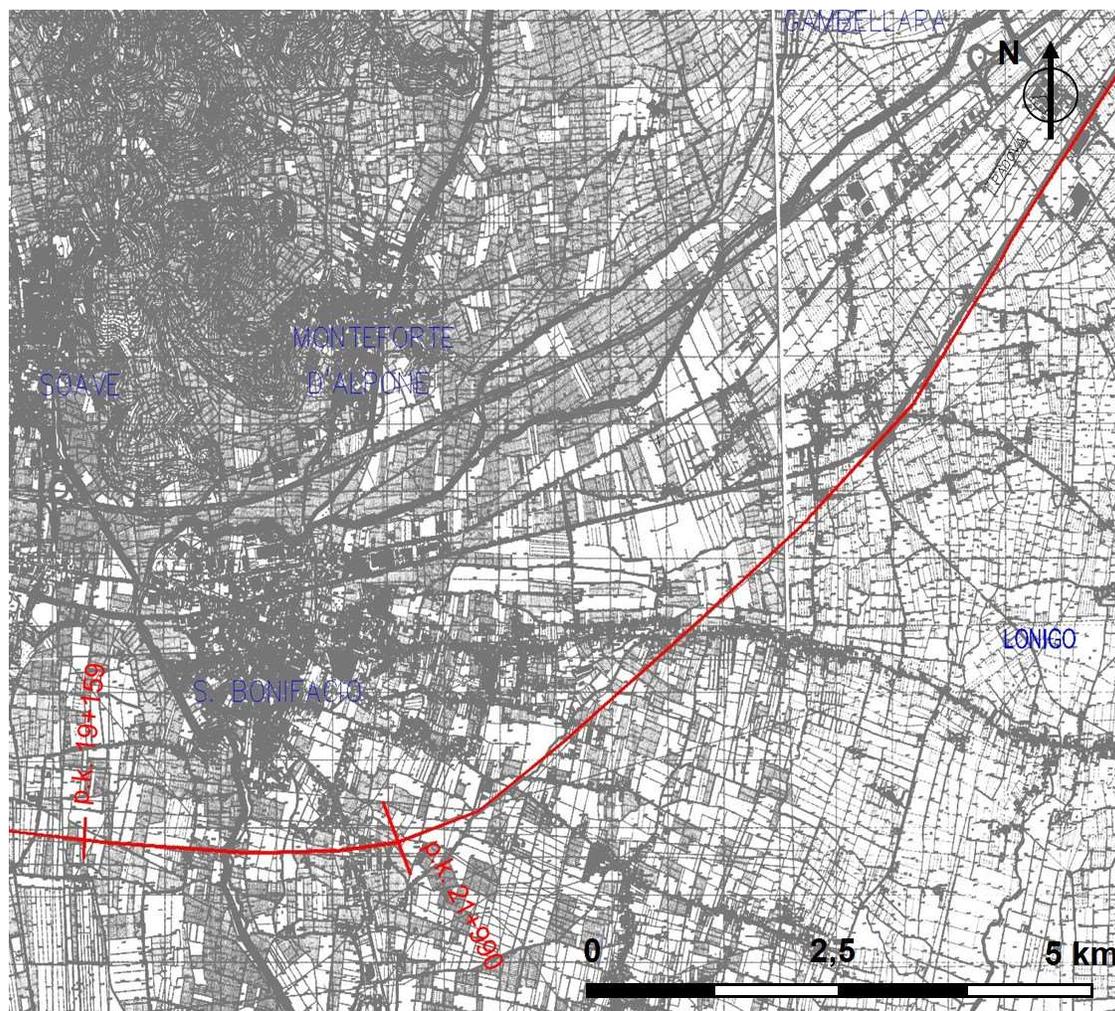


Figura 31 - Inquadramento territoriale del tratto 3 ed evidenza della tratta di interesse.

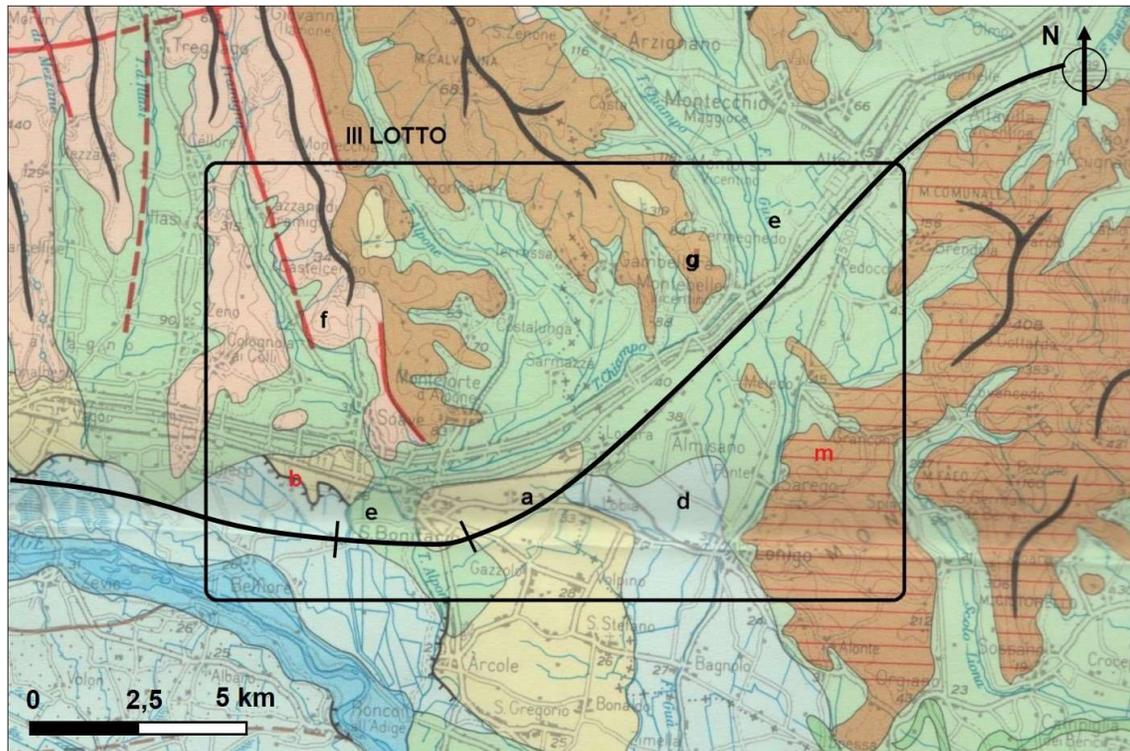


Figura 32 - Carta delle Unità Geomorfolologiche (Da Regione Veneto) con sovrapposizione del tracciato. Per le sigle (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g) si veda il testo.

Forme di accumulo

(d) unità del Diluvium tardivo (FgWt);

(e) unità dei depositi fluviali della pianura alluvionale dei Torrenti minori (Sistema Alpone, Chiampo e Agno-Guà);

In questo settore il tracciato si sviluppa entro il bacino idrografico del sistema Alpone-Chiampo. L'attraversamento del T. Alpone avviene a Sud di S. Bonifacio mediante un viadotto, dalla progressiva 19+919 fino alla 22+166. Lo scavalco dell'alveo avviene al di sotto di una campata metallica e pertanto non sono previste pile in alveo che possano modificare il deflusso idrico garantendo gli standard di sicurezza richiesti nei riguardi degli eventi di piena di progetto. L'opera attraversa poi il F. Agno-Guà e il Rio Acquetta con un viadotto alla progressiva 32+829, al di fuori del tratto in esame.

6.3.3 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E LITOLOGICHE

Una ricostruzione della litologia superficiale del territorio in esame è illustrata nel P.A.T. del Comune di S. Bonifacio (Figura 33) e di seguito riportata.

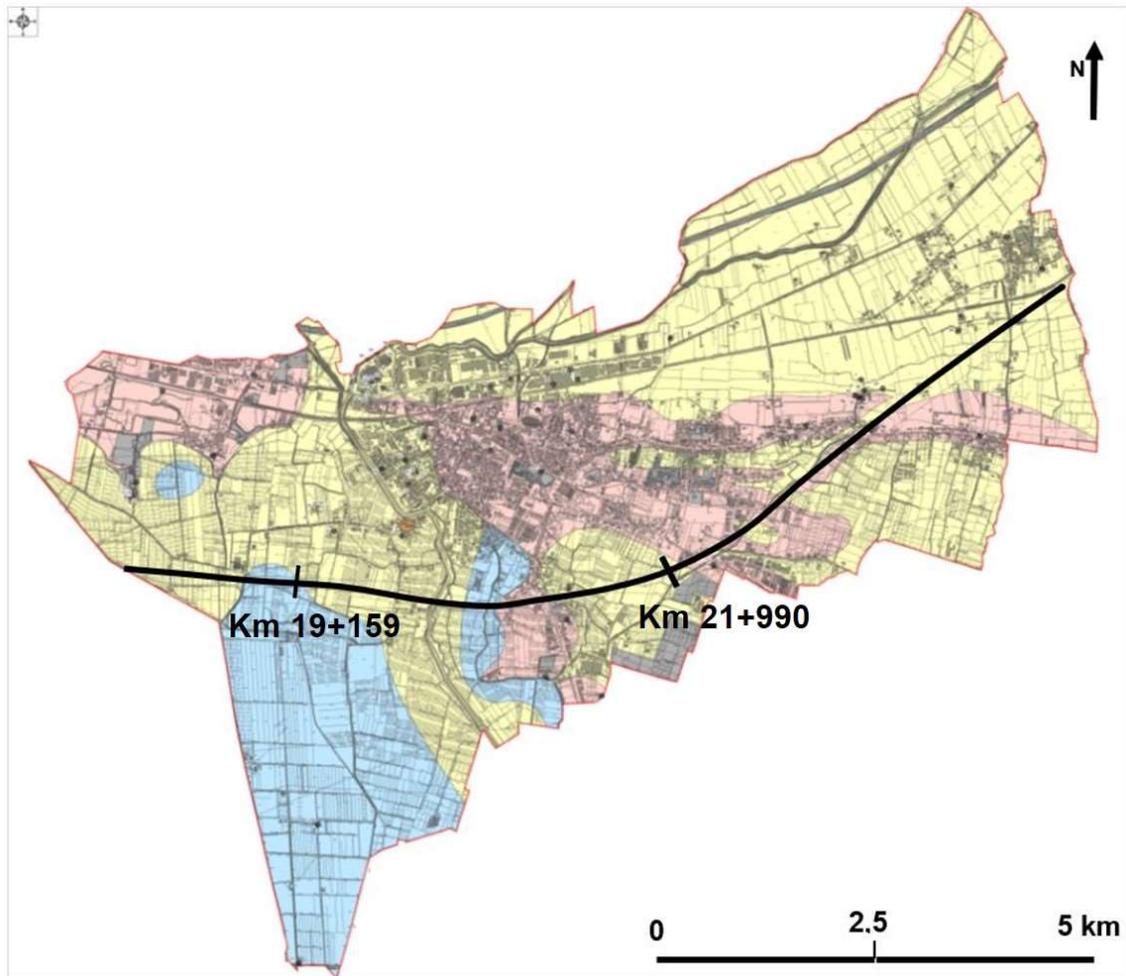
GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 97 di 104

Si osservano in affioramento depositi sciolti di origine alluvionale fluvioglaciale e solo localmente, in corrispondenza della località La Motta, depositi rocciosi vulcanici (ialoclastiti basaltiche).

Allo sbocco vallivo affiorano limi sabbiosi talora ghiaiosi con elementi del substrato roccioso, in una matrice abbondante di limo.

Localmente e nelle vicinanze dei torrenti Alpone e Chiampo divengono significative le ghiaie legate a corpi sedimentari prodotti da eventi di rotta fluviale o corpi arginali naturali relitti. In altre situazioni come tra Locara e la zona di San Bonifacio Nord si registra la presenza di argille disposte anche su notevoli spessori.

Procedendo verso sud i paleoalvei che segnano l'antico conoide atesino sono testimoniati dall'abbondante presenza di limi di origine atesina. Tali paleoalvei sono impostati con strutture erosive sui sottostanti depositi della conoide atesina a granulometria grossolana, ghiaie e sabbie. I depositi atesini sono caratterizzati da una tessitura e composizione petrografia e mineralogica dei granuli rocciosi, caratteristica del bacino dell'Adige (depositi atesini) che ben si distinguono da quelli di origine prettamente locale e lessinea. Affiorano in modo significativo tra il capoluogo, Villabella e Lioncello dove sono stati estratti da cave di inerti a cielo aperto parzialmente o totalmente ripristinate talora con bacini idrici sul fondo. In profondità i materiali della sequenza litologica presenti nell'area posta a ridosso del capoluogo sono composti da ghiaie atesine il cui spessore si assottiglia procedendo da ovest verso est, lasciando il posto a cospicue intercalazioni di limi e argille di origine lessinea con occasionali lenti di ghiaie lessinee le quali si estendono anche verso sud. Sempre in profondità ma lungo una direttrice meridiana passante per il capoluogo, le ghiaie atesine procedendo da nord verso sud si ispessiscono e presentano a vari livelli lenti di limi-argillosi di origine locale che divengono sempre più spessi, frequenti ed estesi arealmente procedendo verso sud. Anche nel settore nord i limi e le argille dei depositi alluvionali lessinei si intercalano nella porzione superficiale alle ghiaie e sabbie atesine.

**Litologia del substrato**

 Rocce tenere a prevalente attrito interno. Rocce poco permeabili per fessurazione; località "La Motta". (L-SUB-07)

Materiali alluvionali, fluvio-glaciali e riporto artificiale

 Materiali granulari fluviali e/o fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa più o meno addensati. Depositi mediamente permeabili per porosità. (L-ALL-01)

 Materiali alluvionali, fluvio-glaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa. Depositi poco permeabili per porosità. (L-ALL-05)

 Materiali di deposito palustre a tessitura fine e torbiera. Depositi poco permeabili per porosità. (L-ALL-09)

 Materiali di riporto (L-ART-01)

Figura 33 – Carta litologica in scala 1:10.000 del Comune di S. Bonifacio (P.A.T. 2013) con sovrapposizione del tracciato.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RHGE000001C</p>	<p>Foglio 99 di 104</p>

Come evidenziato nell'elaborato di dettaglio IN1710EI2P5GE0000016C, il tracciato si sviluppa al passaggio delle alluvioni fluvio-glaciali prevalentemente sabbiose del Diluvium Tardivo (fgWt) alle grossolane e fini del corso d'acqua Alpone, Chiampo e Agno-Guà (ar), interessando, per un tratto in corrispondenza dell'abitato di S. Bonifacio, anche un terrazzo relitto della conoide atesina (FgW).

La prima unità viene attraversata tra le progressive 19+159 e 19+700, la seconda tra 19+700 e 21+600 circa, mentre la terza tra le progressive 21+600 e 21+990.

Nel primo e secondo tratto, che si sviluppa al di sopra dei terreni wurmiani del Diluvium Tardivo e delle alluvioni dei torrenti lessinei, si hanno caratteristiche sostanzialmente analoghe a quelle del precedente tratto, vale a dire contraddistinte da una netta prevalenza di litologie sabbiose, con intercalati livelli di ghiaie sabbiose e corpi lenticolari limoso-argillosi di scarso spessore ed estensione areale.

Al di sopra del terrazzo del Diluvium Recente (FgW) la copertura superficiale limoso-argillosa presente nel Diluvium tardivo (FgWt), si riduce di spessore e talora viene sostituita da livelli sabbiosi e ghiaioso-sabbiosi.

La modifica nelle condizioni litologiche del sottosuolo che contraddistingue il settore occupato dalle alluvioni dei corsi d'acqua minori è connessa a una riduzione dell'energia depositiva dei corsi d'acqua che l'hanno formata, che, in base all'interpretazioni più diffuse, viene ricondotta sia alla minore portata dei corsi d'acqua che scendevano dai Lessini, sia all'azione di ostacolo operata, allo sbocco nella pianura, dalla principale conoide atesina con conseguente deposizione di sedimenti a granulometria perlopiù fine connessa alla formazione di aree di ristagno e di piccoli bacini lacustri.

6.3.4 ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ E DEI RISCHI GELOGICI E GEOMORFOLOGICI

Lungo il percorso del tratto compreso tra le progressive 19+160 e 21+990 il terreno si presenta totalmente pianeggiante. Alla progressiva 21+600 il tracciato passa dalla zona di piana alluvionale olocenica ai terreni del diluvium recente del Pleistocene ma questo passaggio, a differenza di quanto osservato nei tratti precedenti, non è marcato da una morfologia evidente, pertanto non si hanno aree di scarpata morfologica sulla quale si possono potenzialmente manifestare fenomeni di instabilità.

In queste condizioni morfologiche non sussistono i presupposti per lo sviluppo di pericolosità geologiche e geomorfologiche legate ad instabilità gravitative.

L'analisi interferometrica disponibile per i Permanent scatterer non evidenzia deformazioni del suolo o fenomeni di subsidenza di rilievo ad eccezione di un sito dove sorge un distributore di benzina in corrispondenza della progressiva 21+000 presso lo scolo Palù. Alcuni Permanent Scatterer manifestano tassi di abbassamento compresi tra 2 e 5 mm/anno (Figura 34) tuttavia è molto probabile che tale evidenza sia legata all'attività presente, alla movimentazione di materiale, all'esecuzione degli scavi e rinterri per le cisterne. Nelle aree limitrofe la subsidenza è nulla e solo

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RHGE000001C</p>	<p>Foglio 100 di 104</p>

entrando nel territorio urbanizzato di San Bonifacio si rilevano locali situazioni di abbassamento del suolo, sempre con tassi molto contenuti.

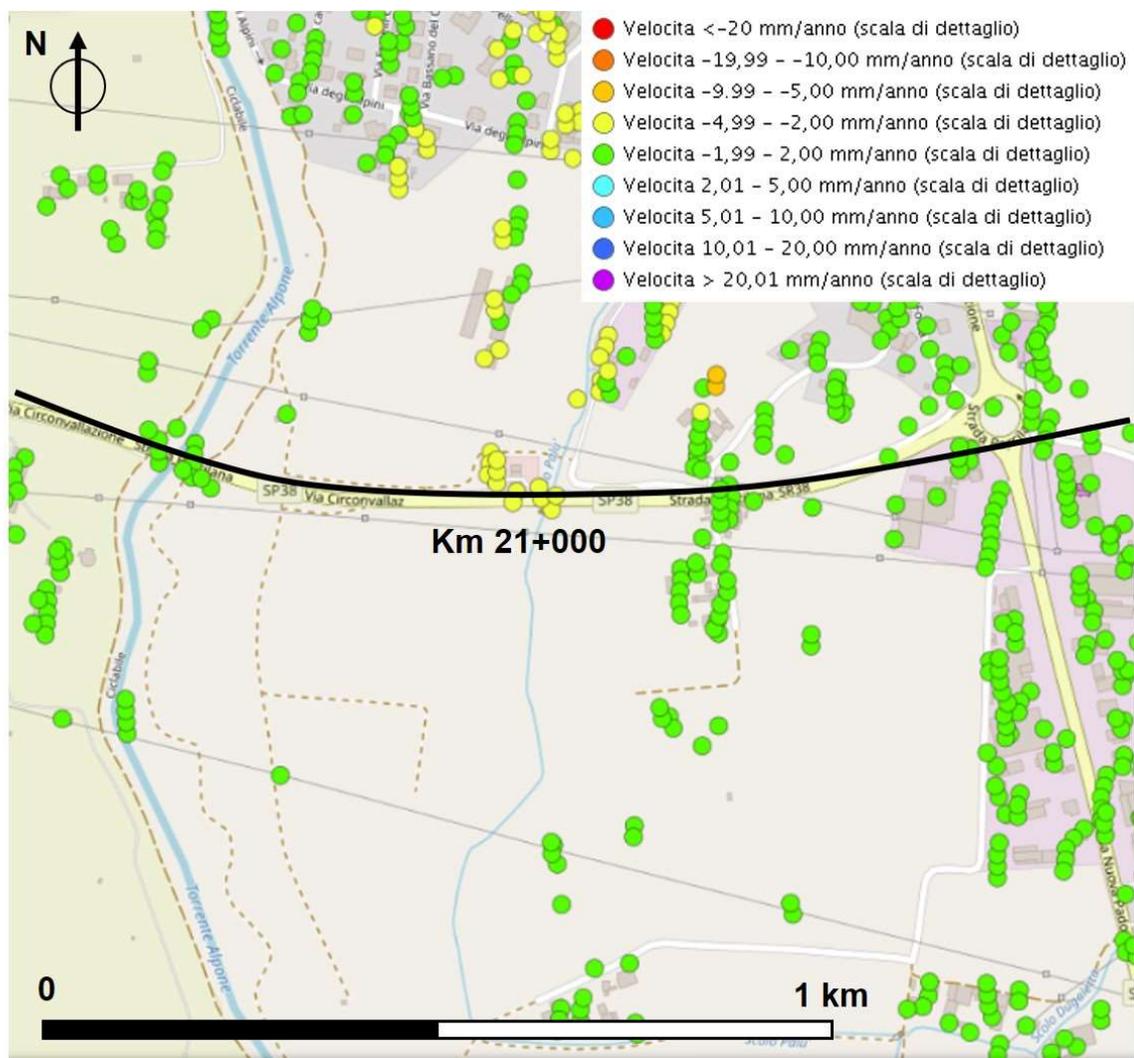


Figura 34 - Dati di interferometria satellitare per il tratto di ferrovia in corrispondenza del km 21+000. I dati sono tratti da <https://idt2.regione.veneto.it/idt/webgis/viewer?webgisId=185>.

In relazione a quanto sopra detto si verifica che non esistono mappe di pericolosità geologica elaborate dall'Autorità di Bacino del Fiume Adige – Distretto Idrografico delle Alpi Orientali per la tratta di interesse, non sussistendo le condizioni di pericolosità per lo sviluppo di fenomeni franosi.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 101 di 104

7 BIBLIOGRAFIA

[1] AATO Veronese (2011) – Revisione del piano d’ambito dell’ATO Veronese in ottemperanza a quanto disposto dall’art. 149, comma 1 del DLGS 3 APRILE 2006, N. 152 Relazione generale Cap. 2 Analisi dello stato attuale del servizio idrico integrato e delle strutture disponibili.

[2] AATO Veronese (2011) – Ricognizione infrastrutture acquedottistiche, fognarie e di depurazione dei comuni appartenenti all’A.t.o. veronese e redazione del Piano d’Ambito. Relazione generale Cap. 3 Analisi dell’utilizzo della risorsa idrica.

[3] AATO Veronese (2011) – Aggiornamento piano d’ambito territoriale ottimale A.A.T.O. Veronese ai sensi dell’art. 149 del DLGS 3 APRILE 2006, N. 152. Rapporto ambientale Allegato III – 3 Map Overlay – Tav. 2: zone con carenza di risorse idriche per l’agricoltura, zone vulnerabili da Nitrati e Comuni con corpi idrici pregiati.

[4] Altissimo L., Sottani N., Schiavo A. (2008) – Il sistema idrico sotterraneo delle Valli del Chiampo e dell’Agnò

[5] Antonelli R., Campagnoni A., Marcolongo B., Surian N., Zambrano R. - Quaderni di Geologia Applicata (1994) – Una ricerca integrata tra l’alta pianura veronese e l’anfiteatro morenico del Garda per il riconoscimento di risorse idriche alternative e della loro vulnerabilità. primi risultati e prospettive di sviluppo.

[6] Antonelli R. & Alii, 2002 – Nuovi contributi sull’inquinamento della falda freatica nella pianura alluvionale a sud di Verona.

[7] Apra (2013) – 3 Acqua e veneto Una Regione che cambia. Alla ricerca di nuove prospettive per il governo delle acque Verona, 14 ottobre 2013 - Dossier d’informazione e di documentazione.

[8] Arpav (2006) – Relazione sullo stato della rete freaticometrica regionale. L’attività di verifica e i risultati delle osservazioni al 31/12/2005.

[9] Arpav (2006) – Le acque sotterranee della pianura veneta I risultati del Progetto SAMPAS. Iniziativa cofinanziata dall’Unione Europea – FESR – DOCUP Ob. 2 anni 2000-2006 – Progetto SAMPAS.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 102 di 104

- [10] Arpav – Misure freaticometriche della rete tradizionale dell'ex ufficio idrografico di Venezia.
- [11] Arpav, Provincia di Vicenza, Progetto Giada (2006) – Acque sotterranee.
- [12] Arpav (2007) – Misure freaticometriche della rete tradizionale dell'ex ufficio idrografico di Venezia relazione n. 01/07.
- [13] Arpav (2012) – Annali freaticometrici Anni 2007 – 2011 relazione n. 07/12.
- [14] Arpav (2013) – Stato dell'inquinamento da sostanze perfluoroalchiliche (pfas) in provincia di Vicenza, Padova e Verona. Aspetti geologici e idrogeologici, la rete idrografica, il sito potenzialmente inquinato e prima delimitazione dell'inquinamento al 30/09/2013.
- [15] Arpav, Regione Veneto (2014) – Presentazione il Database Gestori Acquedotti. Piano Triennale di Sicurezza Alimentare - GdL7 ARPAV - Servizio Osservatorio Acque Interne.
- [16] Arpav (2014) – Rapporto sulla risorsa idrica in Veneto al 30 settembre 2014.
- [17] Autorità di Bacino del Fiume Adige – Studi degli acquiferi montani da Resia a Domegliara e degli acquiferi di pianura- Attività di studio e ricerca a supporto della redazione del Piano di Bacino.
- [18] Autorità di Bacino del Fiume Adige – Censimento e studio delle sorgenti e dei pozzi del territorio alpino e prealpino di competenza dell'autorità di Bacino del fiume Adige.
- [19] Autorità di Bacino del Fiume Adige – CUDAM Difesa idrogeologica e bilancio idrico nel bacino dell'Adige.
- [20] Autorità di Bacino del Fiume Adige – Piano di gestione dei bacini idrografici delle Alpi Orientali - Bacino del Fiume Adige Capitolo 1. Descrizione generale delle caratteristiche del bacino idrografico dell'Adige.
- [21] Bosellini A., Carraro F., Corsi M., De Vecchi G.P., Gatto G.O., Malaroda R., Sturani C., Ungaro S. e Zanettin B. (1967) – Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 100.000. Foglio 49 Verona
- [22] Dal Prà A. De Rossi P. (1989) – Carta idrogeologica dell'alta pianura dell'Adige. Scala 1:30.000

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica EI2RHGE0000001C	Foglio 103 di 104

[23] Dal Prà A. De Rossi P., Furlan F., Siliotti A., Pietro Zangheri (1991) – Il regime delle acque sotterranee nell’alta pianura veronese

[24] Istituto di Ricerca Sulle Acque, C.N.R. – Indagine sulle falde acquifere profonde della pianura padana Vol. III – Parte II

[25] Passadore G., Monego M., Altissimo L., Sottani A., Putti M., Rinaldo A. (2010) – Modello matematico generale del flusso della risorsa idrica sotterranea del Veneto centrale.

[26] Provincia di Verona (2001) – Rapporto sullo stato dell’ambiente.

[27] Provincia di Verona (2010) – Rapporto sullo stato dell’ambiente. Anno 2010

[28] Provincia di Vicenza (2001) – Programma provinciale di previsione e prevenzione dei rischi. Il rischio idraulico.

[29] P.T.C.P. di Verona (2007) – Relazione Ambientale.

[30] P.T.C.P. di Vicenza – Aspetti geologici. Allegato alla Relazione del PTCP

[31] Regione del Veneto – Carta regionale delle acque.

[32] Regione del Veneto – Carta idrografica del Veneto. Tavole VI 2d, VI 3a, VI 4, VR 3, VR4.

[33] Regione del Veneto (1977) – Studio per la revisione del piano regolatore generale degli acquedotti del Veneto. Ricerca effettuata da I.R.S.E.V S.p.A.

[34] Regione del Veneto (1977) – Studio per la revisione del piano regolatore generale degli acquedotti del Veneto. Ricerca effettuata da I.R.S.E.V S.p.A. Appendice: Tavole

[35] Regione del Veneto (1987) – Carta delle unità geomorfologiche in scala 1:250.000. Le forme del territorio.

[36] Regione del Veneto (1988), S. G. I. – Carta geologica del Veneto in scala 1:250.000.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica EI2RHGE0000001C</p>	<p>Foglio 104 di 104</p>

[37] Regione del Veneto (1990), S. G. N. – Carta geologica del Veneto in scala 1:250.000. Una storia di cinquecento milioni di anni

[38] Regione del Veneto, C.N.R., S. G. N. (1993) – Ricerca sulla vulnerabilità naturale e sul rischio di inquinamento delle acque sotterranee nelle valli dell’Agno-Guà e del Chiampo e nell’antistante Pianura (M. Lessini orientali – Vicenza). Carta della vulnerabilità naturale con note illustrative. Scala 1:25.000

[39] Regione del Veneto, C.N.R., S. G. N. (1996) – Ricerca sulla vulnerabilità naturale e sul rischio di inquinamento delle acque sotterranee nelle valli dell’Agno-Guà e del Chiampo e nell’antistante Pianura (M. Lessini orientali – Vicenza). Carta della distribuzione degli insediamenti produttivi e dell’uso del suolo e del sottosuolo. Scala 1:25.000

[40] Rinaldo R., Altissimo L., Putti M., Passadore G., Monego M., Sottani A. (2008) – Modello matematico di flusso nei sistemi acquiferi dei territori dell’autorità d’Ambito territoriale ottimale “A.T.O. Brenta”

[41] Rinaldo R., Altissimo L., Putti M., Passadore G., Monego M., Sottani A. (2008) – Modello matematico di flusso nei sistemi acquiferi dei territori dell’autorità d’Ambito territoriale ottimale “A.T.O. Brenta”. Seconda relazione intermedia.

[42] Rinaldo R., Altissimo L., Putti M., Passadore G., Monego M., Sottani A. (2008) – Modello matematico di flusso nei sistemi acquiferi dei territori dell’autorità d’Ambito territoriale ottimale “A.T.O. Brenta”. Relazione finale.

[43] S. G. I. (1967) – Carta Geologica d’Italia dal rilevamento geologico 1:25.000. Foglio 49 della Carta 1:100.000 dell’I.G.M.

[44] Sorbini L. (1993), Comune di Verona, Ass. all’Ecologia, Museo Civico di Storia Naturale – Geologia, idrogeologia e qualità dei principali acquiferi veronesi. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona (II serie) - Scienze della Terra n. 4.

[45] Sorbini L., Accorsi C.A., Bandini Mazzanti M., Forlani L., Gandini F., Meneghel M., Rigoni A., Sommaruga M. (1984) – Geologia e geomorfologia di una porzione della pianura a sud-est di Verona.